

Zwischenbericht zur VV Cep Kampagne 2017-29 Der Eintritt in die totale Bedeckung

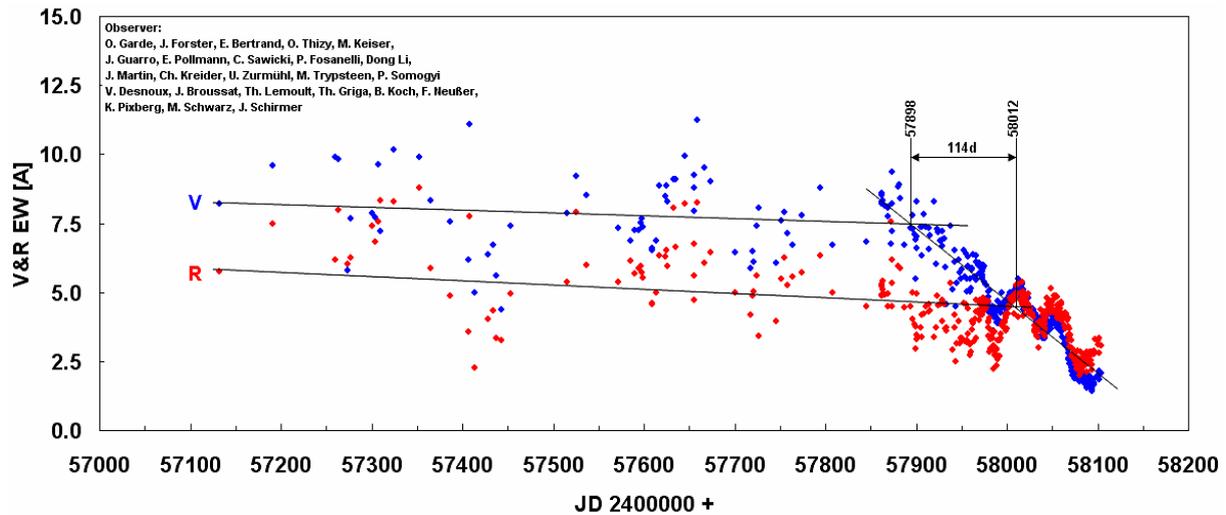


Abb. 1: Langzeitmonitoring der V&R H α -Emissionen

Während die H α -V (blaue EW) in Abb.1 eine stetige Abnahme während des Beginns der Bedeckung zeigt, bleibt die H α -R (rote EW) ungefähr konstant. Beide zeigen die gleiche periodische Variabilität, obwohl es scheint, dass H α -R die größere Amplitude hat. Es ist versucht worden, für beide Emissionen einen zeitlichen Unterschied im Bedeckungsbeginn annähernd zu bestimmen. Danach lässt sich für die EW der V-Emission der Zeitpunkt T1 (sehr unsicher aufgrund der Schwierigkeit, den Beginn der partiellen Bedeckung genau zu bestimmen) = JD 2457898 (24.5.17), und für die EW der R-Emission der Zeitpunkt T2 = JD 2458012 (15.8.17) angeben. Für die Mitte der Bedeckung kann der 19. Juni 2018 angegeben werden.

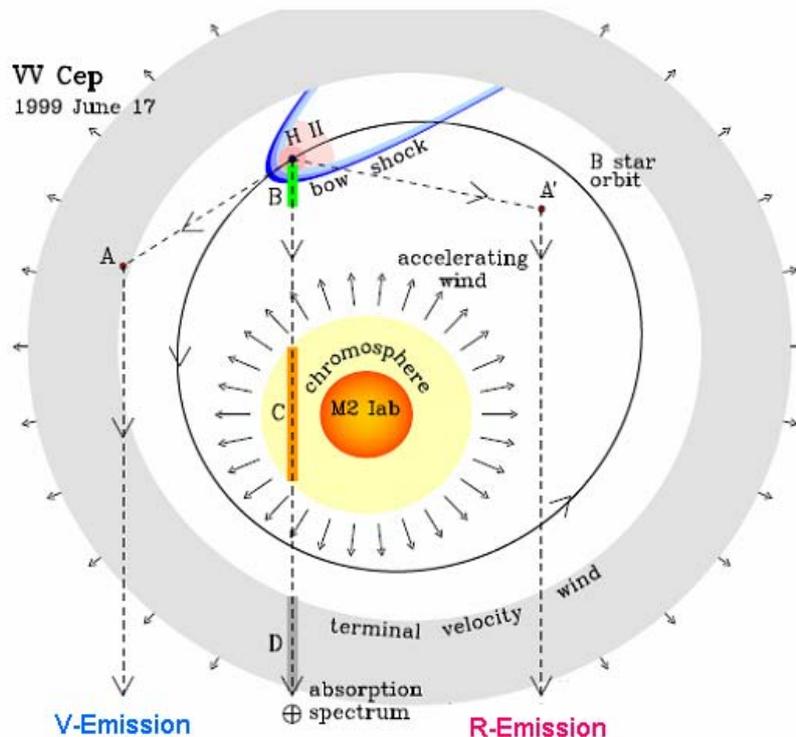


Abb. 2: Schematische "bow shock front" vor dem B-Stern
 aus: "Giants of Eclipse: The zeta Aur Stars and Other Binary Systems"
 (Springer 2015) v. Ph. Bennett & W. Hagen-Bauer

Das nahezu komplette Verschwinden der höheren Balmerlinien wird von P. Somogyi für etwa JD 2458057 (Ende 10/2017) angegeben (ARAS-Forum 28.11.17)
<http://www.spectro-aras.com/forum/viewtopic.php?f=19&t=1798&p=9863#p9863>).

Nach Untersuchungen der Bedeckung 1997-99 von Ph. Bennett & W. Hagen-Bauer (Abb. 2) haben wir es mit zwei variablen Emissionsquellen zu tun:

1. mit einer Bogen-Schockfront-Emission vor dem B-Stern (erzeugt die höheren Balmerlinien oberhalb H α). Es ist seit langem bekannt ("Giants of Eclipse: The zeta Aur Stars and Other Binary Systems". Springer 2015, Ph. Bennett & W. Hagen-Bauer), dass es eine Art Schockbogen um den B-Stern geben muss, weil dieser sich mit Überschallgeschwindigkeit auf seiner orbitalen Umlaufbahn durch den Wind des M-Überriesen bewegt.
2. mit der H α -Scheibenemission, die durch die UV-Strahlung des B-Sterns angeregt wird (ähnlich Be- Sternen).

Die erste Quelle erzeugt u. a. die blau verschobene V-Komponente (bewegt sich in Sichtlinie auf den Beobachter). Die zweite Quelle erzeugt die rot verschobene R-Komponente (entfernt sich in Sichtlinie vom Beobachter (Akkretionsscheibe dreht sich gegen den Uhrzeigersinn).

Bei beiden Quellen muss bedacht werden, dass der Akkretionsprozess als ungleichmäßiger Zufallsprozess zu verstehen ist. Dies führt dazu, dass auch die Massenverteilung, beginnend bei der Schockfront bis hin zum entgegen gesetzten Scheibenbereich (Scheibenende), ungleichmäßig verläuft. So ist nicht ausgeschlossen, dass zu gleichen Zeiten die V-Quelle und die R-Quelle unterschiedliche Massen (oder auch Dichten) und damit unterschiedliche Emissionsstärken aufweisen.

Hinzu kommt, dass wegen einer vermuteten Scheibenpräzession (Abb. 3) periodisch variierende Emissionen in Beobachtersichtlinie zur Gesamtvariabilität beitragen. Diese überlagerten Effekte machen es insgesamt (in Abb. 1) sehr schwer, in beiden streuenden Emissionen (V&R) eine stabile Basislinie vor der Bedeckung zu definieren.

Zum Zeitpunkt dieses Berichtes befand sich der B-Stern in der Bedeckungsphase was bedeutete, dass auch die Region der blauen V-Emission (Schockfront um den B-Stern) bereits verdeckt war, wogegen die rote R-Emissionskomponente noch mehr oder weniger unverändert erschien (bzw. geringfügig schwächer war als in 2016), dann aber ab ca. JD 2458012 (15.9.17) ebenfalls in die Bedeckung übergang.

Dies wiederum bedeutet, dass Letztere in einer ausgedehnteren Region als die V-Komponente entstehen muss, und diese hingegen, die in den letzten Monaten stetig gesunken ist, hauptsächlich in der unmittelbaren Nähe des B-Sterns entstehen muss.

Aus der Perspektive des B-Sterns scheint der Wind aus einer Richtung links von der Bahnbewegung (d. h. aus Richtung des M-Sterns) zu kommen. Hier wird der Schock am stärksten sein. In der Nähe der Bedeckung blicken wir durch die Schockfront hindurch auf den B-Stern, wobei das Gas (Wind des M-Sterns) mit etwa 30 km/s auf diese Front auftrifft.

Danach strömt oder schwingt es mit einer Hochgeschwindigkeit (~ 200-300 km/s) um den B-Stern herum in eine Richtung, die sich vom Beobachter entfernt, so dass eine Absorption auf der roten Seite des Profils, aber die eigentliche Emission auf der blauen H α -Profilsseite entsteht. Dies wäre die klassische inverse P-Cygni-Emission. Viele der anderen stärkeren UV-Emissionslinien zeigen ebenfalls dieses Profil.

Aus Beobachtersicht befindet sich nun nahezu die gesamte starke H α -Emission auf der vorderen Seite der Umlaufbahn des B-Sterns, wobei die blaue Emission inzwischen größtenteils verdeckt ist.

Die rote Emission entsteht in einem ausgedehnteren Bereich in einer Abwärtsströmung in der Akkretionsregion um den heißen B-Stern und befindet sich nunmehr (wie bereits erwähnt) seit ca. JD 2458012 (15.9.17) ebenfalls in der Bedeckung und wird vermutlich bei fortschreitender Bedeckung weitgehend (aber wahrscheinlich nicht vollständig) verfinstert.

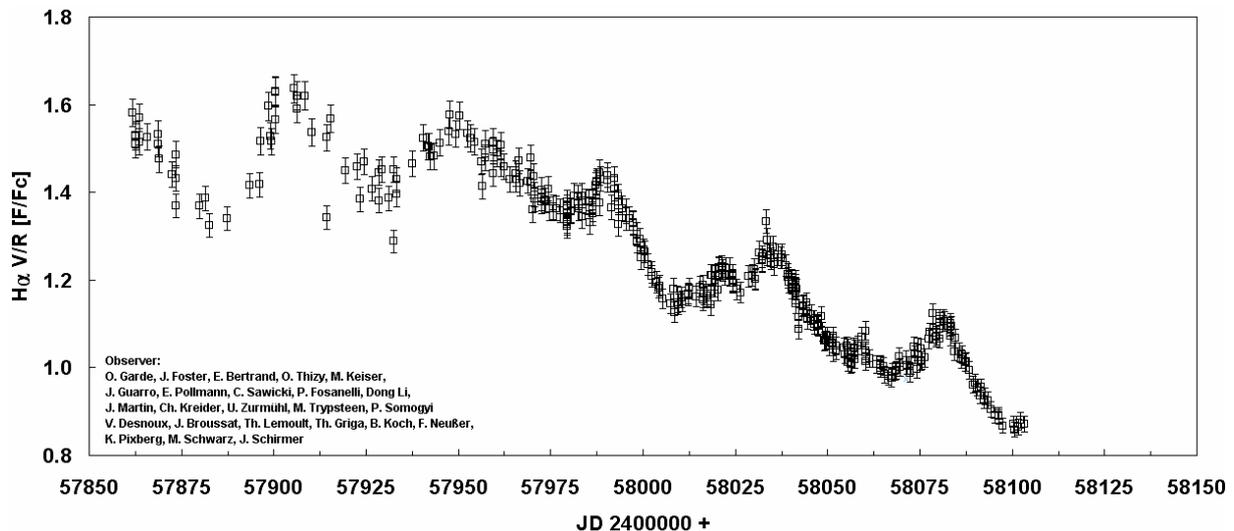


Abb. 3: Periodische V&R-Variation, die vermutlich auf Präzessionsbewegungen der Scheibenrotationsachse zurückzuführen ist.

Was ist die Ursache der 43-Tage-Periode ?

Es ist kaum vorstellbar, dass derart regelmäßige Dichteveränderungen innerhalb des stellaren Windes des M-Überriesen für diese beobachtete Periode in Betracht kämen.

Dagegen ist es jedoch nicht ausgeschlossen, dass das Vorhandensein einer Kepler-Scheibe mit den beobachteten Phänomenen im Zusammenhang steht, wobei allerdings ausgeschlossen werden kann, dass eine solche Scheibe wesentlich zur H α -Emission beiträgt.

Die H α -Emission selbst ist mit hoher Wahrscheinlichkeit auf eine Rekombination von HII (H⁺) zurückzuführen, da alle Balmerlinien (manchmal sogar das Balmer-Kontinuum) ähnliche Emission zeigen. Dies bedeutet, dass neutraler Wasserstoff um den B-Stern aus dem extremen UV-Spektrum des B-Sterns (bei Wellenlängen < 912 Å) photoionisiert wird.

Diese H⁺-Ionen rekombinieren, was zu der Strahlungskaskade der verschiedenen Emissionslinien der Balmerreihe führt. Entweder variiert der UV-Fluss des B-Sterns mit einer 43-Tage-Periode oder aber die Menge an Material in der Nähe des B-Sterns variiert mit dieser Periode.

Abb. 1 könnte hier einen Hinweis liefern: die Variationen des H α -V&R-Flusses verhalten sich synchron - d. h. die 43 Tage Periode scheint in beiden Komponenten gleichzeitig vorhanden zu sein.

Da die V-Komponente nahe bei (in "Front" von) dem B-Stern, die R-Komponente in einem dagegen in einem größeren Abstand "hinter" dem B-Stern gebildet wird, diese zwei Komponenten also in zwei räumlich unterschiedlichen Regionen gebildet werden, sagt uns

das Bedeckungsverhalten, dass es höchst unwahrscheinlich erscheint, dass zufällig in beiden Bildungsregionen gleich große Dichtestörungen im Wind des M-Sterns vorliegen, was nötig wäre, um diese synchrone Variation zu erzeugen. Daher ist es eher wahrscheinlich, dass der B-Stern selbst innerhalb einer 43-Tage-Periode variabel ist.

Andererseits kann man sich aber auch vorstellen, wie eine Akkretionsscheibe selbst an dieser Periode beteiligt sein könnte - nicht als Emissionsquelle, sondern als Abschattungsmedium.

Jede dünne Akkretionsscheibe um den B-Stern ist wahrscheinlich etwas kühler als der Stern, selbst jedoch keine signifikante Quelle für UV-Strahlung. Im Gegenteil, sie würde Regionen in ihrem Schatten wahrscheinlich vor dem intensiven UV-Strahlungsfeld des Sterns schützen.

Das für die Emission um den heißen Stern verantwortliche Gas ist vermutlich in der Orbitalebene des Binärsystems konzentriert und liegt wahrscheinlich in der Nähe der Orbitalebene als Akkretionsscheibe um den B-Stern.

Wenn diese Scheibe nun präzediert, ist es gut vorstellbar, dass sie einen variablen Schatten über die Emissionsregion wirft und die resultierende H α -Emission der Reihe nach moduliert. Dies wäre eine zweite Möglichkeit, wie eine Scheibe um den B-Stern die V/R 43-Tage-Periode in H α erklären könnte.

Ernst Pollmann, 17.12.17
(in enger Abstimmung mit Phillip Bennett)