

S CrB – Alles wieder okay?

Dr. Matthias Kolb

Im BAV Journal No. 83 vom Oktober 2023 habe ich über das ungewöhnlich helle Maximum im Juli 2022 des Mira Sterns S CrB berichtet. Die Helligkeit von etwa 5.2 mag (visuell) und 5.4 mag (V-Band) lag knapp 3σ über dem Mittel des in der AAVSO-Datenbank abgedeckten Zeitraums von etwa 160 Jahren.

Tabelle 1 zeigt nochmal die statistischen Daten aus der damaligen Analyse.

	Visual	V band
Mean mag	6.9	7.07
σ	0.5	0.66
Min	5.2	5.37
Max	8.5	8.10
2022 max σ	+3.2	+2.57
2023 max σ	-2.6	-1.55
Count	159	16

Tab. 1: Statistische Daten der visuellen und V-Band-Beobachtungen der Maxima der Lichtkurve.

Drei Standardabweichungen (σ) Abstand eines Messwertes vom Mittelwert entspricht einer Wahrscheinlichkeit von 99.73%, dass der Wert signifikant vom Mittelwert verschieden ist, also eine Ursache haben muss und keine zufällige Abweichung ist.

Mittlerweile sind drei weitere Maxima vergangen und S CrB zeigt wieder normales Verhalten. Nachdem das erste Maximum nach dem Helligkeitsausbruch noch ungewöhnlich flach war, sind die beiden Maxima 2024 und 2025 wieder schneller im Abgang und die absolute Magnitude liegt etwas unter dem langjährigen Mittel von 7.1 mag. (Abbildung 1, oberer Graph).

Wie dramatisch das Maximum 2022 wirklich war, kann man in dem unteren Graph der Abbildung sehen: Hier ist der Flux aufgetragen, also letztlich die Anzahl der auf den Sensoren der Kameras angekommenen Photonen, wobei das 2022er-Maximum auf 1 normiert wurde. Man sieht, dass alle anderen Maxima nur knapp 20% des Maximalfluxes zeigten! Der Stern, oder um genauer zu sein, das System aus Stern und zirkumstellarem und interstellarem Gas emittierte etwa fünfmal so viel Licht im 2022er-Maximum als in den Maxima davor und danach!

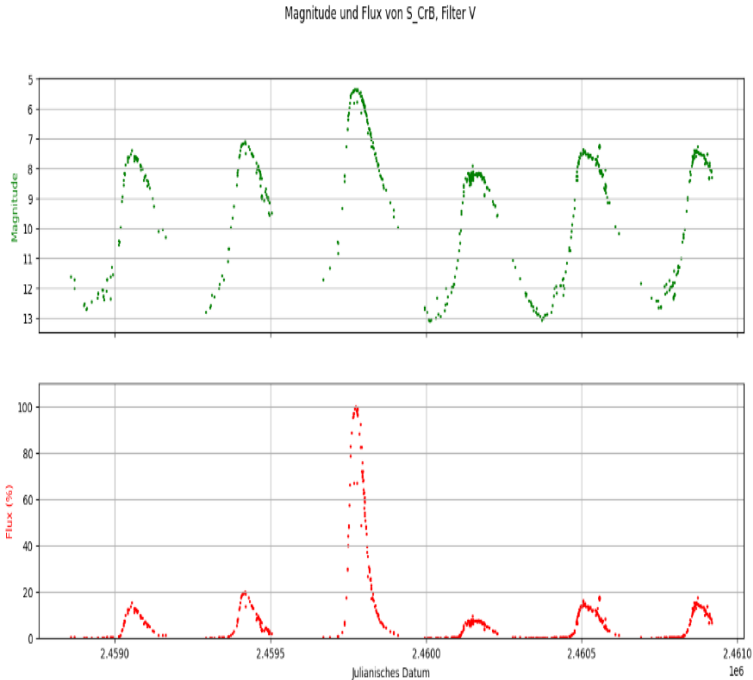


Abb. 1: AAVSO-Lichtkurve (2) von S CrB im V-Band, die meisten Messpunkte stammen vor mir.

Wenn man einen schwarzen Strahler annimmt, dann kann man mit dem Stefan-Boltzmann-Gesetz berechnen, wie sich der Radius oder die Temperatur verändern müssen, um einen Anstieg der Luminosität um den Faktor 5 zu erklären:

$$L \sim R^2 T^4$$

Demnach ergibt sich für R eine Multiplikation mit dem Faktor 2.2, um den Helligkeitsunterschied zu erreichen, was für pulsierende Sterne sicher nicht der Fall ist. Die Temperatur müsste alternativ um 50% ansteigen, also um ca. 1500 K, auch das ist eher nicht realistisch. Spektren aus dem 2022er-Maximum zeigen immer noch einen M-Stern. Natürlich können auch viele passende Kombinationen von höheren T und R den Wert 5 liefern.

Das verdient eigentlich schon eine Erklärung, die ich aber leider auch nicht habe.

Typische Ursachen für die Änderungen der Helligkeit von Mira-Sternen im Maximum sind:

- Schockwellen in der radialen Pulsation, die durch die Photosphäre laufen, können Temperatur und damit Molekülbildung (TiO) beeinflussen. Dadurch ändert sich die Opazität und damit die Helligkeit.
- Die Opazität der TiO-Absorption ändert sich nichtlinear mit der Temperatur, kleine T-Senkung kann die Absorption deutlich erhöhen.
- Staubbildung in der Sichtlinie: Kann eher dunklere Maxima erklären.
- Riesige konvektive Zellen (Sonnenflecken), die unsymmetrisch verteilt sind und die Helligkeit beeinflussen.
- Langzeiteffekte durch Binaries

Das mag sicher alles eine Rolle spielen, aber so richtig überzeugend ist es auch nicht. Ich konnte keine Veröffentlichungen finden, die sich mit dem Phänomen beschäftigt haben, auch ChatGBT5 hat keine gefunden. Aber immerhin hat die KI mir den Rat gegeben, doch mal im BAV Journal meinen Artikel zu lesen.

Literatur:

- (1) Kolb, M., BAV Journal No. 083, October 2023
- (2) Kloppenborg, B. K., 2023, Observations from the AAVSO International Database, <https://www.aavso.org>

Matthias Kolb, mako1997a@gmail.com