

CH Cygni - ein besonderer symbiotischer Stern

Hans G. Diederich

Einleitung

CH Cyg ist einer der hellsten und nächstgelegenen symbiotischen Sterne und damit ein Doppelsternsystem. Es zeigt einen Lichtwechsel auf Zeitskalen, die von Dutzenden von Jahren (~15-jährige Umlaufperiode, Aktivitätsphasen, zeitweise Verdunklung durch Staub) über mehrere hundert Tage (Pulsationen und Rotation des M-Riesen) bis hinunter zu Minuten (Flickering während aktiver Phasen) reichen. Eine ~100-Tage-Periode wird durch radiale Pulsation des Riesensterns im ersten Oberton erklärt. Die Natur der "langen sekundären Periode" (LSP) von ~760 Tagen, welche sich in der Kurve der radialen Geschwindigkeit zeigt, ist dagegen noch ungeklärt.

CH Cyg lässt sich auch mit Kleinbildoptiken vor einer CCD-Kamera beobachten und fotometrieren. Hier werden zwei Arbeiten vorgestellt (die Daten hierüber stammen bereits aus [1]), durch eine Fotokarte ergänzt und die eigene Fotometrie durch Vergleich mit der Lichtkurve des BAV-Lichtkurvengenerators überprüft.

Literatur I

In [1] zeigen zwei Abbildungen CH Cyg in seine beiden Komponenten aufgelöst: zwei richtig schöne runde Lichtfleckchen. Es handelt sich hier um die erste Beobachtung der aufgelösten stellaren Komponenten von CH Cyg. Einige Sternfreunde befassen sich ja auch mit dem Trennen der Komponenten von Mehrfachsystemen, das Besondere liegt hier aber im geringen Abstand der beiden Komponenten. Dieser beträgt nicht 4,2", auch nicht 0,42", sondern 0,042" (42 mas).

Die Masse des Gesamtsystems wird zu 3,7 Sonnenmassen abgeleitet. Es gelingt auch noch zu zeigen, dass der Radiojet und der bipolare Ausfluss nicht senkrecht auf der Ebene der Umlaufbewegung dieses Doppelsternsystems stehen. Der Veränderliche wurde eingehend in den Wellenlängenbereichen vom Radio- bis in den Röntgenbereich studiert.

Das System setzt sich aus einem M7-Riesen und einem akkretierenden Weißen Zwerg zusammen. CH Cyg ist der Rekordhalter an Komplexität der Erscheinungen seiner Veränderlichkeitsphänomene, die jemals bei einem einzelnen symbiotischen Objekt gefunden wurden. Besonders die heiße Komponente zeigt eine sehr spektakuläre Aktivität: irreguläre Ausbrüche werden durch schnelle, massereiche Ausflüsse und Jets begleitet.

Hinkle et al. (1993) schlugen ein Dreifachstern-Modell für CH Cyg mit einem symbiotischen Paar in einem 2,1-Jahre-Umlauf und einem G- bis K-Begleiter in einem 15,6-Jahre-Umlauf vor. Skopal et al. (1996) ersetzten den Begleiter später durch einen M-Riesen. Dieses Modell wurde allerdings sehr kontrovers aufgenommen. Es gibt starke Argumente, dass die 2,1-Jahre-Periode eher die Folge einer nicht-radialen Pulsation des Riesensterns ist, als dass sie auf die Umlaufbewegung eines engen Doppelsterns zurück geführt werden könnte, zumal die 15,6-Jahre-Periode von Schmidt et al. (2006) als symbiotischer Umlauf erklärt wird.

Kürzlich wurden von Hinkle, Fekel & Joyce (2009) die orbitalen Elemente von CH Cyg verfeinert. Sie zeigten, dass die lange Periode ("long period") tatsächlich von einem symbiotischen Doppelsternumlauf herrührt. Desweiteren identifizierten sie den g-Modus der nicht-radialen Pulsation als führenden Mechanismus für die Modulation der "langen sekundären Periode", durch die kombinierte Wirkung von nicht-radialer Pulsation und einem Begleiter niedriger Masse, welcher den Riesenstern umkreist.

Abschließend werden Folgerungen für die Geometrie des Doppelsterns und seiner komplexen zirkumstellaren Umgebung diskutiert.

Literatur II

Es dauerte nicht all zu lange, bis in [2] verschiedene Aufnahmen der Jets von CH Cyg präsentiert wurden.

Jets sind bis heute nur in wenigen symbiotischen Doppelsternen beobachtet worden. CH Cyg ist einer von diesen. 2001 wurde ein nicht-relativistischer Jet zum ersten Mal im Röntgenbereich entdeckt. Die Autoren führten 2008 abgestimmte Beobachtungen mit CHANDRA, HST und VLA durch mit dem Ziel, die Ausbreitung dieses Jets und dessen Wechselwirkung mit dem das Doppelsternsystem umgebenden Material ("circumbinary medium") zu untersuchen.

Sie stellten fest, dass sich der Apex in südlicher Richtung von ~300 AE auf ~1400 AE ausgedehnt hatte. Die Stoßfront ("shock front") bewegte sich zuletzt mit einer Geschwindigkeit von <100 km/s und war seit 2001 beträchtlich langsamer geworden.

Überraschend war aber die Entdeckung eines kräftigen Jets in NE-SW Richtung, der im Röntgen-, optischen und Radio-Bereich zu sehen ist. Er besteht aus mehreren Komponenten. Dies sind zunächst ein innerer Jet und sein Gegenjet bei ~170 AE und eine südwestliche Komponente ("SW component"), die in mehreren Klumpen endet, welche bis zu ~750 AE entfernt liegen. Die Struktur des Jets und die kurvige Gestalt der äußeren Teile des "SW jet" legen nahe, dass es sich um einen episodisch auftretenden Jet handelt, der zudem prezediert. Möglich wäre aber auch ein kontinuierlicher, prezedierender Jet mit gelegentlichem Massenausstoß ("occasional mass ejections or pulses").

Damit ist die aktuelle Literatur abgehandelt. Es folgt die Schilderung der eigenen Beobachtungen.

Vier eigene Beobachtungen

Seit langem schon hatte ich CH Cyg immer wieder mal mit V- bzw. Bessel-V-Filter und meiner CCD-Kamera aufgenommen. Dies erfolgte zunächst dreimal mit 50 bzw. 135 mm Kleinbildobjektiv und schließlich mit einem fremden 14-Zoll-SCT. Es ging ausschließlich um den Nachweis im eigenen Bild, dass sich die Helligkeit von CH Cyg verändert. Mehr war bei diesen ersten, behutsamen Versuchen nicht beabsichtigt.

Die Aufnahmen wurden fotometriert, und die ersten drei Werte sogar der BAV mitgeteilt. Es war und ist also möglich, auch mit derart kurzen Brennweiten etwas zu erreichen. Es muss nicht unbedingt ein Teleskop sein.

Bei der kürzlich erfolgten Auswertung der teleskopischen Aufnahme fiel mir auf, dass sich die Daten zum Veränderlichen je nach Quelle teilweise unterscheiden. Auf der aktuellen (29.01.2010) AAVSO-Karte wird der Spektraltyp von CH Cyg angegeben mit "M7IIIab+Be", die Veränderlichenklasse mit "ZAND+SR" und die Bandbreite der Helligkeit mit "V = 5.6 mag bis 8.5 mag".

Die Kenndaten aus dem BAV-Lichtkurvengenerator lauten:

- * Typ: Z And
- * Helligkeit: 5.60 bis 9.50 mag
- * Epoche und Periode: 2448866.4583330 + E * 97.00000000 Tage
- * Designation: 1921+50

Die Schwankungsbreite der Helligkeit von der BAV-Website passte eher zu meiner Fotometrie der vierten Aufnahme.

Die Fotokarte der AAVSO diene wie zuvor dem Zweck, geeignete Vergleichssterne auszuwählen. Die von den Angaben auf der AAVSO-Karte abweichende Helligkeit am 18.04.07 war erst der Grund, mir auch die Lichtkurve der BAV anzusehen. Dies geschah zunächst für den Beobachtungszeitpunkt.

Die eigene Beobachtung wurde bestätigt. Aber es kam auch Neugier auf, wie sich denn der Lichtwechsel über mehrere Jahre entwickelt hatte, wie meine drei früheren Beobachtungen in dieses offizielle Bild passten. Wieder einmal führten Zufall und Neugier zu einer Erweiterung des ursprünglichen Projektumfangs.

Vergleich mit der Gemeinschaftslichtkurve
Zunächst die eigene Fotometrie ...

13.09.02	50 mm Objektiv	V = 8.2 mag
17.09.02	135 mm Objektiv	V = 8.2 mag
10.12.02	135 mm Objektiv	V = 7.9 mag
18.04.07	C14	V = 9.5 mag

Die zweite Lichtkurve der BAV umfasste jetzt den gesamten Zeitraum der vier Aufnahmen aus ca. vier Jahren. Meine Neugier war durch "Wellen" bzw. "Schwingungen" in dem ersten kurzen Stück entfacht worden, die ab April 2007 auftraten.

In der langen Lichtkurve kam noch einiges mehr hinzu. Im "O-Ton" des Auswertungstagebuchs liest sich das wie folgt ...

Der allgemeine Verlauf des Lichtwechsels ist interessant: es gibt lange Phasen mit "kurzperiodischem" Lichtwechsel, der einem deutlich "langperiodischen" Lichtwechsel überlagert ist, dann einen ziemlich abrupten Abfall von ~7.8 mag auf ~10.0 mag, in dessen Mitte meine eben fotometrierte Aufnahme vom 18.04.07 liegt. Danach findet auf einer langen Zeitskala ein linearer Anstieg statt, dem der "langperiodische" und der

"kurzperiodische" Lichtwechsel überlagert ist und der bis zum Ende der Lichtkurve am 01.01.2010 anhält.

Abb. 1 zeigt diese lange Lichtkurve (um meine vier Werte zur Skizze ergänzt).

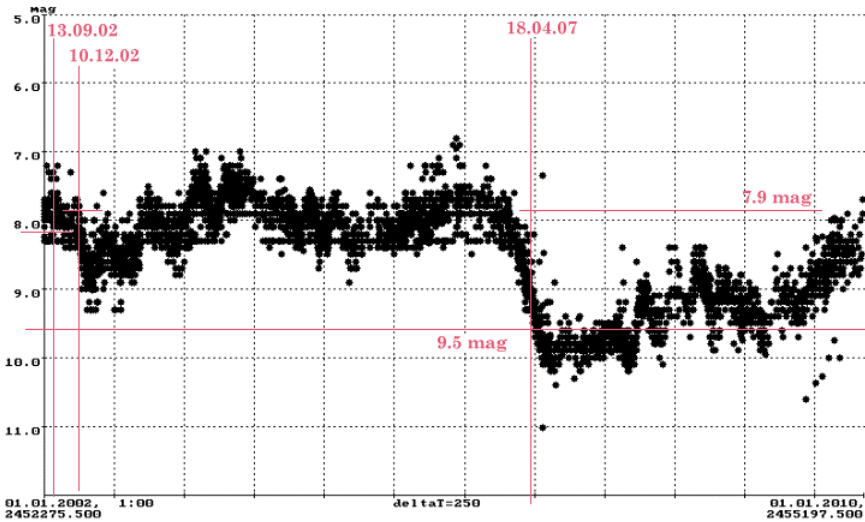


Abb. 1: Lichtkurve von CH Cyg (Lichtkurvengenerator der BAV) mit eingetragener eigener Fotometrie

Vielleicht ist aus dieser originalen Schilderung die Begeisterung zu spüren, zu sehen was im beobachtbaren Lichtwechsel von CH Cyg so alles drin steckt.

Eine "unmögliche" Montage

Mir gefällt es, das hellste und das dunkelste Bild eines Veränderlichen zu einer Montage zusammen zu fügen. Der Unterschied von 1.5 mag bei CH Cyg ist zwar groß, Instrumentierung und bildliche Qualität aber sind höchst verschieden. Genau das reizte mich aber, eine vergleichende Montage zu erstellen, in der dieser Unterschied von 1.5 mag deutlich zu sehen war.

Wie könnte es weiter gehen mit dem Beobachten?

An dieser Stelle könnte jetzt Schluss sein. Oder sollte ich doch noch im nächsten, in jedem zukünftigen Astrourlaub mit Grünfilter und Teleskop CH Cyg erneut aufnehmen und fotometrieren?

Bestimmt werde ich jetzt auf der BAV-Website auf Infos zu CH Cyg achten bzw. danach suchen, denn eine "Min-Max-Montage" nur aus teleskopischen Aufnahmen wäre so schlecht ja auch nicht. Und ganz bestimmt werde ich mir immer wieder mal die aktuelle Lichtkurve des Veränderlichen herunterladen und nachsehen, was CH Cyg gerade jetzt macht.

Aber da gibt es doch noch diese eine Abbildung in [2], die mit dem großen "SW jet ". Bei dem Gedanken fühle ich ein leichtes Kribbeln. Ob das möglich wäre?

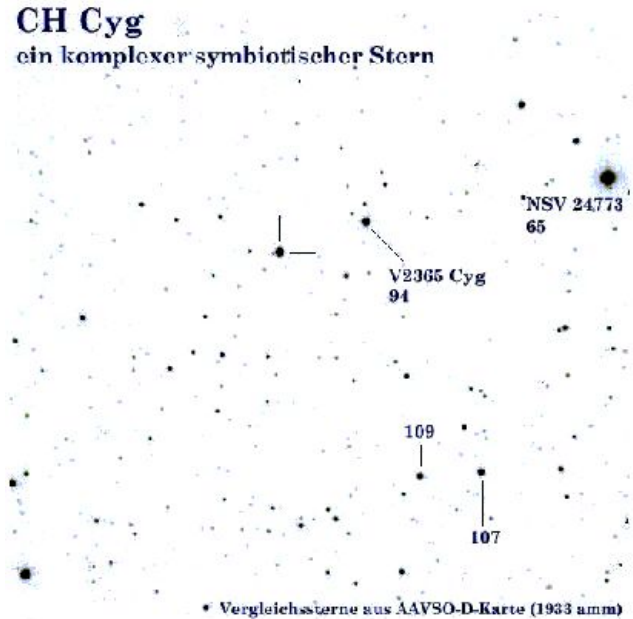


Abb. 2: Fotokarte mit CH Cyg und Vergleichsternen aus der AAVSO-Karte

Ich wollte zeigen, dass inzwischen viele neue Details von CH Cyg bekannt sind, dass sich aber das Interesse an diesem Veränderlichen nicht im Lesen von Literatur erschöpfen muss. Erstaunlich viel kann durch eigenes Beobachten mit einfachem Instrumentarium alleine (jeder für sich) oder im Verbund mit anderen Sternfreunden (gemeinsam) erlebt werden.

Literaturverzeichnis

- [1] Mikolajewska, J., et al., 2009. First spatial resolution of the stellar components of the interacting binary CH Cygni, arXiv:0910.5176v1
- [2] Karovska, M., et al., 2010. A Precessing Jet in the CH Cyg Symbiotic System, arXiv:1001.3399v1

Hans G. Diederich, Inselstraße 16, 64287 Darmstadt