

HS 0728+6738 - ein SW Sextantis - Stern mit tiefem Minimum

Hans-Günter Diederich

Einleitung

Als ich mich vor Jahren erstmals den veränderlichen Sternen zuwandte, geschah das als Anfänger, der an allem interessiert war, der alles am Himmel beobachten wollte, was dort zu beobachten war. Und Veränderungen (Helligkeit, Position, Form, Farbe) am uns statisch erscheinenden Himmel mitzuerleben, das erschien mir besonders spannend. Je kürzer und extremer, um so besser.

Mit der Zeit wurde ich etwas ruhiger, verlegte den Schwerpunkt auf Deepsky, ohne aber die Veränderlichen gänzlich zu vergessen. Einige Projektzettel mit besonders seltenen und seltsamen Sternen gingen immer wieder mit in den Astrourlaub, wurden vor Ort aber immer "zweiter Sieger", knapp hinter wechselwirkenden Galaxien.

In der Arbeit "Time-resolved photometry and spectroscopy of the new deeply-eclipsing SW Sextantis star HS 0728+6738", Rodriguez-Gil et al. (2004) berichten die Autoren über ein besonders extremes und interessantes Objekt. Und die Lust kam hoch, mal wieder den Abstieg eines Sternsystems in sein tiefes Minimum unmittelbar am Display zu verfolgen, aus den Einzelbildern eine Animation zu erstellen, die Helligkeit in jedem Einzelbild (automatisch) zu bestimmen und in einer grafischen Darstellung (einer "Lichtkurve") zu präsentieren.

HS 0728+6738 und die Gruppe der SW Sextantis - Sterne

HS 0728+6738 ist kein Stern sondern zwei Sterne. Dieses Doppelsternsystem wird von den Freunden veränderlicher Sterne in die Gruppe SW Sextantis - Sterne einsortiert. Bei dieser Gruppe handelt es sich um novaähnliche kataklysmische Sterne (CV), denen allerdings die charakteristischen Ausbrüche der anderen CV fehlen. Sie weisen dafür eine Reihe von Eigenschaften auf, die noch nicht vollständig verstanden werden. Es wurde vorgeschlagen, dass sie als Primärkomponente magnetische Weiße Zwerge enthalten, die asynchron rotieren, und dass die Akkretionsscheibe, in der sich die von einem Geberstern abgezogene Materie sammelt, bevor sie auf die Primärkomponente stürzt, an ihrem Innenrand durch das Magnetfeld der Primärkomponente gestützt ist. Der Massentransfer vom Geberstern durch die Akkretionsscheibe hindurch auf den Weißen Zwerg zählt zu den höchsten beobachteten Werten.

Das macht diese Gruppe und damit auch HS 0728+6738 zwar theoretisch interessant, ich wollte aber etwas sehen, sonst hätte ich es bei einer einzigen Serie für ein statisches Belegbild bewenden lassen.

Beobachterisch relevant wird HS 0728+6738 für uns durch folgende Daten: Im Minimum, wenn der Geberstern die primäre Komponente bedeckt, sinkt die Helligkeit des Systems um ca. 2.7 mag. Das gesamte Minimum dauert ca. 40 Minuten und wiederholt sich alle 3,2 Stunden. Dieses Minimum ist das tiefste, das bisher bei einem SW Sex - Stern gefunden wurde. Mit diesen Werten kann das Minimum auch von einem Deepskyler beobachtet zu werden.

Beobachtungen

Als ich mit den Beobachtungen begann und die Einzelbilder für das aller erste Belegbild (zur Vorerkundung) aufgenommen hatte, fehlte mir noch die Berechnung für die Zeitpunkte der aktuellen Minima. Diese Berechnung ist einfach und erfolgt auf der Grundlage der sog. "Elemente", die in der o. g. Arbeit enthalten sind. Ich wollte aber nicht warten und hatte daher geplant, mehrere in der Phase gegen einander verschobene Serien aufzunehmen. Über kurz oder lang würde ich dann eine vollständige Periode von 3,2 Stunden Länge "im Kasten" haben, einschließlich des extrem tiefen Minimums.

Während der zweiten Serie war ich dann auch mit den Elementen bzw. den Minimazeitpunkten soweit. Insgesamt kamen die folgenden fünf Serien zusammen ...

03.12.07	Belegbild
09.12.07	Minimum verpasst
09.12.07	durch Bewölkung verhindert
12.12.07	Abfall, Minimum, Anstieg, Ruhelicht
13.12.07	Ruhelicht, Abfall, Beginn Minimum, Montierung nach Kulmination stehen geblieben

Visualisierung

Was kann man mit solchen Serien anfangen? Am einfachsten, wenn man denn das Minimum erwischt hat, ist die Erstellung einer Montage: links HS 0728+6738 im Ruhelicht, rechts HS 0728+6738 im Minimum [Abb. 1]. Beide "Extrem"-Aufnahmen lassen sich blinken. Aber schöner ist, sich alle Einzelbilder einer erfolgreichen Serie im Blink-Modus anzuschauen oder gar anderen Sternfreunden in Gestalt einer Animation im Internet zu präsentieren.

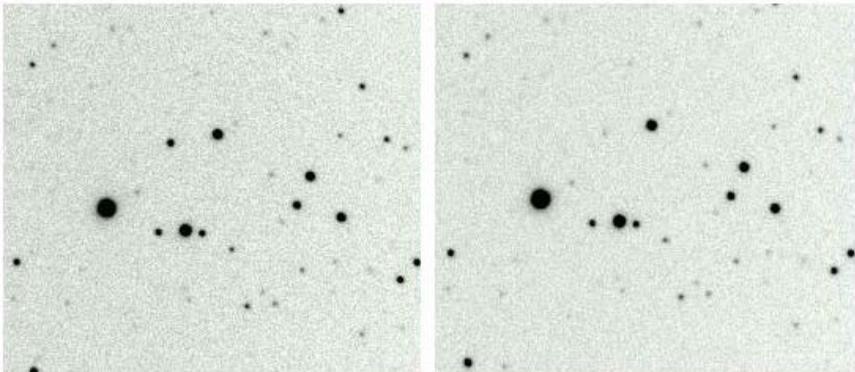


Abb. 1

Aber es geht noch mehr: die Helligkeit von HS 0728+6738 lässt sich fotometrieren und in einem Diagramm als "Lichtkurve" darstellen. Da sieht man dann mehr als in der

Animation. Vielleicht hört sich "fotometrieren" für den Sternfreund, der dies noch nie gemacht hat, ungewohnt an.

In eigenen Bildern herum messen, verrückte Idee! Aber unsere CCD-Kamera macht nicht nur Bilder, sondern ist ein präzises Messinstrument. Und wo stehen die Messdaten? In unserem Bild! Die ganze Bilddatei ist nichts anderes als eine Datensammlung, jedes Pixel ist ein Datensatz. Und wie holt man aus zig Bildern die Daten zur Helligkeit von HS 0728+6738 heraus? Ganz einfach, jedes Standard-CCD-Bildbearbeitungsprogramm hat eine Fotometriefunktion. Man lädt alle Bilder, zeigt einmal auf HS 0728+6738, zeigt einmal auf einen Vergleichssterne, teilt dem Programm dessen Helligkeit mit und drückt auf die Schaltfläche "plot". Innerhalb von einer Sekunde steht die Lichtkurve auf dem Display zum Anschauen bereit.

Auswertung

Und diese Lichtkurve(n) [Abb. 2] habe ich mir nun genau angeschaut und mit dem Mauszeiger ausgewertet.

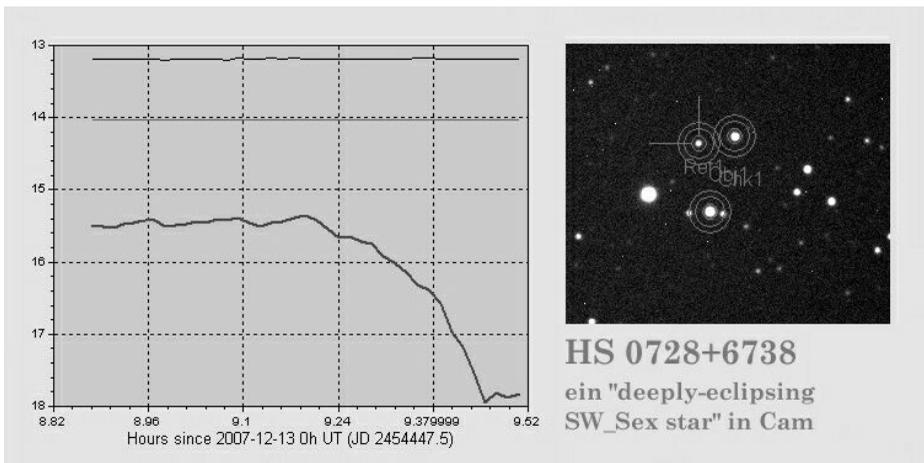


Abb. 2

Beim Zeigen mit der Maus auf die Bildfläche des Diagramms zeigen sich unten in der Statuszeile die Koordinaten des Pixels, auf dem der Mauszeiger gerade steht. Von markanten Punkten (Lichtkurve, Helligkeitsachse und Zeitachse) notierte ich mir die Pixelkoordinaten. Mit Dreisatz ließen sich daraus Helligkeiten, Helligkeitsdifferenzen, Zeitpunkte, zeitliche Abstände, die Geschwindigkeit des Abfalls bzw. der Zunahme der Helligkeit ableiten. Die auf diese Weise erhaltenen Werte sind hierunter tabellarisch erfasst.

Und obwohl nicht alles funktionierte, ließen sich im Urlaub die zur vollständigen Beschreibung eines Minimums erforderlichen Werte den eigenen Aufnahmen entnehmen. Und zusätzlich noch ein weiterer interessanter Effekt feststellen.

Ergebnisse

Die Auswertung von zwei beobachteten Minima ergab ...

Dauer des Abstiegs:	14,4 min
Dauer des tiefen Minimums:	2,8 bis 3,2 min
Dauer des Anstiegs:	31,2 min
Dauer des gesamten Minimums:	~48 min
Helligkeit im Ruhelicht:	15.6 mag
Tiefe des Minimums:	2,4 mag bis 2,8 mag

Das Minimum ist asymmetrisch: sein Abstieg nahm erheblich weniger Zeit in Anspruch als der Anstieg. Während die Helligkeit nach dem Minimum sich stetig verlangsamend anstieg, sank die Helligkeit vor dem Minimum in drei Abschnitten [Abb. 3] mit jeweils zunehmender Geschwindigkeit linear (im Magnituden-Maßstab) ab ...

Abschnitt I	4,2 min	3,8 mag / Stunde
Abschnitt II	6,0 min	7,6 mag / Stunde
Abschnitt III	4,2 min	19,1 mag / Stunde

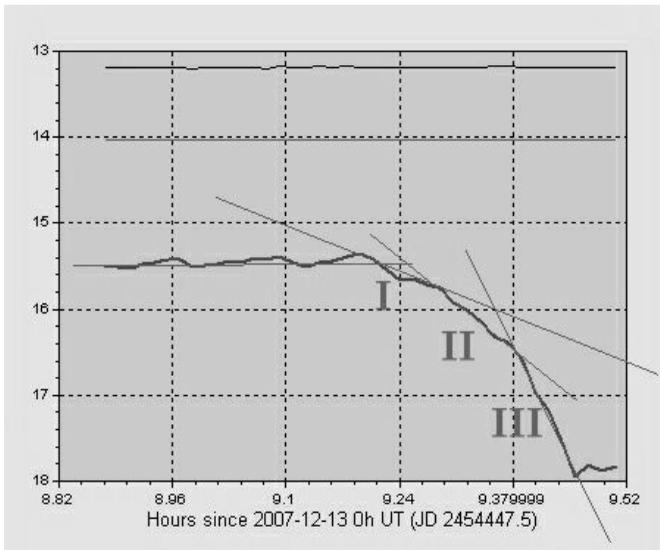


Abb. 3

Alle diese verschiedenen Formelemente der Lichtkurve müssen ihre Ursache in getrennten Strukturen des Doppelsternsystems HS 0728+6738 haben, die nach einander bedeckt und wieder frei werden.

Der Anstieg aus dem Minimum zum Ruhelicht ist in der Abb. 4 enthalten. Bedingt durch Starkwindböen war das Seeing erheblich schlechter als zuvor. In den

gemessenen Verlauf der Lichtkurve musste daher eine idealisierte Lichtkurve eingezeichnet werden.

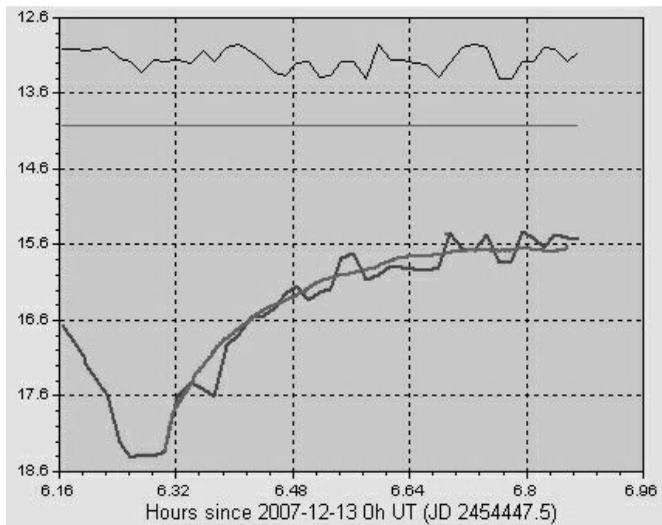


Abb. 4

Die "gerundete Sägezahnwelle"

Aber auch die Zeit außerhalb des Minimums ist interessant. Ich konnte in diesem Teil der Lichtkurve eine "gerundete Sägezahnwelle" entdecken, die sich offenbar noch in den Abstieg hinein fortsetzte [Abb. 5].

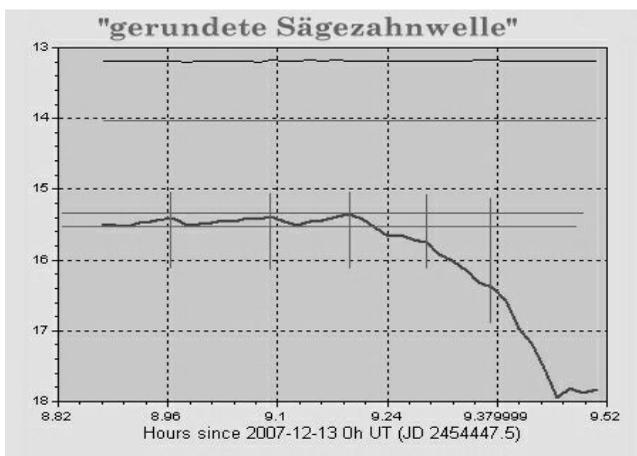


Abb. 5

Die Amplitude dieser Modulation beträgt bei mir 0.19 mag. Sie überschreitet die Messungengenauigkeit, ist folglich real. Ihre Maxima weisen gegenseitige Abstände auf, die zwischen 5,3 und 7,7 Minuten liegen. Es könnte sich hier um die in der Arbeit erwähnte quasiperiodische Oszillation (QPO) handeln, die mit einer Periode von ca. 7 Minuten abläuft und die bei einer "two-pole accretion" zu erwarten ist. Hierbei wird Materie an der Innenseite der Akkretionsscheibe vom Magnetfeld der primären Komponente erfasst (dies führt dort zum Stutzen der Scheibe) und entlang der Feldlinien im hohen Bogen auf die beiden Magnetpole der Primärkomponente geführt. Und diese beiden Magnetpole verändern ihre relative Position mit der Rotationsbewegung der Primärkomponente. Die QPO bei Akkretion auf beide Pole deutet also auf die halbe Rotationsperiode des magnetischen Weißen Zwergs hin.

Dies ist das erste Mal (nach der Sonne), dass ich in meinen Beobachtungen einen Hinweis auf die Rotation eines Sterns erhielt. Ein wirklich interessantes Ergebnis.

Ausblick

Es gibt Veränderliche, deren Komponenten sich innerhalb von wenigen Stunden um einander bewegen, sich dabei bedecken und dadurch die Helligkeit beeinflussen, die wir auf der Erde von ihnen sehen. Aus diesen Veränderungen der Helligkeit innerhalb und außerhalb des Minimums lassen sich eine Fülle von Hinweisen auf Strukturen und Bewegungen im Doppelsternsystem gewinnen. Ich erhoffe mir aus der Literatur weitere Aufschlüsse zu diesen Strukturen von HS 0728+6738.

Gezeigt wurde, wie der Sternfreund mit geringem Aufwand durch die Nutzung der Fotometriefunktion eines Standard-CCD-Bildbearbeitungsprogramms tiefe Einblicke in ein Doppelsternsystem erhalten kann.