

## WW Cet - ein Stern bleibt stehen

Hans-Günter Diederich

Die Überschrift zu diesem Artikel mag seltsam klingen, eigentlich kann ein Stern gar nicht „stehen bleiben“.

Es gibt bekanntermaßen Sterne, die regelmäßig ihre Helligkeit verändern, dazu zählen auch die sogenannten Zwergnovae. Sie werden nach ihrem Prototyp U-Gem-Veränderliche (UG) genannt.

Meistens sind sie schwach, halten sich in ihrem Minimum auf, im "Ruhelicht". Nach einem für sie charakteristischen Zeitraum aber erleben sie einen Ausbruch und werden deutlich heller. Danach ruhen sie sich wieder aus. Zwei Untergruppen der Zwergnovae verhalten sich so, sie heißen gemäß ihren Prototypen SS-Cyg-Veränderliche (UGSS) und SU-UMa-Veränderliche (UGSU).

Dann gibt es noch Zwergnovae, die immer wieder einmal stehen bleiben, man könnte sie daher "Stillstandssterne" nennen. Sie bilden die Untergruppe der Z-Cam-Veränderlichen (UGZ) und pendeln wie die anderen zwischen Ruhelicht und Ausbruch hin und her. Aber plötzlich, wenn ihre Helligkeit gerade mal wieder im Anschluss an einen Ausbruch absinkt, bleibt sie stehen, hängt für eine unbestimmte Zeit in einem Stadium zwischen Ausbruchshelligkeit und Ruhelicht fest.

In diesem Augenblick bietet sich für uns die Gelegenheit zu einem einfachen Wiederholungsprojekt, gleichermaßen für Visuelle und CCDler (und andere Astrofotografen). Wir schätzen die Helligkeit zunächst im Zwischenzustand (der Stillstand genannt wird) und später im Ausbruch und im Ruhelicht. Oder wir messen sie in unseren Bildern (Fotometrie) bzw. wir zeichnen als Visuelle eine kleine Skizze.

Gerade jetzt bietet sich wieder eine solche Gelegenheit: WW Cet befindet sich im Stillstand. Zumindest befand er sich im Stillstand, als ich ihn am 09.12.10 zu  $V = 12.8$  mag fotometrierte.

Nach einer solchen Aufnahme kann man sich dann etwas Zeit lassen, vielleicht im BAV-Forum mitlesen, in anderen Quellen ebenso, Lichtkurve bzw. augenblickliche Helligkeit verfolgen (z. B. im Lichtkurven-Generator der BAV oder der AAVSO). Wenn WW Cet seinen Stillstand verlässt und beginnt, wieder zwischen Ausbruch und Ruhelicht hin und her zu pendeln, dann nehme man ihn einmal im Ausbruch bei größter Helligkeit und ein weiteres Mal im Ruhelicht bei geringster Helligkeit auf.

Aus diesen drei Aufnahmen können wir nun eine schöne Montage erstellen, vielleicht auch fotometrieren, die Helligkeiten mit Datum ins Einzelbild schreiben und uns an diesem netten und informationsreichen Dokument erfreuen.

Ein Stillstand ist recht selten, deshalb ist gerade jetzt bei WW Cet Eile geboten. Bei dem Prototypen Z Cam musste ich mehrere Jahre auf dessen Stillstand warten, bis es endlich so weit war. Bei WW Cet könnte es noch länger dauern, denn Ende letzten Jahres erlebte dieser Veränderliche seinen ersten, jemals von Menschen beobachteten Stillstand.

Ich erfuhr davon aus der Arbeit „**The First Historical Standstill of WW Ceti**“, Simonsen & Stubbings (2010) auf astro-ph [1].

Diese Arbeit ist mit nur vier Druckseiten recht kompakt und leicht zu lesen, erzählt die Vorgeschichte, die Eigenschaften der drei Untergruppen der Zwergnovae und insbesondere den "Stillstand" sowie die Charakterisierung von WW Cet als mutmaßlichen Z-Cam-Stern. Denn ohne einen Stillstand jemals beobachtet zu haben, kann man nicht wirklich sicher sein, dass eine Zwergnova auch wirklich ein Z-Cam-Veränderlicher ist. Wie bereits erwähnt, bei WW Cet findet der erste jemals beobachtete Stillstand gerade erst statt.

Hier nun die oben genannte Arbeit in einer freien Übersetzung:

### **Abstract**

Z-Cam-Zwergnovae unterscheiden sich von den anderen Zwergnovae durch das Auftreten von sog. "Stillständen" in ihren optischen Lichtkurven. Bereits früher war vorgeschlagen worden, WW Cet könnte eine solche Z-Cam-Zwergnova sein, aber diese Einschätzung wurde danach ausgeschlossen, denn in 40 Jahren Beobachtung konnte nie ein Stillstand beobachtet werden. WW Cet wurde daher im GCVS und im International Variable Star Index (VSX) als Zwergnovae Typ UG klassifiziert.

Das änderte sich aber in 2010, als der erste jemals beobachtete Stillstand von WW Cet eintrat, in dem sich der Veränderliche mehr oder weniger gleichbleibend im Helligkeitsbereich bei 12 mag aufhielt. Aufgrund dessen charakterisieren die Autoren WW Cet als sicheres Mitglied der Zwergnova-Untergruppe UGZ.

### **Einleitung**

U-Geminorum-Veränderliche (UG), auch Zwergnovae genannt, sind enge Doppelterne, welche aus einem Zwerg oder Unterriesen K bis M bestehen, der das Volumen seines inneren Roche-Lobus ausfüllt. Der Geberstern verliert Masse an einen Weißen Zwerg, welcher von einer Akkretionsscheibe umgeben ist. Von Zeit zu Zeit erlebt das System einen Ausbruch, steigert plötzlich seine Helligkeit um mehrere Magnituden. Nach einigen Tagen bis zu einem Monat oder länger, kehrt das System wieder in seinen Ruhezustand zurück.

Man nimmt als Ursache dieser Zwergnova-Ausbrüche thermische Instabilitäten der Akkretionsscheibe an. Gas sammelt sich in dieser Scheibe, bis es sich aufheizt und viskos wird. Die gesteigerte Viskosität bringt das Gas dazu, in Richtung Weißer Zwerg zu wandern und sich dabei noch mehr aufzuheizen, bis es dann schließlich zum Ausbruch kommt.

Die Zwischenräume von aufeinander folgenden Ausbrüchen mögen bei einem konkreten Stern variieren, aber für jeden Stern kann eine charakteristische mittlere Zeit für die Dauer dieser Intervalle genannt werden. Es gibt einen Zusammenhang: je länger die Ausbruchszyklen sind, umso größer ist die Helligkeitsamplitude der Ausbrüche.

Gemäß der Eigenschaften ihrer Lichtkurven werden die UG in drei Untergruppen unterteilt: siehe Artikelanfang. In der Arbeit sind die UGSU nicht relevant und werden hier nicht weiter beachtet.

Die UGSS steigen innerhalb von ein bis zwei Tagen in ihrer V-Helligkeit um 2 bis 6 mag. Sie kehren nach mehreren Tagen zu ihrer Ruheshelligkeit zurück. Die Zykluszeit dieser Gruppe umfasst einen beachtlichen Bereich: von 10 bis zu Hunderten von Tagen.

Auch UGZ zeigen zyklisch auftretende Ausbrüche, aber sie unterscheiden sich von den UGSS dadurch, dass sie manchmal nach einem Ausbruch nicht zu ihrem Ruhelicht zurückkehren, sondern auf diesem Weg für Monate bis Jahre in ihrer Helligkeit stehen zu bleiben scheinen. Dies geschieht bei einer Helligkeit, welche 1 bis 1,5 mag schwächer als die Ausbruchshelligkeit ist. Diese Episoden werden Stillstand genannt.

Die Zykluszeiten der UGZ bewegen sich charakteristischerweise im Bereich von 10 bis 40 Tagen, und ihre Ausbruchsamplituden betragen 2 bis 5 mag. Aber Stillstände sind die ihre Gruppe charakterisierende Eigenschaft.

### **Geschichte**

Luyten (Liller 1962a) war der Erste, welcher WW Cet als Veränderlicher erwähnte. Er äußerte auch die Vermutung, dass WW Cet ein CV (kataklismischer Veränderlicher) sei. Herbig (Liller 1962b) bestätigte die CV-Natur von WW Cet.

Der erste Vorschlag, WW Cet könnte zu den UGZ gehören, stammt von Paczynski (1963): Der Veränderliche wurde als UGZ im GCVS katalogisiert (Kukarkin et al. 1969).

Warner (1987) und Ringwald et al. (1996) stellten fest, da die Lichtkurve von WW Cet über längere Zeiträume keine Anzeichen von Stillständen zeigte, könne der Stern kein Mitglied der UGZ-Untergruppe sein. Sowohl GCVS (Samus et al. 2007-2009) als auch VSX führen WW Cet zur Zeit als UG.

### **Charakterisierung**

Eine detaillierte Auswertung der AAVSO-Daten zeigt, dass sich die Helligkeit von WW Cet üblicherweise zwischen 16.0 mag im Minimum und  $V = 10.5$  mag im Ausbruch bewegt. Von August 1968 bis zum Ende von 2009 zeigt die Lichtkurve das zyklische Muster von Ausbrüchen und Ruhephasen eines UGSS. Die durchschnittliche Zykluszeit zwischen den Ausbrüchen beträgt 31.2 Tage (Samus et al. 2007-2009).

Die physikalischen Eigenschaften des Veränderlichen sind recht gut bekannt. Die Umlaufperiode beträgt 4,22 Stunden, die Massen von Primär- und Sekundär-Komponente 1,05 Msun und 0,393 Msun. Die Inklination der Umlaufbahn beläuft sich auf  $48^\circ (\pm 11^\circ)$ , sodass keine Bedeckungen auftreten (Tappert et al. 1997).

Es ist die ziemlich lange Umlaufperiode, weit oberhalb des "period gap", welche einige Bearbeiter vermuten ließen, dass WW Cet ein UGZ sein könnte. Alle bestätigten UGZ weisen Perioden länger als 3 Stunden auf. Aber diese Eigenschaft ist natürlich kein Beweis, dass WW Cet der UGZ-Klasse auch wirklich angehört.

### **Der Stillstand 2010**

Eine sichere Datenbasis bei der AAVSO zeugt davon, dass sich WW Cet seit mindestens 78 Tagen (Artikelerstellung im Januar 2011, A. d. Red.) im Stillstand befindet. Die früheste Beobachtung des 2010er Stillstands wurde am 10.09.2010 berichtet mit einer Helligkeit von  $V = 12.8$  mag. Am 27.11.10 blieb der Stern bei  $V =$

12 mag mit einem Durchschnitt von  $\sim 12.4$  mag mit Fluktuationen von  $V = 12.9$  mag bis 12.0 mag.

Dies ist eine V-Helligkeit von 3 bis 4 mag oberhalb der für ihn typischen Helligkeit im Minimum und  $\sim 1.5$  mag unterhalb der durchschnittlichen Helligkeit im Maximum. Das ist eine fast textbuchmäßige Übereinstimmung mit der Definition eines "UGZ-Stillstands".. Hinzu kommt, dass die Ausbruchsamplitude, die Zykluszeit und die Umlaufperiode alle die Klassifizierung als UGZ bestätigen. Die Beweislage für WW Cet, ein UGZ zu sein, ist überwältigend.

Die **Schlussfolgerung** deckt sich mit dem Abstract und wird hier nicht wiederholt.

[1] URL von astro-ph:  
<http://xxx.uni-augsburg.de/archive/astro-ph>

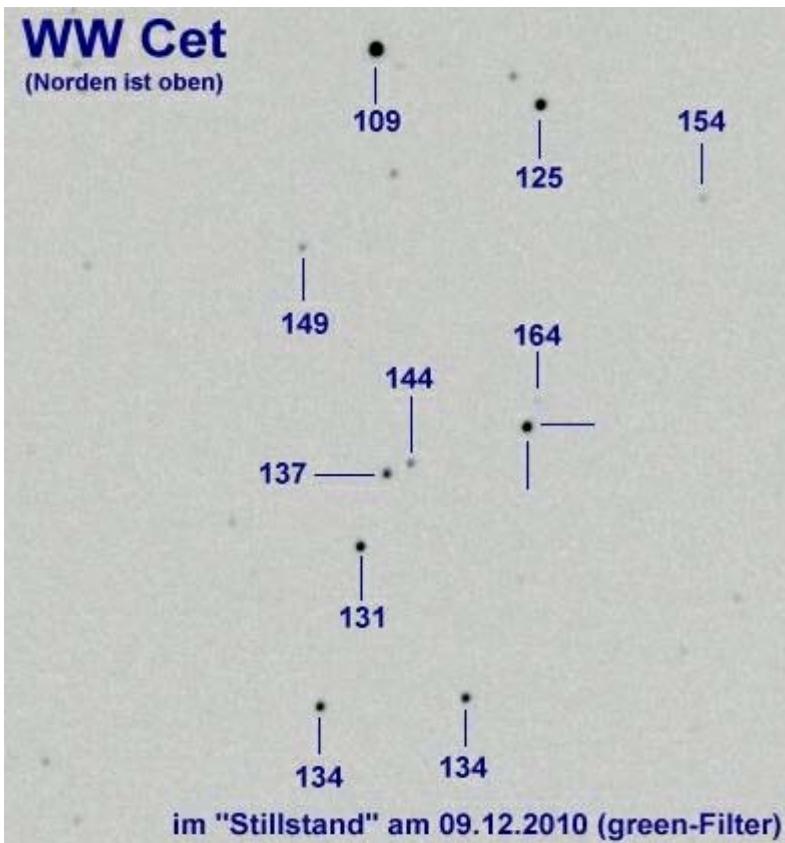


Abb. 1: Eine Fotokarte aus meiner Aufnahme, ergänzt um die Helligkeiten einiger AAVSO-Vergleichssterne, Norden ist oben.