

Die fortlaufende Beobachtung eines Novaähnlichen Kataklysmischen und Entdeckung eines weiteren Mitglieds dieser Gruppe

Rainer Gröbel

Im Rundbrief 2015/4 [1] habe ich von der zufälligen Entdeckung eines der seltenen Kataklysmischen Veränderlichen vom SW-Sextantis-Typ und dessen Enträtselung bis hin zur vollständigen Modellierung berichtet. Seitdem beobachte ich diesen Stern regelmäßig um das Verhalten der Periode zu verfolgen. Eventuelle Änderungen könnten etwas über die Entwicklung dieses Systems verraten. Zunächst war eine Überwachung weiterer Sterne dieser Art nicht geplant, aber völlig unerwartet konnte ich auf Bitten eines unserer Mitglieder Erstmessungen an einem Stern durchführen, den er aus guten Gründen verdächtigte, zu dieser Gruppe zu gehören. Die Lichtkurven zeigten ein für Sterne dieser Art typisches Verhalten, aber erst ein Spektrum gab letzte Sicherheit und schließlich Anlass zu einer Publikation. In der Folge wurde die Überwachung um weitere für meine Anlage zugängliche Objekte dieser Art erweitert. Dabei ist Geduld gefragt, denn Aussagekräftiges wird es erst, wenn überhaupt, in einigen Jahren geben...

Nachfolgebeobachtungen des Novaähnlichen Kataklysmischen mit Bedeckungen 2MASSJ22560844+5954299

Bei diesen besonderen Doppelsternen registriert der Beobachter im Prinzip nur die Helligkeit der sich um einen Weißen Zwerg bildende Akkretionsscheibe, die vom abfließenden Gas eines bis an seine Roche-Grenze aufgeblähten Roten Zwerg gespeist wird. Daraus ergibt sich eine sehr unruhige Lichtkurve (LK) mit schnellem Flackern (flickering), eine sich rasch ändernde Höhe der Schultern der LK in Abhängigkeit der bisweilen stoßweise verlaufenden Masseabflußrate und der stark schwankenden Helligkeit der Akkretionsscheibe. Je nach Ausrichtung der Bahnebene zu unserer Sichtlinie, kann die Tiefe der Bedeckungen sehr unterschiedlich ausfallen. Je nach Bedeckungsgrad können diese von streifenden, nicht oder kaum sichtbaren Absenkungen bis hin zu mehreren Größenklassen betragen. Bei Letzteren ist die Entdeckungswahrscheinlichkeit hoch, so dass es in dieser Gruppe zu einem starken Auswahleffekt kommt, die „tiefen“ Systeme sind stark überrepräsentiert. Bei Studien werden diese aber bevorzugt, denn erst durch die aus der Bedeckung zusätzlich erhaltenen Informationen lässt sich das System im Modell darstellen [2,3]. In den LKn in Abbildung 1 sind diese Effekte zu sehen, wobei die Auflösung des Flackerns durch die Belichtungszeit begrenzt ist. Auffallend ist die von Saison zu Saison stark schwankende mittlere Höhe der Schultern.

Schon bald nach den ersten Beobachtungen hat sich herausgestellt, dass bei diesem System die Helligkeitsschwankungen in den Schultern und in der Tiefe der Minima in Wirklichkeit viel größer sind, denn kaum 6 Bogensekunden entfernt befindet sich ein fast gleichheller „Begleiter“, der ständig in die Messungen eingeht. Allein stehend wäre dieser Stern eine auffallende Erscheinung und schon viel früher entdeckt worden. Erst die längere Brennweite eines professionellen 60-cm-Teleskops erlaubte die Trennung und dessen LKn zeigten, dass es sich wohl um den SW-Sextantis-Stern* mit der bislang tiefsten bekannten Absenkung handeln dürfte [2].

- * Zur Einordnung dieser Sterngruppe unter den Kataklysmischen Veränderlichen (CV) siehe Abbildung 12 am Ende des Artikels.

Diese beträgt im B-Bereich mehr als 4 Größenklassen, also ein Intensitätsverhältnis von fast 1 zu 100. Diese große Amplitude erklärt sich durch die letztendlich im Modell angenommene totale Bedeckung der Akkretionsscheibe, so dass am tiefsten Punkt im Minimum nur noch die Helligkeit des Roten Zwergs übrig bleibt.

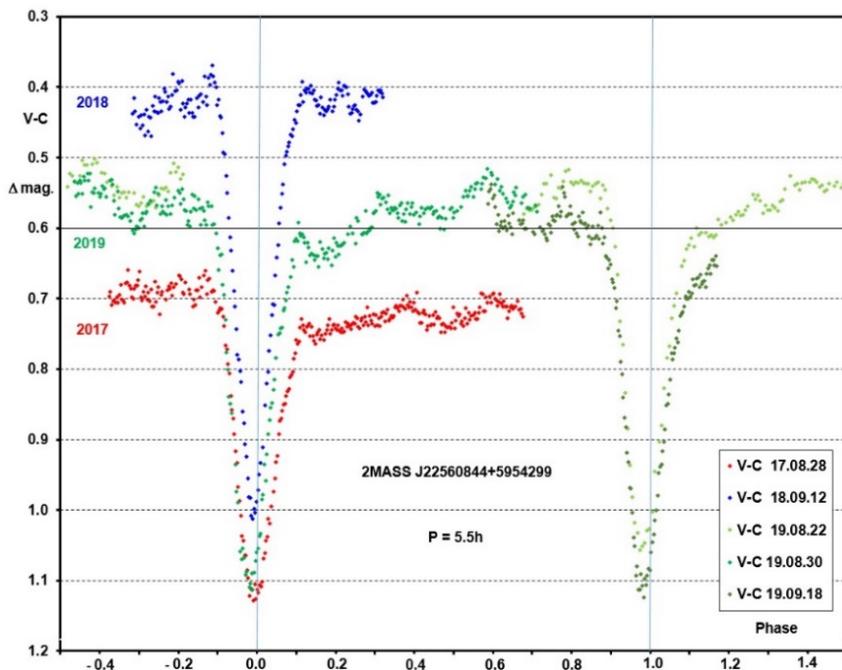


Abb. 1: Von 2017 bis 2018 wurde ein starker Anstieg der Helligkeit registriert. Nun scheint das System zur langjährigen mittleren Helligkeit zurückzukehren (durchgezogene Linie bei 0,6 mag).

Bei diesen Systemen wird von einer hohen Akkretionsrate ausgegangen, so dass es zu starken Turbulenzen in der Akkretionsscheibe kommt und diese daher besonders hell erscheint. Das System befindet gewissermaßen in einem ständigen, Novaähnlichen Ausbruch. Die am Auftreffpunkt der Materie auf die Akkretionsscheibe (Hot Spot) nötigen Temperaturen zur spontanen Zündung von Kernreaktionen werden aber nie erreicht. Nicht einmal die bei den ähnlichen Zwergnovae üblichen, u. U. mehrere Größenklassen betragenden kurzzeitigen Ausbrüche sind zu erwarten. Kann man sich aber dessen so sicher sein?

Neben der bislang stets enttäuschten Hoffnung auf die Beobachtung eines solchen Ereignisses, verfolge ich nun seit elf Jahren die Entwicklung der Periode. Bislang

wurden 144 Minima registriert und es ist immer wieder faszinierend, am Bildschirm verfolgen zu können, wie die etwas schwächere Komponente des vermeintlichen „Doppelten“ innerhalb einer Stunde von Bild zu Bild fast bis zum Verschwinden schwächer wird, um ebenso schnell wieder zur Anfangshelligkeit zurückzukehren.

Das Diagramm in Abbildung 2 stellt die Abweichungen von der ursprünglichen Periode von 0.22860563 d (ca. 5,5 h) gegenüber der Zeit dar. Bis 2015 schien die Periode konstant zu bleiben, aber danach nimmt die Abweichung von der Vorhersage stetig zu. Die Periode hat sich geringfügig, aber dennoch deutlich verkürzt. Das Diagramm bietet zwei Möglichkeiten der Interpretation die bei allen Arten enger, halbgetrennter Doppelsterne vorkommen können. Entweder fand zwischen 2014 und 2015 eine abrupte Änderung statt (blau), oder die Periode verkürzt sich fortlaufend (rot). Eine Anpassungskurve dritter Ordnung scheint aber die Messungen am besten darzustellen und entspricht der Vorstellung, dass sich diese Systeme in Richtung immer kürzerer Umlaufzeiten entwickeln. Eine ähnlich dichte Verfolgung gibt es bislang nur für wenige der bekanntesten Mitglieder dieser Gruppe und diese wird nur von Amateuren [4] durchgeführt. Fast aus den Stand heraus, schließt dieser vergleichsweise „neue“ Veränderliche zu den bestuntersuchten und beobachteten Systemen dieser Art auf.

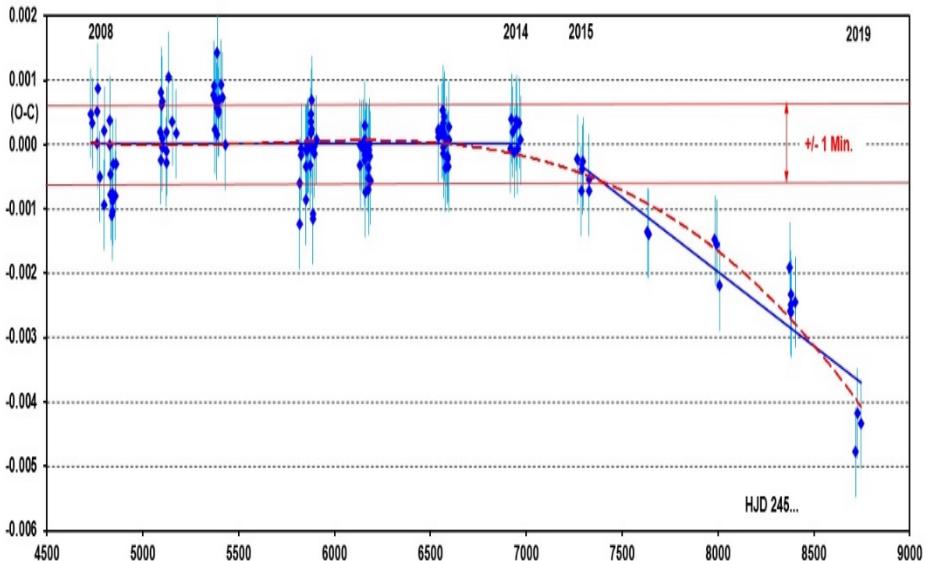


Abb. 2: Das Beobachtung-Rechnung-(B-R)-Diagramm zeigt die Verkürzung der Periode. Die Ungenauigkeit bei der Bestimmung des Zeitpunkts eines Minimums wird auf +/- 1 Min. geschätzt.

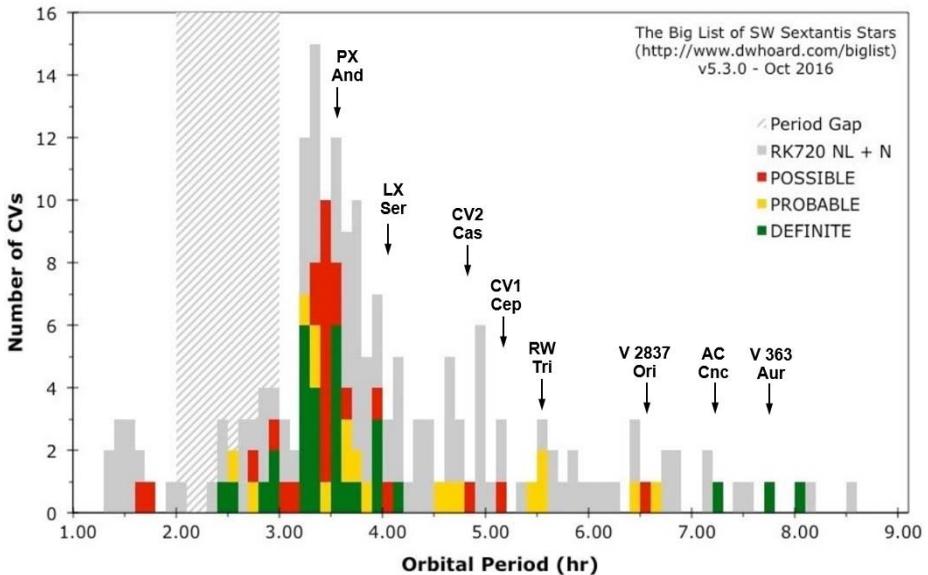


Abb. 3: Für der Zugehörigkeit zu dieser Gruppe legt der Autor dieser Darstellung einen strengen Maßstab an. Zusätzlich sind einige Sterne aus meiner Überwachungsliste eingetragen.

In Abbildung 3 [5] ist die Häufigkeit der dieser Gruppe zugehörig gemeldeten Sterne gegenüber der Periode aufgetragen. Bei Perioden zwischen drei und vier Stunden kommt es zu einer auffälligen Häufung. Eine mögliche Erklärung wäre, dass SW-Sex-Sterne sich in einer besonderen Phase der Entwicklung dieser Kataklysmischen (CV) befinden. Beim Übergang zu halbgelassenen Doppelsternen würde es zu einem kurzzeitigen starken Anstieg des Masseabflusses kommen und diese Systeme würden sich bevorzugt in diesem Bereich bilden. Bei Perioden zwischen zwei und drei Stunden nimmt dagegen die Häufigkeit schlagartig ab. Es wird angenommen, dass die Akkretion abreißt, wenn ein System in diesen Periodenbereich kommt. Im Laufe der Entwicklung dieser CVs soll sich deren Periode soweit verkürzen, dass sie letztendlich in dieses „Period Gap“ fallen. Es erschien mir nun reizvoll, bei einigen der „sicheren“ und für mich erreichbaren Mitglieder dieser Gruppe die Entwicklung der Periode über längere Zeit zu verfolgen, aber dazu mehr im dritten Kapitel.

Ist der der Veränderlichkeit verdächtige NSV 1907 ein SW-Sextantis-Stern?

Schon bald nach dem Aufkommen der Photographie hatten sich einige Sternwarten der Himmelsüberwachung verschrieben. Plattensammlungen wurden angelegt und stetig erweitert. Für die Erforschung der Veränderlichen war dies ein entscheidender Durchbruch. Das Aufkommen der CCD läutete aber das schnelle Ende der chemischen Photographie und zunächst auch das dieser Himmelsüberwachungen ein. Der Flächenzuwachs der CCD-Chips gelang aber so rasant, dass nun immer leistungsfähigere vollautomatische Stationen diese Überwachungsfunktion (surveys)

ungemein erfolgreich übernommen haben. Die Betreiber dieser Automaten verfolgen meist sehr spezifische Ziele, z.B. die möglichst frühe Meldung von Supernovae, die Entdeckung von Exoplaneten oder die Überwachung von eventuell gefährlichen Asteroiden (NEOS). Bisweilen reichen die diesen Projekten zugeteilten Mittel, um einen Teil der Daten in eine Datenbank abzulegen und diese im Netz als „public release“ für jedermann zugänglich zu machen. Dieses „data mining“ eröffnet ganz neue Perspektiven und einige unserer Mitglieder haben sich dieser Art der Beobachtung verschrieben. An der Anzahl der sich daraus ergebenden Publikationen gemessen, widmet sich Stefan Hümmerich mit Erfolg dieser Tätigkeit. Zusätzlich zum „mining“ kam er auf die Idee, die beim „Centre de Données Stellaires“ (CDS) [6] in Strasbourg gegebene Möglichkeit auszunützen, verschiedenste Sternkataloge untereinander abzugleichen, um nach Auffälligkeiten zu suchen. In der im UV-Bereich durchgeführten Durchmusterung des Weltraumteleskop GALEX [7] fiel ihm ein Stern auf, dessen Helligkeit im Nahen UV (NUV) und im Fernen UV (FUV) gleich blieb (Abb. 4), so dass der (FUV-NUV)-Index gleich Null ist. Dieser „UV-Überschuss“ deutet auf ungewöhnliche Vorgänge bei diesem Objekt. Die weitere Recherche ergab, dass die Veränderlichkeit dieses Sterns schon 1962 anhand von Plattenschwächungen der Sonneberger Himmelsüberwachung vom Gründer und Direktor der Sternwarte, C. Hoffmeister, persönlich entdeckt wurde. Wohl aufgrund der wenigen und weit auseinander liegenden Messpunkte fiel die Klassifizierung als „langperiodisch“ recht unsicher aus, so dass der Stern im Veränderlichen-Katalog GCVS nur als „New Suspected Variable“ NSV 1907 aufgenommen wurde. Es wäre bei diesen dürren Angaben geblieben, aber nun kam das „mining“ ins Spiel. Ein Aufruf des Catalina Sky Survey (CSS) [8] ergab 283 über 7 Jahre verteilte Messpunkte.

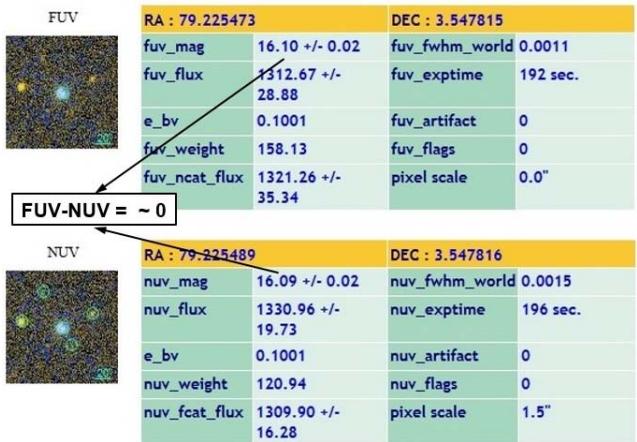


Abb. 4: Auszug aus dem GALEX-Katalog. Auch in der Abbildung des Feldes in beiden Bereichen (links) erscheint der Stern gleichhell.

Der Einsatz eines Periodensuchprogramms zeigte die LK eines Bedeckungsveränderlichen (BV) mit einer recht kurzen Periode von ca. 6,6 h und einer ungewöhnlich schnell verlaufenden, tiefen Absenkung von ca. 1,7 mag Amplitude

(Abb. 5). Noch rätselhafter erschien die bis zu 0,6 mag starke Amplitude der Streuung in den Schultern, beides für einen BV recht unüblich.

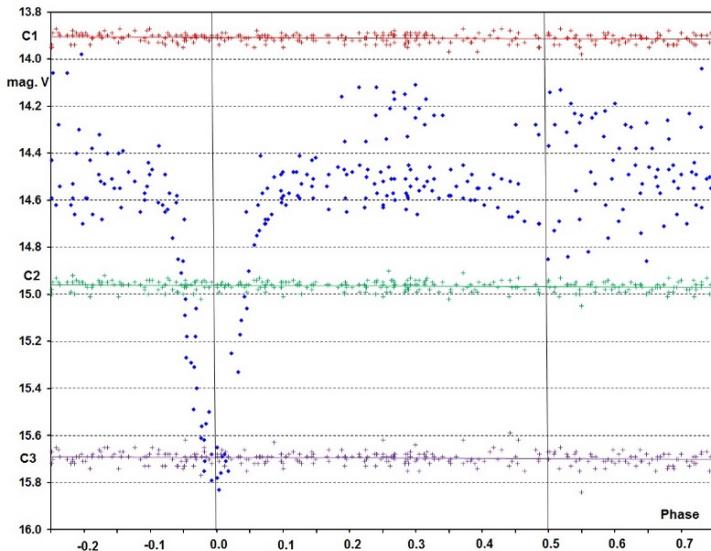


Abb. 5: Die aus Daten des CSS Survey gewonnene LK von NSV 1907. Die Qualität der Messungen zeigt sich an der geringen Streuung der eingezeichneten Vergleichssterne

Rechtzeitig vor Beginn der Beobachtungssaison übergab er mir seine Erkenntnisse mit der Bitte, diesen „heißen“ Kandidaten zu beobachten. Nichts lieber als das, aber die Zeit verging ohne Hoffnung auf eine ausreichend lange Lücke in einem durchgehend verhängten Himmel. Außerdem ist der Stern am Himmel rechts etwas oberhalb der Verlängerung der Gürtelsterne des Orion zu finden. Eigentlich kein Problem, leider steht am Anfang und für einen Gutteil der Saison mein Haus dazwischen. Aber nur Geduld, ab Januar taucht das Objekt schon am frühen Abend hinter der Kante des Hauses auf und kann über mehr als fünf Stunden verfolgt werden. In der Zwischenzeit kamen mir Zweifel an der in der CSS-LK gezeigten Amplitude der Schwankungen. Aus Erfahrungen mit anderen Surveys weiß ich, dass die Streuung der Messwerte in diesem Helligkeitsbereich oft viel größer als angegeben ausfällt. Ist der mit $\pm 0,05$ mag recht gering angesetzte Fehler bei den CSS-Daten realistisch? Die Messpunkte von drei in unmittelbarer Nähe gewählten Vergleichssterne bestätigten die geringe Streuung, so dass an der starken Unruhe der LK nun kein Zweifel bestand und ich meinte sogar bei Phase 0,5 die Spur eines Nebenminimums (NM) erkennen zu können. Beim Vorübergang der angenommenen Akkretionsscheibe vor dem Spenderstern“ könnte es zu einer leichten Absenkung kommen, die zeigen würde, dass dieser viel mehr zur Gesamthelligkeit des Systems beiträgt, als der sonst übliche Rote Zwerg.

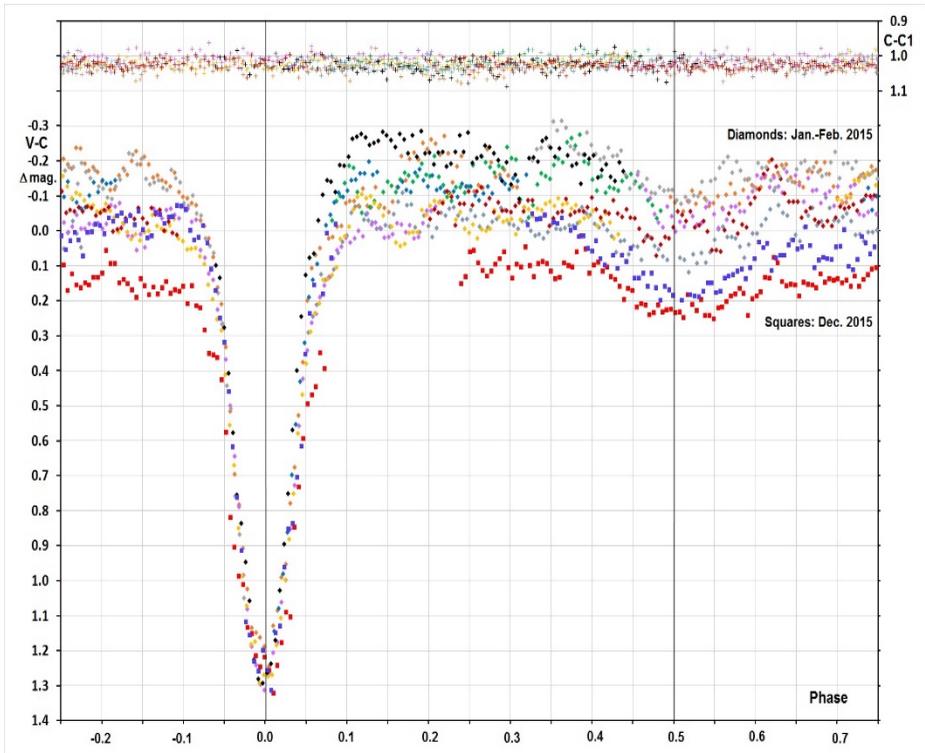


Abb. 6: Die ersten Beobachtungen dieses Systems

Die Beobachtung lief zunächst zäh an und es waren schließlich zwei Beobachtungsabschnitte zwischen Dezember und Februar in den Jahren 2014 und 2015 nötig, um eine befriedigende Dichte der LK zu erreichen, damit die wesentlichen Merkmale ausreichend dokumentiert werden konnten (Abb. 6). Da sich die Tiefe des Hauptminimums (HM) kaum ändert, kann von einer totalen oder fast totalen Bedeckung der Akkretionsscheibe ausgegangen werden. Bei einer partiellen Bedeckung müsste sich ein Teil der Helligkeitsschwankungen in den Schultern in der Tiefe des HM widerspiegeln. Wie vermutet, ist trotz der starken Unruhe in den Schultern stets ein NM bei Phase 0,5 vorhanden. Dies war mir bei SW-Sex-Sternen bislang nicht bekannt, es stellte sich aber heraus, dass dies ein Merkmal der zwei schon länger bekannten Systeme mit der längsten Periode dieser Gruppe ist. Somit könnte ein drittes System mit einer nur leicht kürzeren Periode hinzugefügt werden. Die in allen Zeitskalen starken Schwankungen in den Schultern der LK sind ein Anzeichen für turbulente Vorgänge in der Akkretionsscheibe und je näher das Gas zum Weißen Zwerg hin strudelt, desto kurzweiliger und heftiger dürften die Helligkeitsschwankungen ausfallen. Allerdings, bei einem Abgleich mit Katalogen aus dem Röntgenbereich, konnte an dieser Position bislang keine Quelle gefunden werden.

Bei einer „Schönwetterkatastrophe“ im Januar 2017 konnte ein starker Abfall der Helligkeit der Akkretionsscheibe fast Nacht für Nacht verfolgt werden (Abb. 7), wobei kleine Variationen in der Tiefe der HM zeigen könnten, dass die Bahnebene des Systems zu unserer Sichtlinie so gekippt ist, dass die Bedeckung zwar tief, aber doch nur partiell ist.

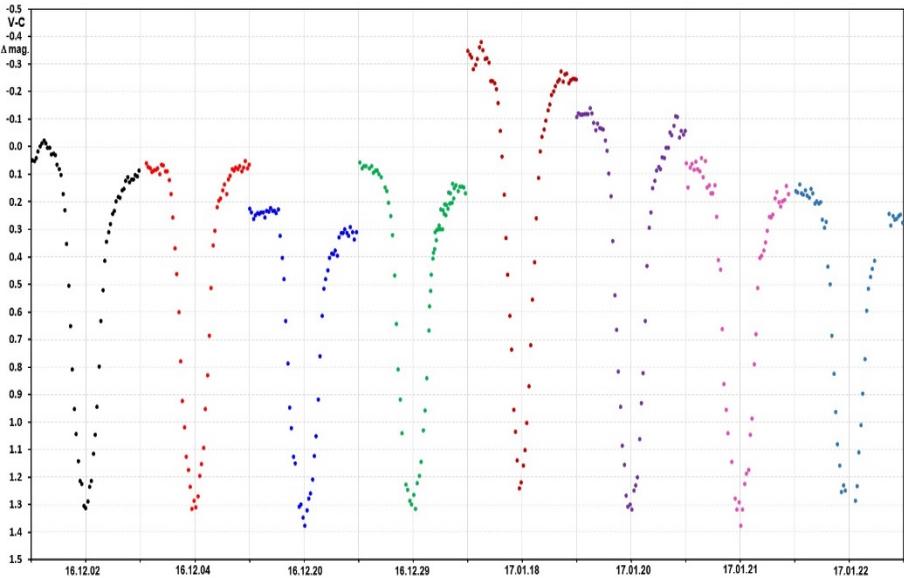


Abb. 7: Nebeneinander eingezeichnete Minima. Rechts konnte fast Nacht für Nacht ein starker Abfall der Amplitude der Bedeckung registriert werden.

Die bisherigen Ergebnisse sprechen für die Zugehörigkeit zur Gruppe der SW Sex Sterne, aber nur ein Spektrum kann dies zweifelsfrei belegen. Bei allen Sternen dieser Gruppe zeigen sich dort ausgeprägte und in der Höhe stark schwankende Wasserstofflinien in Emission. In einem Schreiben „What is going on with NSV 1907?“ habe ich unsere Erkenntnisse zusammengefasst und mögliche Interessenten wurden angeschrieben. Schließlich meldete sich ein Spezialist für Kataklysmische an der Warwick Universität, Coventry und bot an Kollegen am Isaac Newton Teleskop (INT) auf La Palma anzurufen. Nach nur einer halben Stunde Beobachtung würde man Gewissheit haben. Gesagt getan, aber zunächst gab es eine Enttäuschung weil das gewonnene Spektrum dem eines ganz normalen, sonnenähnlichen G Sterns glich! Das kann aber nun wirklich nicht sein, im Schreiben habe ich doch die Koordinaten angegeben. Die Beobachter haben dem aber nicht getraut und stattdessen die in der Datenbank SIMBAD vom CDS, Strasbourg gegebenen Koordinaten genommen. Leider beziehen sich diese auf den unmittelbar davor liegenden Stern, so dass erst beim zweiten Anlauf klar wurde, dass der Kandidat zweifellos zu den Novaähnlichen gehört (Abb. 8).

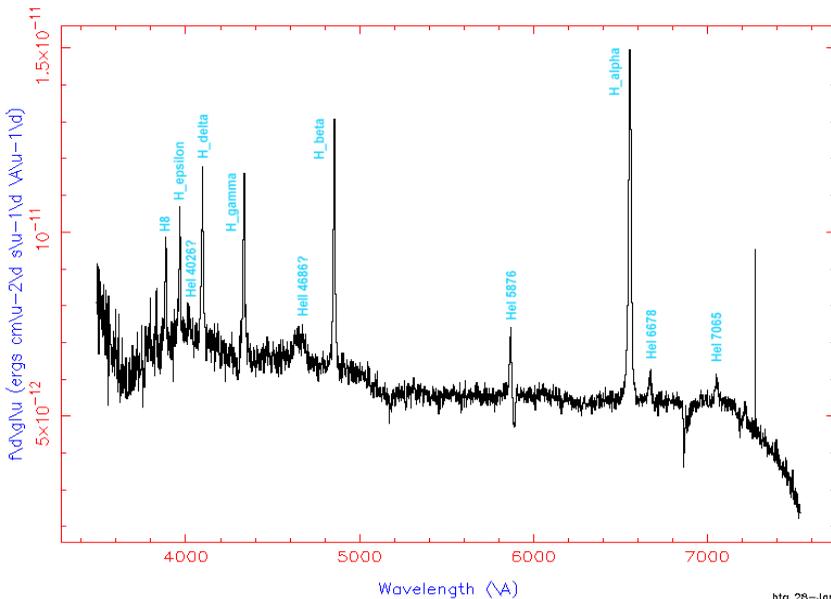


Abb. 8: Im Spektrum eines SW-Sex-Sterns zeigen sich die Wasserstofflinien in Emission

Leider blieb es bei dieser Beobachtung, denn für eine Modellierung wäre eine vollständige Abdeckung der Periode mit hochauflösenden Spektren nötig und das INT ist auf Jahre hinaus ausgebucht. Parallel dazu müsste eine ausgedehnte Mehrfarbenphotometrie durchgeführt werden und das dazu nötige kleinere Instrument ist nicht verfügbar. So wurde uns geraten einstweilen die Priorität durch eine Publikation zu sichern. Beim Verfassen des Artikels war ich froh, dass Stefan diese nicht ganz einfache Aufgabe übernahm, zumal er bei seinen vorangegangenen Publikationen Erfahrungen mit dem Textsatzsystem LaTeX gewonnen hatte. Die Zeitschrift „New Astronomy“ gehört zwar nicht zur ersten Liga astronomischer Zeitschriften, zeigte sich aber interessiert, so dass es nach Gegenlesen und den darauf folgenden Korrekturen verhältnismäßig zügig zur Veröffentlichung kam [9]. Zu unserer Überraschung wurde der Stern kurz darauf im GCVS übernommen mit der nun „offiziellen“ Bezeichnung V2837 Ori.

Die Überwachung der Periode einer Auswahl von SW-Sextantis-Sternen

Nun habe ich zwei Sterne zu überwachen und zunächst war an eine Erweiterung hin zu einem langfristigen Beobachtungsprojekt mit mehr Objekten nicht gedacht, bis mir der Artikel [10] eines Mitglieds der British Astronomical Association (BAA) auffiel. Auf Anregung des oben erwähnten Spezialisten für Kataklysmische, hat der Autor achtzehn mit Amateurinstrumenten erreichbare Sterne dieser Gruppe ausgesucht, fleißig Minima beobachtet, sie mit Daten aus der Literatur in (B-R) Diagrammen in

Beziehung gesetzt und vorläufige Schlüsse über deren Periodenverhalten gezogen. Leider kam dieses Projekt mit dem Artikel nach nur fünf Jahren zu einem Abschluss. Immerhin wurde in diese Richtung Grundlegendes geleistet und ich beschloss, dieses Programm meinen Möglichkeiten anzupassen und fortzuführen. Unter anderem musste ich auf zu weit südlich gelegene Sterne, darunter den Prototypen SW Sex selbst verzichten, weil sie am Standort nicht oder nur eingeschränkt zugänglich sind. Dafür wurde die angepasste Liste mit den zwei „Neuen“ und ein weiteres, in der Literatur bislang arg vernachlässigtes System ergänzt. Abbildung 13 zeigt die LK_n einiger der bislang beobachteten Sterne. Der Beobachtungsaufwand erscheint tragbar, denn wenn überhaupt verlaufen Periodenänderungen so langsam, dass es ausreicht, ein oder zwei Minima pro Stern und Jahr zu gewinnen. Dabei ist die Kontinuität wichtig, denn in einigen Fällen besteht schon jetzt eine so große Lücke zwischen meinen und den vorangegangenen Beobachtungen, dass nicht mehr zu entscheiden ist, ob die Veränderung abrupt oder kontinuierlich stattgefunden hat (Abb. 9). Für die Abschätzung des Verlaufs oder gar für die Berechnung der Akkretionsrate in einem modellierten System wäre diese Unterscheidung wichtig.

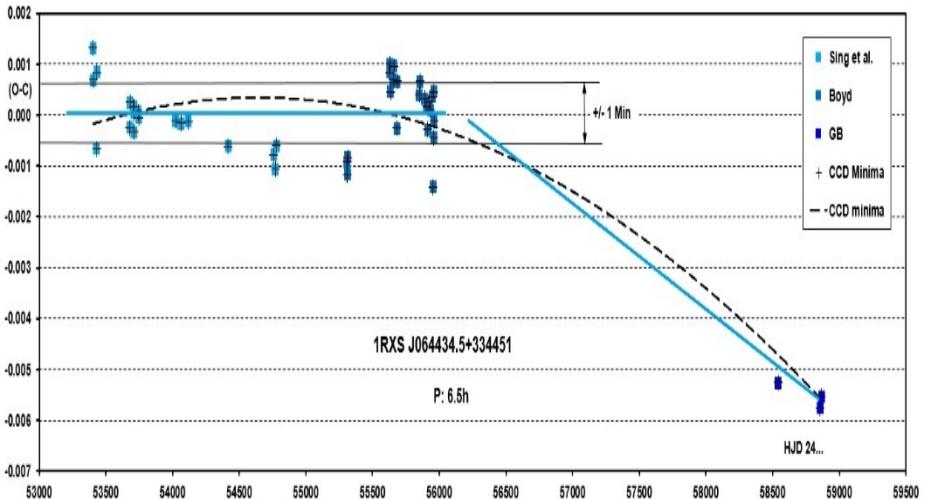


Abb. 9: Kontinuierliche (schwarz) oder abrupte (blau) Periodenverkürzung?

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die abgedeckte Zeitspanne bei einigen der neueren Objekte bislang nicht ausreicht, um eine Änderung festzustellen. Bei drei Sternen konnte im Einklang mit der vorherrschenden Meinung eine deutliche Verkürzung festgestellt werden, wobei der schon länger beobachtete V363 Aur (Abb. 10) nicht nur wegen seiner langen Periode eine Sonderstellung einnimmt. Bei V1315 Aql (Abb. 11) wird es spannend, denn es scheint sich eine Verlängerung anzudeuten und dies umso mehr, weil der Stern sich genau im Bereich der auffälligen Häufung der Perioden von SW-Sex-Sternen liegt und sich ganz nah am „Period Gap“ befindet, in das alle Systeme schließlich „hineinfallen“ sollen.

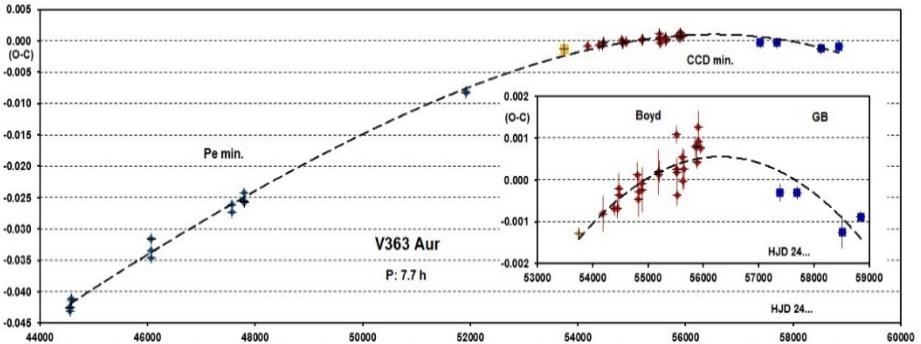


Abb. 10: Die erst in letzter Zeit festgestellte Umkehrung der Periodenänderung ist vergrößert dargestellt.

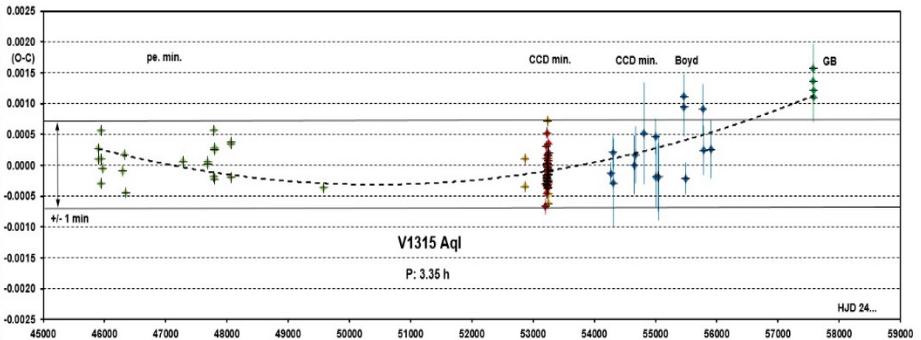


Abb. 11: Gegen den Trend: Deutet sich hier eine Verlängerung der Periode an?

Leider enthält meine Liste eine nicht geringe Anzahl von Sternen bei denen die Minima sich nicht so genau bestimmen lassen wie bei den gezeigten Beispielen. Die erhöhte Streuung kann von geringen, sich Nacht für Nacht ändernden leichten Verformungen der LK kommen und somit verlängert sich die Zeitspanne bis eine Tendenz erkennbar wird. Es bleibt nur zu hoffen, dass meine Apparatur noch lange genug durchhält um zu aussagekräftigen Ergebnissen zu kommen...

Referenzen:

- [1] Gröbel R.: Ist N1CB002289 ein SW Sextantis Stern? RB 2015/4
- [2] Kjurkchiewa, D. et al.: 2MASSJ22560844+5954299: the newly discovered cataclysmic star with the deepest eclipse, <https://arxiv.org/pdf/1510.04094.pdf>
- [3] Khruzina, T. et al.: The SW Sex-type star 2MASS J01074282+4845188: an unusual bright accretion disk with a non-steady emission and a hot White Dwarf. <https://arxiv.org/pdf/1303.1675.pdf>

[4] CBA, Center for Backyard Astronomy, photometric study of cataclysmic variable stars, <https://cbastro.org/>

[5] D. W. Hoard, The Big List of SW Sextantis Stars, <https://www.dwhoard.com/biglist>

[6] CDS, Centre de Données astronomiques de Strasbourg, <https://cds.u-strasbg.fr/>

[7] Bianchi, L., Revised Catalog of GALEX Ultraviolet Sources, <https://arxiv.org/pdf/1704.05903.pdf>

[8] The Catalina Surveys Data Release 2 (CSDR2), <http://nessi.cacr.caltech.edu/DataRelease/>

[9] Hümmerich, S. et al., NSV 1907 - a New Eclipsing, Nova-Like Cataclysmic Variable <https://arxiv.org/pdf/1608.07610.pdf>

[10] Boyd, D., A Study of the Orbital Periods of Deeply Eclipsing SW Sextantis Stars, JAAVSO Volume 40, 2012

Rainer Gröbel, Blütenstr. 19, 90542 Eckental, 09126 9701, rainer.groebel@tzboo.de

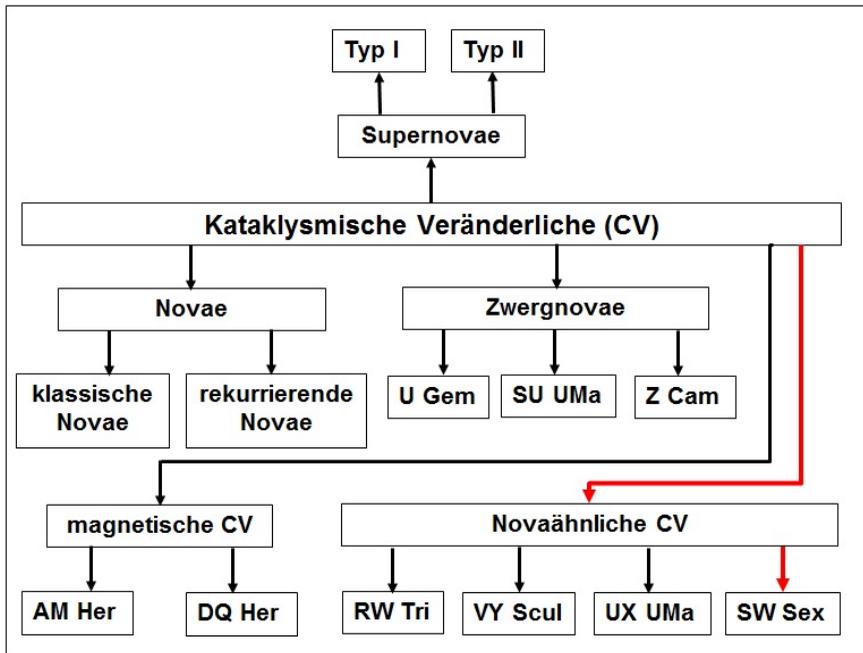


Abb. 12: Die Einordnung der SW-Sex-Sterne unter den Kataklysmischen Veränderlichen.

Abb. 13 (Folgeseite): Lichtkurven einiger Sterne aus meiner Liste nach abnehmender Periode geordnet.

