

CL Puppis ist doch ein kataklysmischer Veränderlicher vom Typ UGSS

Klaus Bernhard und Stefan Hümmerich

Abstract: *CL Pup, which has once been classified as a candidate cataclysmic variable in the past, is currently listed as a possible rapid irregular variable of type "IS" in the GCVS and VSX databases. We have investigated CL Pup using publicly available data from the AAVSO database and the Bochum Galactic Disk Survey. CL Pup shows distinct outbursts with an amplitude of ~ 3 mag (V) that take place about every 20 days. On the basis of these data, we conclude that CL Pup is indeed a cataclysmic variable, likely a dwarf nova of SS Cygni subtype (UGSS).*

Kataklysmische Veränderliche sind enge, interagierende Doppelsternsysteme, die aus einem Weißen Zwerg und einem Begleiter (i.d.R. ein roter Zwergstern) bestehen. Der Begleiter überschreitet dabei seine Roche-Grenze, sodass ein Materiefluss zum Weißen Zwerg entsteht. Sofern der Fluss der Materie nicht durch starke Magnetfelder beeinflusst wird, bildet sich eine Akkretionsscheibe um den Weißen Zwerg (z.B. Warner, 1995).

Die sog. Zwergnovae, die häufig auch als U-Geminorum-Sterne bezeichnet werden (Typ UG im GCVS; Samus et al. 2007-2016), gehören zu den nicht-magnetischen kataklysmischen Systemen. Hierunter finden sich die sog. SS-Cygni-Veränderlichen (Typ UGSS im GCVS). Diese zeigen typischerweise Ausbrüche mit Amplituden von ~ 2 - 6 mag (V), die im Anstieg wesentlich „steiler“ als im Abstieg sind, und i.d.R. eine Dauer von 2-20 Tagen aufweisen. Die beobachteten Intervalle zwischen diesen Ausbrüchen variieren von Stern zu Stern beträchtlich und betragen i.d.R. ~ 10 Tage bis zu mehreren Jahren (Warner, 1995).

Bei der Durchsicht von Zwergnova-Kandidaten fiel uns CL Puppis auf (RA: 07:30:02.98, DEC: -19:29:54.2, J2000), der im Jahre 1949 von C. Hoffmeister als veränderliches Objekt mit der Bezeichnung „S 4069“ beschrieben wurde (vgl. Kinnunen & Skiff, 2000). Elf Jahre später erfolgte eine Aufnahme als fraglicher kataklysmischer Veränderlicher in den „Catalogue des étoiles variables du type U Geminorum“ (Petit, 1960), unter anderem in Hinblick auf die beachtliche Amplitude von $13.7 - <16.2$ mag (p). Laut dem entsprechenden Eintrag im „Catalog and Atlas of Cataclysmic Variables: The Living Edition“ (Downes et. al., 2001-2006) wurde CL Pup früher zwar als kataklysmischer Veränderlicher geführt, aber nachträglich als „non-CV“, d.h. „nicht-kataklysmischer Veränderlicher“, gekennzeichnet. Im GCVS erhielt das Objekt den Typ IS; der CL Pup als Kandidaten für ein schnell und irregulär veränderliches (junges) Objekt ausweist.

Da der Veränderlichkeitstyp trotz der großen Amplitude der photometrischen Variabilität offensichtlich noch nicht abschließend geklärt werden konnte, haben wir die im Internet vorhandenen (Beobachtungs-)Daten im Detail geprüft, um eine schlüssige Klassifizierung vorzunehmen.

Daten der AAVSO

Der Datenbank der AAVSO (www.aavso.org) kann umfangreiches Beobachtungsmaterial zu CL Pup entnommen werden, das sowohl visuelle also auch CCD-Beobachtungen umfasst. Insgesamt zeigt sich ein über den gesamten Beobachtungszeitraum gleichartiges Muster an Helligkeitsvariationen, wobei im V-Band eine Schwankung zwischen 13.0 und 17.5 mag beobachtet wurde. Für die Detailbetrachtung wurden in Abbildung 1 nur V-gefilterte CCD-Beobachtungen verwendet, um eine optimale Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Der obere Teil der Abbildung zeigt einen Ausschnitt der Lichtkurve über 1000 Tage, der untere Teil einen Ausschnitt von 100 Tagen, um die kurzfristigen Veränderungen im Detail zu zeigen. Die dargestellten Datenpunkte stammen von den AAVSO-Beobachtern James Foster (FJQ) und James McMath (MJB).

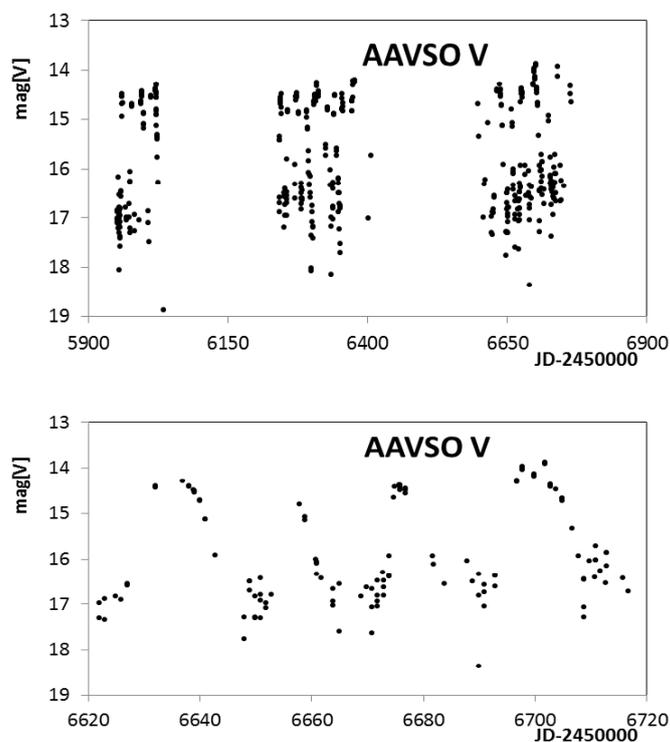


Abbildung 1: Ausschnitte der AAVSO Beobachtungsdaten von CL Puppis im V-Band über 1000 (oben) bzw. 100 Tage (unten).

Die in Abbildung 1 dargestellte Lichtkurve ist eindeutig kompatibel mit Ausbrüchen eines UGSS-Veränderlichen, da die in mittleren Abständen von etwa 20 Tagen stattfindenden Helligkeitszunahmen im Anstieg wesentlich schneller als im Abstieg sind und eine Amplitude von 3 Größenklassen erreicht wird. Eine Analyse des V-

Datensatzes mit Period04 (Lenz & Breger, 2005) bestätigt die augenscheinliche Vermutung, dass die Ausbrüche nicht streng periodisch sind, sondern einen mittleren Abstand von etwa 20 Tagen aufweisen.

Daten aus dem Bochum Galactic Disk Survey (GDS)

Aus dem GDS (Hackstein et al., 2015) können Daten in den Sloan-Bändern r' und i' entnommen werden, deren Umfang naturgemäß wesentlich geringer als derjenige der AAVSO-Daten ist. Die grundsätzliche Tendenz der AAVSO-Beobachtungen, nämlich das Vorhandensein einzelner Ausbrüche größerer Amplitude, kann aber auch in den GDS-Daten nachvollzogen werden (Abbildung 2).

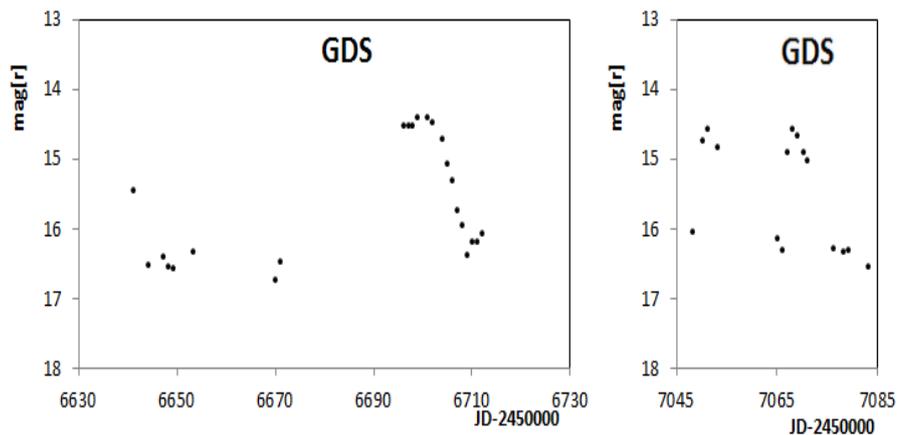


Abbildung 2: Ausschnitte der GDS-Beobachtungsdaten von CL Pup im r' Band.

Kann CL Puppis ein Veränderlicher vom Typ IS sein, wie derzeit vermutet wird?

Laut GCVS wird der Typ IS wie folgt definiert: "Rapid irregular variables having no apparent connection with diffuse nebulae and showing light changes of about 0.5 - 1.0 mag within several hours or days. [...] To attribute a variable to the IS type, it is necessary to take much care to be certain that its light changes are really not periodic."

Als Beispiel einer typischen irregulären Lichtkurve eines IS-Sternes mit großer Amplitude (~ 2 mag (V), was bereits deutlich über der im GCVS als üblich angegebenen Amplitude liegt) zeigt Abbildung 3 die Lichtkurve des Veränderlichen V641 Scorpii. Die Daten sind dem ASAS-System entnommen (Pojmański, 2002).

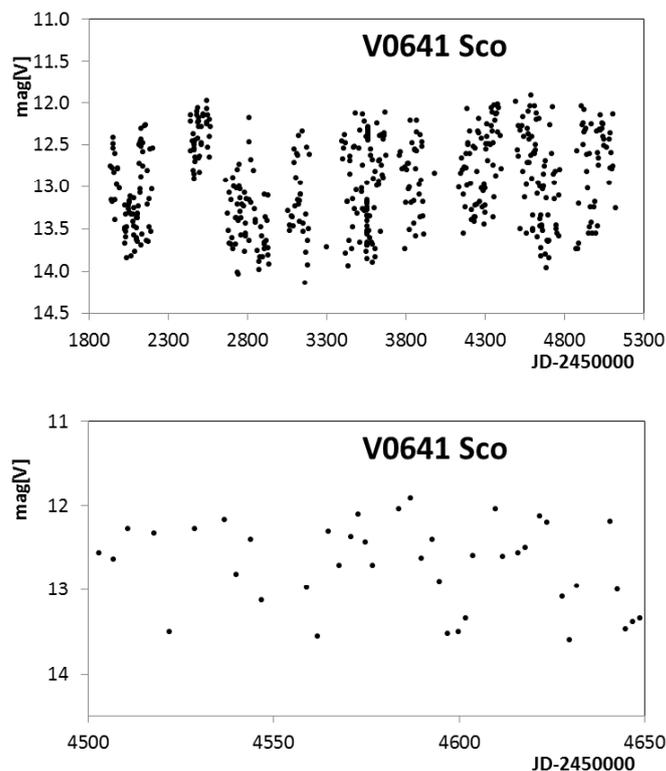


Abbildung 3: ASAS-3 V-Gesamtlichtkurve von V641 Sco (oben), sowie ein Detailausschnitt über 150 Tage (unten).

Sowohl die langfristige Helligkeitsentwicklung (Abbildung 3, oberer Teil) als auch die Detailansicht (Abbildung 3, unterer Teil) zeigt augenscheinlich eine völlig irreguläre Lichtkurve ohne feststellbare Ausbrüche. Dies wird auch durch eine Periodenanalyse mit Period04 bestätigt.

Diskussion

Unterstützt wird die Einstufung von CL Pup als UGSS Stern auch durch die *B* und *R*-Helligkeiten im USNO-B1.0 Katalog (Monet et al., 2003), die zu zwei verschiedenen Epochen gemessen wurden. Bei der ersten Messung befand sich der Stern vermutlich im Ausbruch ($B1 = 15.39$ mag; $R1 = 15.31$ mag), wobei die heiße Akkretionsscheibe die Farbe des Systems dominiert haben könnte. Die zweite Messung erfolgte wahrscheinlich im Ruhezustand, und die beobachteten Farben ($B2 = 17.50$ mag; $R2 = 16.64$ mag) passen prinzipiell zum rötlicheren Begleitstern, der in dieser Phase die Gesamthelligkeit des Systems dominiert haben dürfte.

Fazit:

CL Puppis ist sehr wahrscheinlich doch ein kataklysmischer Veränderlicher vom Typ UGSS, wie dies bereits im Jahre 1960 vermutet wurde (Petit, 1960). Auf Grund der ziemlich großen Aktivität des Systems könnten weitere Untersuchungen sehr interessant sein.

Referenzen:

Downes, R. A., Webbink R. F., Shara, M. M., et al., 2001, PASP 113, 764 (2006 archival)
<http://iopscience.iop.org/article/10.1086/320802/pdf>

M. Hackstein et al., 2015, AN, 336, 590
<http://adsabs.harvard.edu/abs/2015AN....336..590H>

Lenz, P.; Breger, M., 2005, Communications in Asteroseismology, 146, 53
<http://adsabs.harvard.edu/abs/2005CoAst.146...53L>

Kinnunen, T., Skiff, B., 2000, IBVS, 4897
<http://www.konkoly.hu/cgi-bin/IBVS?4897>

Petit, M., 1960, JO, 43, 17
<http://adsabs.harvard.edu/abs/1960JO.....43...17P>

Monet et al., 2003, AJ, 125, 984
<http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR?-source=I/284>

Pojmański, G., 2002, Acta Astronomica, 52, 397
<http://adsabs.harvard.edu/abs/2002AcA....52..397P>

Samus, N. N., Durevich, O. V., Kazarovets, E. V., et al., 2007-2016, General Catalogue of Variable Stars, VizieR On-line Catalog
<http://cdsarc.u-strasbg.fr/viz-bin/Cat?B/gcvsv>

Danksagung:

We acknowledge with thanks the variable star observations from the AAVSO International Database contributed by observers worldwide and used in this research. This investigation makes use of data from the All Sky Automated Survey and the Bochum Galactic Disk Survey, which was supported by the *Nordrhein-Westfälische Akademie der Wissenschaften und der Künste* and the *Ruhr-Universität Bochum*.

Klaus Bernhard
A-4030 Linz
Klaus.Bernhard@liwest.at

Stefan Hümmerich
D-56338 Braubach
ernham@rz-online.de