

## ASAS 095221-4329.8 und ASAS 123034-7703.9 - zwei R-CrB-Stern-Kandidaten aus der ASAS-Datenbank

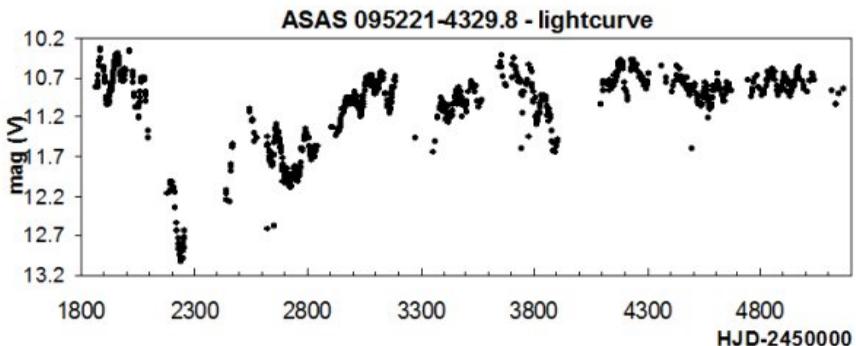
Stefan Hümmerich

**Abstract:** *During an examination of ASAS Misc-type objects, the stars ASAS 095221-4329.8 (GSC 07706-00560, 09:52:21.38 -43:29:40.5) and ASAS 123034-7703.9 (GSC 09416-00380, 12:30:34.22 -77:03:52.7) – both of which show semi-regular variability – were found to exhibit significant obscuration events in their V-band lightcurves. Both stars are likely to be red giants undergoing fading events, possibly of DY Per-type. However, spectroscopy of both stars is needed for a conclusive classification. The corresponding entries in the International Variable Star Index (VSX) have been revised accordingly; variability type was set to “RCB:”.*

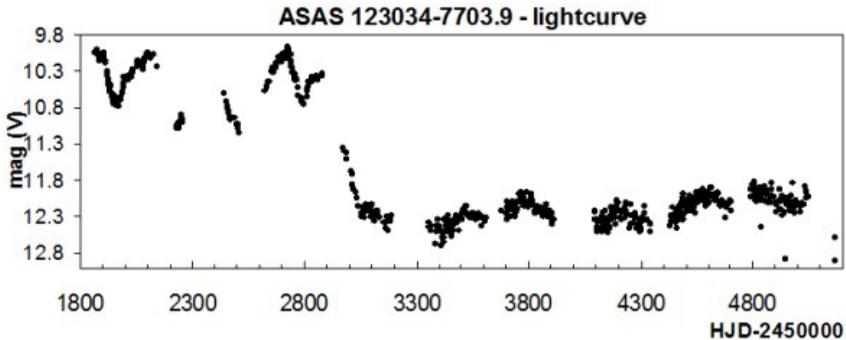
Viele der großen Himmelsdurchmusterungen warten bereits mit einer groben, automatisierten Einordnung verdächtiger veränderlicher Objekte auf. Der „All Sky Automated Survey“ (ASAS) bietet die Möglichkeit, über eine Suchmaske den internen Veränderlichenkatalog nach diversen Kriterien wie z.B. Veränderlichkeitstyp zu durchsuchen. Hier finden sich auch 30.933 sogenannte „MISC“-Objekte, d.h. Veränderliche, die sich durch den automatisierten Prozess nicht einem der gängigen Typen zuordnen ließen. Neben einem Abgleich dieser Sterne mit bereits bekannten Veränderlichen aus dem GCVS finden sich hier V-Amplitude sowie eine erste Periodenbestimmung; letztere ist jedoch oftmals stark fehlerbelastet. Ein idealer Ausgangsort also für potenziell spannende Entdeckungen, wie im Folgenden gezeigt wird.

Im Rahmen einer Durchmusterung von ASAS MISC-Objekten mit großen V-Amplituden fielen mir die Objekte ASAS 095221-4329.8 und ASAS 123034-7703.9 durch ihre pekuliären Lichtkurven auf.

ASAS 095221-4329.8 (2MASS J-K = 1.29) zeigt einen Helligkeitseinbruch von gut zwei Magnituden um HJD 2452200. Der Stern ist weiterhin charakterisiert durch semiregulären Lichtwechsel mit einer Periode von etwa 65 Tagen:



ASAS 123034-7703.9 (2MASS J-K = 1.67) zeigt einen Helligkeitseinbruch von ebenfalls zwei Magnituden um HJD 2453000. Interessant hierbei ist, dass dieser Vorgang offensichtlich große Auswirkungen auf den semiregulären Lichtwechsel des Sterns hat (P~273 d):



Die Einordnung eines Veränderlichen allein durch visuelle Inspektion seiner Lichtkurve und 2MASS J-K Photometrie ist in vielen Fällen nur sehr eingeschränkt möglich. Dessen bewusst nahm ich Kontakt mit Herrn Sebastián Otero von der AAVSO auf. Die Lichtkurven beider Sterne entsprechen durch ihre vergleichsweise flachen Minima von ~2 mag eher nicht denen „klassischer“ R-CrB-Sterne. Sebastián Otero machte mich jedoch auf die Gruppe der DY-Persei (DY Per)-Sterne aufmerksam – wasserstoffarme, meist halbregelmäßige Kohlenstoffsterne, die in unregelmäßigen Abständen Verdunkelungsphasen durchlaufen und eine Untergruppe der R-CrB-Sterne bilden. Eine Verwandtschaft von ASAS 095221-4329.8 und ASAS 123034-7703.9 zu diesen Objekten ist zumindest naheliegend; definitiveres lässt sich selbstverständlich erst nach einer spektroskopischen Analyse sagen (Sebastián Otero, persönliche Mitteilung). Im Folgenden möchte ich etwas weiter ausholen und kurz auf R-CrB- und DY-Per-Sterne und deren Verhältnis zueinander eingehen.

### Exkurs: R CrB-Sterne / DY Per-Sterne

R-CrB-Sterne sind meist Überriesen der Spektraltypen F oder G (wobei auch deutlich heißere Typen – bis 20.000K – oder ältere (DY-Per-Sterne, siehe unten) vorkommen), deren Lichtwechsel durch tiefe Minima (bis ca. 9 mag) von sehr unregelmäßigem Verlauf gekennzeichnet sind. Ein R-CrB-Stern kann jahrelang im Normallicht verbleiben und Abschwächungen von Wochen oder Monaten durchlaufen; ebenso ist es jedoch möglich, dass sich einzelne Minima über mehrere Jahre erstrecken (wie aktuell beim Prototyp R Coronae Borealis zu beobachten). Häufig sind die Verdunkelungsphasen von Erhellungen durchsetzt, die jedoch das Normallicht nicht erreichen (vgl. z.B. Hoffmeister et al. (1990), S. 187). R-CrB-Sterne sind darüber hinaus meist durch semireguläre Pulsationen gekennzeichnet. So weist z.B. RY Sgr eine recht stabile Periode von 38,6 Tagen auf; R CrB eine Periode von etwa 40 Tagen (vgl. u.a. Percy (2007), S. 314).

R-CrB-Sterne weisen charakteristische, pekuliäre Spektren auf, die durch eine Überhäufigkeit von Kohlenstoff (~10fache des Sonnenwertes) und Wasserstoffarmut (~1/100.000 des Sonnenwertes; Werte entnommen aus Percy (2007), S. 314) geprägt sind. Eine typenbasierte Suche nach galaktischen R-CrB-Sternen im International Variable Star Index (VSX) ergibt 59 verifizierte Objekte und 16 Kandidaten (inklusive der beiden hier behandelten ASAS-Objekte; Stand: 24.10.2011); es handelt sich demnach um einen sehr seltenen Veränderlichkeitstyp.

Zwei Szenarien werden derzeit für die Entstehung von R-CrB-Sternen diskutiert. Das sogenannte „Double Degenerate Scenario“ beschreibt die Entstehung von R-CrB-Sternen aus der Verschmelzung zweier weißer Zwerge. Nach einem anderen Modell durchläuft ein einzelner AGB-Stern (AGB=„Asymptotic Giant Branch“ / Asymptotischer Riesenast) auf dem Weg zur Weißen Zwerg - Phase einen finalen „Helium Shell Flash“, der ihn zum Überriesen aufbläht. In der aktuellen Literatur wird zumeist dem „Double Degenerate Scenario“ der Vorzug gegeben.

DY-Per-Sterne sind kühle, kohlenstoffreiche Sterne (~3500K), die als eine Untergruppe der R-CrB-Sterne geführt werden und somit das untere Ende der Temperaturskala dieser Objektgruppe bilden. Sie durchlaufen ebenfalls irreguläre Verdunkelungsphasen; die Helligkeitseinbrüche gehen jedoch meist langsamer vonstatten und erreichen nicht die großen Amplituden „klassischer“ R-CrB-Sterne. Ihre Spektren sind ebenfalls durch Kohlenstoffüberschuss und Mangel an Wasserstoff gekennzeichnet.

Es ist in der aktuellen Forschung umstritten, ob diese Objekte zu den R-CrB-Veränderlichen gezählt werden sollten oder ob sie eine extreme Form kohlenstoffreicher AGB-Sterne mit dichten Staubhüllen darstellen. Soszyński et al. (2009) kommen nach ausgiebiger Untersuchung kohlenstoffreicher AGB-Sterne zu dem Ergebnis, dass gravierende Helligkeitsschwankungen in irregulären Intervallen durchaus keine Seltenheit bei dieser Objektgruppe sind. Ihren Ausführungen folgend gibt es gute Gründe zur Annahme, dass DY-Per-Sterne lediglich extreme Formen staubumhüllter AGB-Sterne darstellen und keinen separaten Veränderlichkeitstyp.

Tisserand et al. (2009) betonen ebenfalls die Gemeinsamkeiten von DY-Per- und „klassischen“ Kohlenstoffsternen und kommen zu dem Schluss, dass es sich bei den erstgenannten Objekten naheliegenderweise um gewöhnliche Kohlenstoffsterne mit „ejection events“ handeln könnte – Sterne also, die durch (vergleichsweise gewaltigen) Materieausstoß in unregelmäßigen Abständen gekennzeichnet sind. Als ein weiteres Kriterium der Verschiedenartigkeit von DY-Per- und „klassischen“ R-CrB-Sternen werden unterschiedliche spektrale Charakteristika genannt (z.B. die Isotopenhäufigkeit von  $^{13}\text{C}$ ). Die Autoren betonen jedoch, dass weitere spektroskopische Analysen sowie umfangreicheres Datenmaterial unabdingbar sind um die Sachlage abschließend zu klären.

Es hat demnach den Anschein, dass derzeit unter der Klassifikation „R CrB“ eine sehr heterogene Gruppe von Objekten astrophysikalisch möglicherweise sehr verschiedener Herkunft zusammengefasst wird. Eine These, die nicht zuletzt durch die schon erwähnte auffallend große Temperatur-Bandweite der R-CrB-Sterne gestützt

wird. Es ist somit gut möglich, dass die nahe Zukunft Veränderungen in dieser Objektgruppe mit sich bringen wird.

Die vorliegende kontroverse Diskussion hat jedoch für die vorläufige Einordnung von ASAS 095221-4329.8 und ASAS 123034-7703.9 wenig Bedeutung. Da DY-Per-Sterne zurzeit als Untergruppe der R-CrB-Sterne im GCVS geführt werden, bleibt nur die Einordnung der beiden Sterne als „RCB:“ (RCB = GCVS-Systematik Kürzel für R-CrB-Sterne; ein nachfolgender Doppelpunkt kennzeichnet eine unsichere Klassifikation). Die Einträge der beiden Objekte im International Variable Star Index der AAVSO (VSX) wurden entsprechend revidiert und können z.B. über die zugehörige Internetseite abgerufen werden. Es bleibt mir noch zu betonen, dass spektroskopische Analysen sowie eine weitere photometrische Überwachung der beiden Objekte sehr wünschenswert wären.

**Acknowledgements:** This publication makes use of the SIMBAD and VizieR databases operated at the Centre de Données Astronomiques (Strasbourg) in France, of the International Variable Star Index (AAVSO) and of the Two Micron All Sky Survey (2MASS). The author thanks Sebastián Otero for his valuable help and for providing further references.

#### Quellen:

- Hoffmeister, C.; Richter, G.; Wenzel, W. "Veränderliche Sterne" (1990)
- Lenz, P.; Breger, M. "Period04", CoAst, 146, 53 (2005)
- Percy, J. "Understanding Variable Stars" (1997)
- Pojmanski, G. "The All Sky Automated Survey. [...]", Acta Astronomica, 52, 397 (2002)
- Sebastián Otero. Persönliche Kommunikation (09/2011)
- Skrutskie, M.F. et al. "The Two Micron All Sky Survey (2MASS)" (2006)
- Soszyński, I. et al. "[...] The OGLE-III Catalog of Variable Stars. V. R Coronae Borealis Stars in the Large Magellanic Cloud", Acta Astronomica, 59 (2009), S. 335-347
- Tisserand, P. et al. "[...] the connection between RCBs, DYPers and ordinary carbon stars", arXiv:0905.3224v1 (2009)
- Yakovina, L.A. et al. "DY Persei, the coolest metal-poor R CrB carbon star", Astronomy Reports, 53 (2008), Issue 3, S. 187-202