

# Neue Erkenntnisse zum wenig bekannten RRab-Veränderlichen SY Canis Minoris

## New insights on the little-known RRab variable SY CMi

Edgar Wunder

**Abstract:** 948 CCD measurements with V filter in 2012/13 enable an accurate determination of the period of the RRab variable SY CMi. At present (and probably since JD 2444000) the following elements are valid:

$$HJD (Max) = 24\,55943.5136 + 0.5658182 * E$$

Before JD 2444000 the pulsation of SY CMi can be described by:

$$HJD (Max) = 24\,25234.682 + 0.5658236 * E$$

The V magnitude range of SY CMi is  $V=14.8$  in maximum to  $V=16.1$  in minimum. However, the heights and depths of the maxima / minima vary, indicating a probable Blazhko effect. The rise duration from minimum to maximum is 13 % of the period.

SY CMi ( $\alpha$  07<sup>h</sup> 36<sup>m</sup> 46<sup>s</sup>.95,  $\delta$  +07° 22' 49".9, 2000.0, nach UCAC4) wurde schon 1929 von Cuno Hoffmeister entdeckt (= AN 141.1929; 2MASS J07364694+0722497; USNO-B1.0 0973-0178049). Eine Bestimmung des Typs und der Periode des in den Grenzen 14.8-16.3 ph schwankenden Sterns war zunächst nicht möglich (Hoffmeister 1930). 37 Jahre später analysierte Gessner (1966) die in den Jahren 1927-1929 gewonnenen fotografischen Aufnahmen neu und diagnostizierte einen RR-Lyrae-Lichtwechsel mit einer Periode von ungefähr 0.5659 Tagen. Neuere Aufnahmen aus dem Jahr 1959, die ebenfalls von Gessner (1966) ausgewertet wurden, ließen sich mit einer Periode von 0.566 Tagen darstellen, aber nicht mit 0.5659 Tagen. Eine Überbrückung der Beobachtungslücke zwischen 1929 und 1959 gelang nicht. Brauchbare Ephemeriden waren mit einer nur auf 3 bis 4 Nachkommastellen genau bekannten Periode nicht möglich.

So blieb es bis heute. Der weitere Erkenntnisgewinn wurde dadurch erschwert, dass der Stern für ASAS und NSVS zu lichtschwach ist. Auch durch den Catalina Sky Survey wurde er aufgrund der Nähe zur Milchstraße nicht erfasst, ebenso wenig durch SWASP aufgrund der Nähe zum Himmelsäquator. Somit schieden die einschlägigen Surveys als Datenquellen aus. Nur durch eigene Beobachtungen konnte eine Klärung herbeigeführt werden.

Das einzige nach 1959 beobachtete Maximum stammt von Anton Paschke aus dem Jahr 2002 (publiziert von Hübscher 2005). Bei der Reanalyse der Originaldaten fiel mir ein Fehler von etwa 1 Stunde bei der Berechnung des HJD auf. Er wurde inzwischen durch ein Erratum korrigiert (Hübscher et al. 2013). Bei einer Beobachtungslücke von 43 Jahren (1959-2002) und einer auf nur 3-4 Nachkommastellen genauen Periode war allerdings an eine korrekte Zuordnung einer Epoche zum Maximum aus dem Jahr 2002 nicht zu denken.

Im Januar bis April 2012 beobachtete ich das Objekt intensiv mit einem 35.5cm-Reflektor und einer DSI Pro III-CCD-Kamera mit V-Filter am Standort Neckarhausen bei Heidelberg. Die Belichtungszeit betrug jeweils bis zu 3 Minuten aufgrund der Lichtschwäche des Sterns. Es konnten 3 Maxima bestimmt werden, die bereits bei Hübscher & Lehmann (2012) und Hübscher et al. (2013) publiziert wurden. Im

Ergebnis dieser Beobachtungssaison 2012 konnte die Periode von etwa 0.566 Tagen bestätigt und zunächst auf 5 Nachkommastellen präzisiert werden. Dies reichte aber noch nicht aus, um das Maximum von Anton Paschke aus dem Jahr 2002 hinsichtlich der Epoche klar zuordnen zu können.

Im März/April 2013 wurden die Beobachtungen fortgesetzt. An zwei Abenden konnten ein Minimum, zwei Drittel des Aufstiegs sowie der Abstieg beginnend unmittelbar beim Maximum registriert werden. Daraus – sowie durch Einpassung in die Lichtkurven vom Vorjahr – konnte der Zeitpunkt eines weiteren Maximums ermittelt werden.

Bei allen Beobachtungen diente GSC 190-345 als Vergleichssterne, der nach APASS eine V-Helligkeit von 13.567 besitzt (B-V=0.374). Als Checksterne wurde USNO-B1.0 0973-0178046 verwendet (V=14.177; B-V=0.376 nach APASS).

Tabelle 1: Zusammenstellung der Maxima-Zeiten von SY CMI.

Observer	Published by	HJD (max) 24...	O-C	Remark
Hoffmeister	Gessner (1966)	25234.682	-	1
Gessner	Gessner (1966)	36599.250	0.1790	2
			-0.0701	
Paschke	Hübscher et. al. (2013)	52285.4986	-0.0001	3
ASAS	this paper	53773.607	+0.0065	4
Wunder	Hübscher & Lehmann (2012)	55943.5163	+0.0028	5
Wunder	Hübscher et al. (2013)	55959.3555	-0.0009	5
Wunder	Hübscher et al. (2013)	55964.4478	-0.0010	5
Wunder	this paper	56397.299	-0.0007	5

Remarks:

1 = photographic; normal maximum of all observations in 1927-1929.

2 = photographic; normal maximum of all observations in 1959.

3 = CCD without filter; timing published by Hübscher (2005) was erroneous.

4 = based on only one measurement (V=14.514). The star is beyond the detection limit in all other 417 ASAS frames. The timing is not used for the calculation of elements.

5 = CCD, filter V.

Tabelle 1 enthält die bislang bekannten Maxima. Dabei wurden die Beobachtungen aus den Jahren 1927-29 bzw. 1959 zu zwei Normalmaxima zusammengefasst. Es handelt sich um die Nullepochen der von Gessner (1966) publizierten Elemente. Ein solches Vorgehen ist schon allein deshalb sinnvoll, weil die damals zur Erfassung eines derart lichtschwachen Sterns notwendige sehr lange Belichtungszeit die zeitliche Genauigkeit eines einzelnen Datenpunktes stark einschränkt, weshalb die von Gessner (1966) mitgeteilten Zeiten einzelner „Aufhellungen“ mit Vorsicht zu betrachten und nur bedingt verwertbar sind.

Die Tabelle enthält auch die Zeit einer einzelnen Erhellung im ASAS-Datensatz. In 417 von 418 ASAS-Messungen war der Stern unterhalb der Nachweisgrenze. Nur in einem einzigen Fall konnte er mit V=14.514 knapp oberhalb der Nachweisgrenze abgebildet werden. Weil der Zeitpunkt sehr gut zu den O-C-Werten der anderen sicheren Maxima

passt, dürfte dieses ASAS-Maximum real sein. Für die Berechnung der Elemente wurde es dennoch nicht berücksichtigt, da die zeitliche Genauigkeit der anderen Maxima weit höher ist.

Die (O-C)-Werte in Tabelle 1 sind gegen Elemente gerechnet, die sich mit der Methode der kleinsten Quadrate aus den 5 Maxima von Paschke und Wunder ergeben:

$$\text{HJD (Max)} = 24\,55943.5136 + 0.5658182 * E \quad (\text{I})$$
$$\pm 0.0010 \quad \pm .0000004$$

Das (O-C)-Diagramm (Abb. 1) zeigt, dass damit die Beobachtungen aus den Jahren 1927-29 und 1959 nicht darstellbar sind, weil seitdem offensichtlich eine Änderung der Periode eingetreten ist. Die wahrscheinlichste Variante ist die im O-C-Diagramm dargestellte: Demnach hat sich etwa im Jahr 1978/79 (ca. HJD 2444000) eine Periodenverkürzung um 0.47 Sekunden ereignet. Vor diesem Zeitpunkt waren dann folgende Elemente gültig:

$$\text{HJD (Max)} = 24\,25234.682 + 0.5658236 * E \quad (\text{II})$$

Angesichts der enormen Beobachtungslücken ist diese Beschreibung der Geschichte von SY CMi natürlich mit Unsicherheiten gehaftet. Dennoch ist sie die einfachste Möglichkeit, um alle vorliegenden Beobachtungen vollständig darzustellen.

In den Jahren 2012/13 konnten insgesamt 948 Messpunkte mit V-Filter zu SY CMi gewonnen werden. Unter Berücksichtigung der für die Einzelmessungen typischen Streuung schwankt die Helligkeit des Sterns zwischen  $V=14.8$  im Maximum und  $V=16.1$  im Minimum. Es ist allerdings zu bemerken, dass die Maxima nicht immer gleich hoch bzw. die Minima nicht immer gleich tief sind: Die Maximalhelligkeit schwankt zwischen  $V=14.8$  und  $V=15.1$ , die Minimalhelligkeit zwischen  $V=15.9$  und  $V=16.1$ . Es ist deshalb ein Blazhko-Effekt zu vermuten, dessen Zykluslänge noch unbekannt ist.

In diesem Zusammenhang ist auch zu bemerken, dass der einzige ASAS-Datenpunkt, bei dem der Nachweis des Sterns gelang, mit  $V=14.514$  deutlich über den von mir bei  $V=14.8$  beobachteten hellsten Maxima liegt. Bei 418 ASAS-Messpunkten hätte SY CMi auch viel häufiger im Maximum nachgewiesen werden müssen, nicht nur einmal. Es ist deshalb wahrscheinlich, dass es sich bei diesem einzelnen ASAS-Nachweis nicht um ein gewöhnliches Maximum handelt, sondern um ein – selteneres – Maximum in der Blazhko-Phase mit der größten Helligkeitsamplitude des Sterns, der damit ganz knapp die Nachweisgrenze des ASAS überschritt. Es kann deshalb die Hypothese aufgestellt werden, dass die Maximalhelligkeit des Sterns in der extremsten Blazhko-Phase noch über den hier angenommenen  $V=14.8$  liegt.

Diese Überlegungen sind ein weiterer Grund, warum es vernünftig war, das ASAS-Maximum nicht bei der Berechnung der Elemente zu berücksichtigen: In dieser extremen Blazhko-Phase liegt möglicherweise auch ein untypischer (O-C)-Wert vor. Im Übrigen muss aber konstatiert werden, dass sich nach den bisherigen Beobachtungen der Blazhko-Effekt bei SY CMi vorwiegend auf die Helligkeitsamplitude des Sterns auswirkt, aber offenbar kaum auf die (O-C)-Werte.

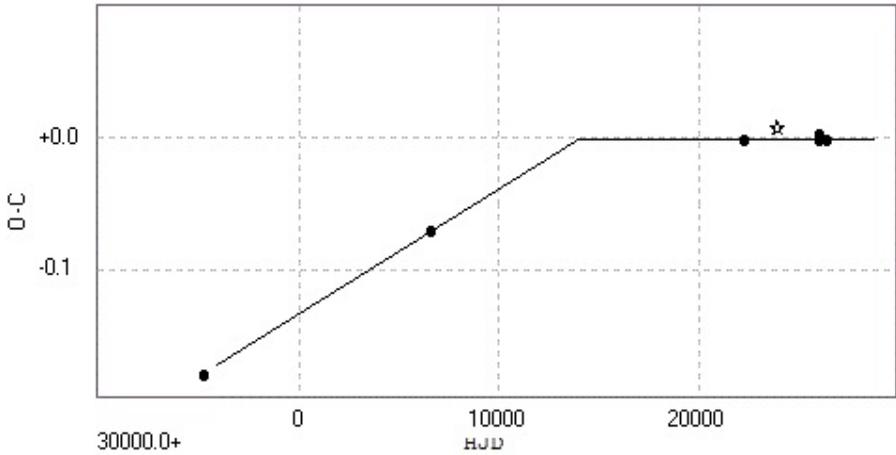


Abb. 1: (B-R)-Diagramm von SY CMi, gerechnet mit den Elementen (I), JD 2420000-2460000. Das falsche ASAS-Maximum, basierend auf eine Einzelmessung und nicht für die Elementen-Rechnung verwendet, ist als Sternchen eingezeichnet.

Abbildung 2 zeigt die mittlere Lichtkurve. Dazu wurden jeweils 12 einzelne Messpunkte zu einem Datenpunkt zusammengefasst. Die Anstiegszeit des RRab-Sterns vom Minimum zum Maximum (M-m) beträgt 13 % der Periodenlänge.

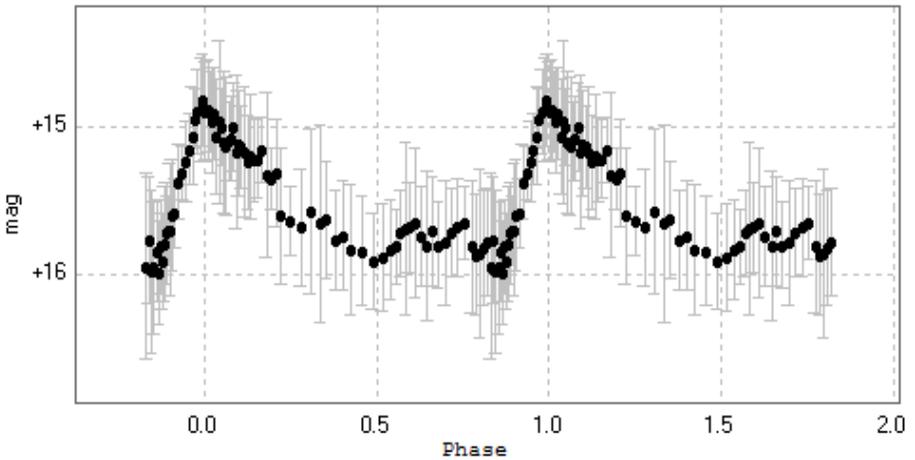


Abb. 2: Hauptlichtkurve von SY CMi, erstellt aus 948 Messungen 2012/13.

## **Literatur**

- Gessner, H. (1966): Die veränderlichen Sterne der nördlichen Milchstraße. Teil XIII. Veröffentlichungen der Sternwarte Sonneberg 7, 125.
- Hoffmeister, C. (1930): Über den Lichtwechsel von 94 veränderlichen Sternen. Astronomische Nachrichten 238, 17.
- Hübscher, J. (2005): Photoelectric minima of selected eclipsing binaries and maxima of pulsating stars. Information Bulletin on Variable Stars, No. 5643.
- Hübscher, J., Lehmann, P.B. (2012): BAV-results of observations. Photoelectric minima of selected eclipsing binaries and maxima of pulsating stars. Information Bulletin on Variable Stars, No. 6026.
- Hübscher, J., Braune, W., Lehmann, P.B. (2013): BAV-results of observations. Photoelectric minima of selected eclipsing binaries and maxima of pulsating stars. Information Bulletin on Variable Stars, No. 6048.

Dr. Edgar Wunder, Felix-Wankel-Str. 7, 68535 Edingen-Neckarhausen, Germany  
mail@edgarwunder.de