

TW Col: Ein $\alpha 2$ -CVn-Veränderlicher mit komplexer Lichtkurve

Klaus Bernhard und Stefan Hümmerich

Abstract: *Renson & Manfroid (1992) identified a small-scale dip near the phase of maximum in the light curve of the ACV variable TW Col. Using TESS observations, we confirm that TW Col indeed shows an unusual, nearly flat-topped maximum. Although separated by 35 years, both light curves are very similar in shape, highlighting the general stability of the light curves of ACV variables.*

$\alpha 2$ -CVn-(ACV)-Veränderliche sind chemisch pekuliäre Sterne, deren Rotationsvariabilität durch eine oberflächlich ungleichmäßig starke Konzentration bestimmter Elemente wie Helium, Silizium, Europium oder Strontium („chemical spots“) hervorgerufen wird.

Voraussetzungen für das Entstehen der beobachteten anomalen chemischen Häufigkeiten sind radiative Außenzonen, langsame Rotation sowie starke, organisierte Magnetfelder. ACV-Veränderliche sind heißer und massereicher als unsere Sonne und als frühe B bis frühe F Sterne Mitglieder der oberen Hauptreihe. Das heiße Ende wird dabei durch starke Sternwinde und das kühle Ende durch das Einsetzen von signifikanter Konvektion in der Sternatmosphäre definiert (vgl. Zusammenfassung in Bernhard & Hümmerich, 2016).

Auf Grund beschränkter Beobachtungsgenauigkeit wurde lange Zeit angenommen, dass sich die Rotationslichtkurven von ACV-Veränderlichen im Wesentlichen durch eine Sinuswelle und deren erste Oberschwingung beschreiben lassen. Angenommen wurde ein simples „spotted rotator“ Modell mit kreisförmigen Flecken in der Nähe der magnetischen Pole, das sich erfolgreich auf die Lichtkurven der meisten ACV-Veränderlichen anwenden ließ.

Einige wenige Ausnahmen wurden jedoch bald beschrieben, unter anderem TW Columbae (RA 06 00 51.03, DEC -42 52 13.7, J2000, Spektraltyp B9IIIpSrEu), der von Renson & Manfroid (1992) als zweiter Stern nach 46 Eri identifiziert wurde, dessen Lichtkurve aufgrund eines „dips“ im Bereich des Maximums nicht zu den einfachen Modellvorhersagen passte. Grundlage dieser Arbeit waren unter anderem Beobachtungen am dänischen 50-cm-Teleskop sowie am 61-cm-Bochum-Teleskop, beide auf La Silla in Chile situiert.

Durch präzise Satellitenbeobachtungen konnte mittlerweile belegt werden, dass sogar etwa ein Viertel der chemisch pekuliären Sterne komplexe Lichtkurven - und damit auch komplexe Oberflächenstrukturen - aufweist (Hümmerich et al., 2018). Auch wenn komplexe Lichtkurven von ACV Veränderlichen somit keine Seltenheit mehr darstellen, sind Langzeitbeobachtungen wie die von Renson & Manfroid (1992) (Beobachtungszeitraum 1980 bis 1988) eine wertvolle Grundlage zur Erforschung der Langzeitstabilität von ACV-Lichtkurven.

TW Col ist in dieser Hinsicht ein sehr günstiges Objekt, da nicht nur qualitativ hochwertige Beobachtungen aus den Achtziger Jahren vorliegen, sondern auch

aktuelle Daten des primär zur Suche nach Exoplaneten geplanten TESS-Satelliten (Ricker et al., 2015) aus dem Jahre 2019.

Da die in Renson & Manfroid (1992) dargestellten reduzierten Lichtkurven in den Bändern y , b , v und u (Abbildung 1 a.a.O.) nicht als Datenfiles vorliegen, mussten die im Vergleich zur maximalen spektralen Empfindlichkeit von TESS besonders geeigneten y -Daten mittels des Programmes „Graph Data Extractor“ von A. J. Mathews eingelesen werden (<https://sourceforge.net/projects/graphdataextract/>).

Über das Programm Eleanor (Feinstein et al. 2019; <https://adina.feinste.in/eleanor/>) sind TESS-Daten der Sektoren 5 und 7 zugänglich, wobei der 6.5 mag helle Stern TW Col in den Daten aus Sektor 5 deutliche Hinweise auf Sättigung zeigt, was sich in Form einer stark erhöhten Streuung bemerkbar macht. Daher wurden für die vorliegende Arbeit ausschließlich Daten aus Sektor 7 (HJD 2458491-2458516) verwendet; als Analysemethode fand die „point spread function“ von Eleanor mit den Standardeinstellungen Verwendung. Die anschließende Periodenanalyse wurde mittels Period04 (Lenz & Breger, 2005) durchgeführt.

Die so erhaltene Periode von 1.37849(3) d ist im Rahmen der Unsicherheit konsistent mit der in der Literatur angegebenen Periode von 1.37853(4) d.

$$(1) \quad \text{HJD}(\text{Max}) = 2458498.498(5) + 1.37849(3) * E$$

Abbildung 1 zeigt die mit dieser Ephemeride erhaltene reduzierte Lichtkurve im Vergleich zu den reduzierten y -Daten von Renson & Manfroid (1992) und illustriert zudem in einer Detaildarstellung des Phasenbereiches $0.75 < \phi < 1.25$ den Sinusfit aus Grundschwingung f_0 und erster Oberschwingung $2f_0$ für den Bereich des Maximums.

Eindeutig ist im Bereich des von Renson & Manfroid (1992) festgestellten „dips“ ($0.95 < \phi < 1.05$) eine Abflachung der TESS-Lichtkurve erkennbar, die eine komplexe Struktur der chemischen Flecken nahelegt. Durch die Präzision der Daten kann auch die damals als Möglichkeit eingeräumte Bedeckung durch einen Exoplaneten praktisch ausgeschlossen werden.

Die weitgehend idente Form der etwa 35 Jahre auseinander liegenden reduzierten Lichtkurven belegt deren grundsätzliche Stabilität. Denkbare leichte Abweichungen könnten den seinerzeit möglicherweise etwas prominenteren „dip“ betreffen, der die Grundlage für die Annahme einer möglichen Exoplanetenbedeckung bildete. Eine weitere leichte Differenz könnte im etwas steileren Anstieg der TESS-Helligkeit um Phase 0.6 vermutet werden.

In beiden Fällen erscheint es aufgrund der Streuung der Messwerte sowie im Hinblick auf die unterschiedliche spektrale Empfindlichkeit der verwendeten Geräte jedoch sehr fraglich, ob es sich um tatsächliche Änderungen der Detailstruktur der Lichtkurve handelt oder nicht. Wahrscheinlich werden erst weitere präzise Beobachtungen in einigen Jahren die Frage der Stabilität der Lichtkurve von TW Col endgültig lösen können.

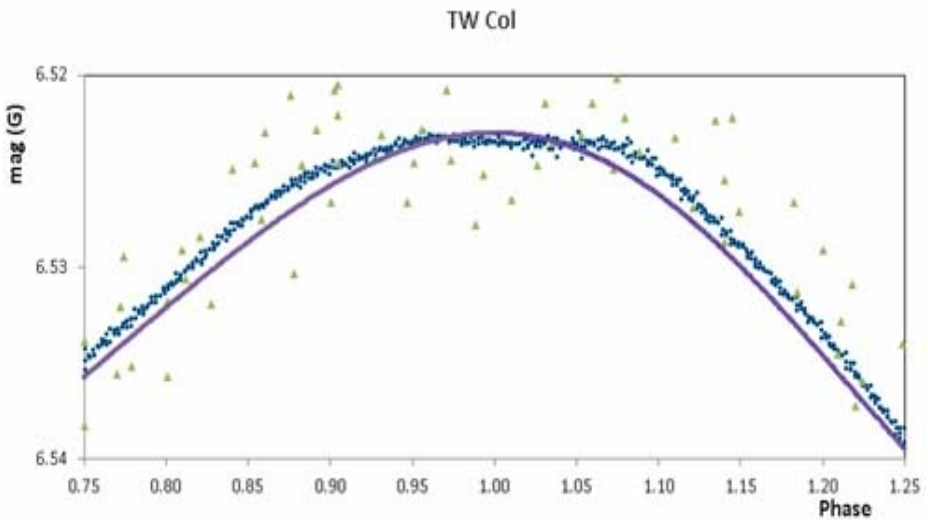
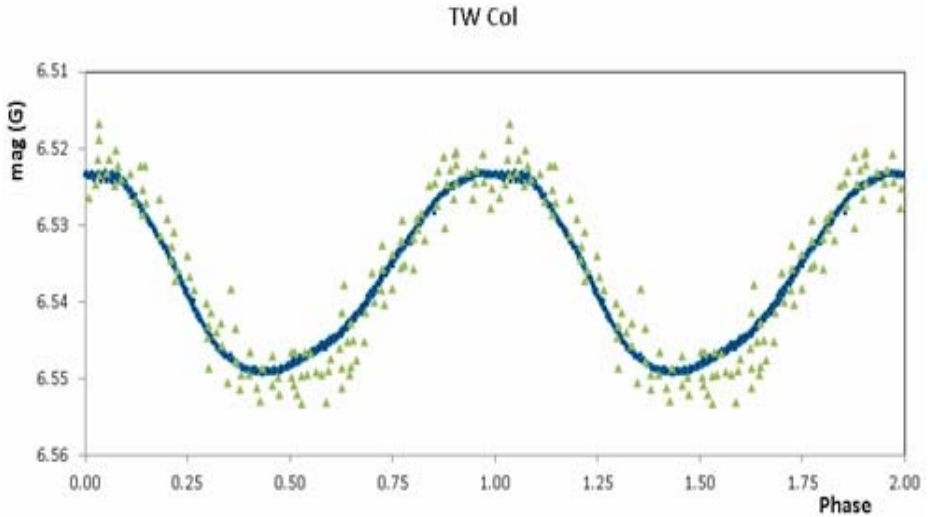


Abbildung 1: Mit der Ephemeride (1) reduzierte TESS-Lichtkurve (blaue Punkte) sowie den in Renson & Manfroid (1992) dargestellten y -Daten (grüne Dreiecke) (oben). Die untere Detaildarstellung des Phasenbereiches $0.75 < \varphi < 1.25$ illustriert zudem den Sinusfit aus Grundschwingung f_0 und erster Oberschwingung $2f_0$ für den Bereich des Maximums.

Referenzen:

Bernhard, K.; Hümmerich, S., 2016, BAV Rundbrief 3/2016, 15
<http://www.bav-astro.eu/rb/rb2016-3/15.pdf>

Feinstein, A.; Montet, B.; Foreman-Mackey, D.; Bedell, M., et al., 2019 2019, PASP, 131i4502F
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2019PASP..131i4502F>

Hümmerich, S.; Mikulášek, Z.; Paunzen, E.; Bernhard, K., et al., 2018, A&A, 619, A98
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2018A&A...619A..98H>

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

Renson, P.; Manfroid, J., 1992, A&A, 256, 104R
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1992A&A...256..104R>

Ricker, G. R.; Winn, J. N.; Vanderspek, R., et al., 2015, JATIS, 1a4003R
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2015JATIS...1a4003R/>

Danksagung

Wir danken A. J. Mathews für die Bereitstellung des Programmes „Graph Data Extractor“ im Internet. Für diese Arbeit wurden zudem die Datenbank Vizier und der AAVSO VSX benutzt.

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

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