

## TYC 3700-192-1 ist ein neuer Ap/CP2-Stern

### TYC 3700-192-1 is a new Ap/CP2 star

Stefan Hümmerich und Klaus Bernhard

**Abstract:** *By inspection of a LAMOST spectrum, TYC 3700-192-1 ( $V \sim 11.5$  mag) has been identified as a new magnetic chemically peculiar (Ap/CP2) star of the Si type (B9VpSi). It is also a photometric variable showing rotationally modulated light variations with the ephemeris:  $HJD(Max) = 2457992.11(1) + 1.69866(6) *E$ .*

Ap/CP2-Sterne gehören zu den chemisch peculiären (CP) Sternen, für die eine wichtige Voraussetzung das Vorhandensein einer radiativen Außenzone in Verbindung mit langsamer Rotation ist. Durch das Zusammenspiel von radiativem Druck und selektiver Diffusion zeigen diese Objekte atmosphärische Zusammensetzungen, die signifikant vom solaren Muster abweichen. CP-Sterne machen etwa 10% der frühen (Spektralklasse B bis F) Hauptreihensterne aus. CP2-Sterne sind gekennzeichnet durch starke und organisierte Magnetfelder, deren Anwesenheit zu einer oberflächlich ungleichmäßig starken Konzentration von peculiären Elementen wie Helium, Silizium, Chrom, Europium, Strontium u.a. führen kann.

Diese sog. chemischen Flecken („chemical spots“) bewirken eine optische Variabilität, deren Periode mit der Rotationsperiode übereinstimmt (vgl. Zusammenfassung in Bernhard & Hümmerich, 2015). Sie sind jedoch nicht, wie die Flecken auf unserer Sonne, durch eine unterschiedliche Temperatur zur Umgebung definiert, also keine Sternflecken im klassischen Sinne. Die photometrische Veränderlichkeit wird vielmehr durch eine spektrale Umverteilung des Flusses in den mit peculiären Elementen angereicherten Flecken (insbesondere vom UV- in den V-Bereich) verursacht. Hierdurch können interessante Vorgänge, wie z.B. so genannte Antiphasenvariationen (von der Wellenlänge abhängige Maximumszeiten) beobachtet werden (vgl. z.B. Gröbel et al., 2017; Bernhard & Hümmerich, 2018). Phot. veränderliche CP2-Sterne bezeichnet man traditionellerweise als  $\alpha 2$ -CVn-(ACV)-Veränderliche.

TYC 3700-192-1 (2MASS J02435601+5359249; RA 02 43 56.0188, DEC +53 59 24.9271, J2000) wurde bei der Durchsicht von LAMOST-Spektren aus dem DR4 (Luo et al., 2018) als CP2-Stern identifiziert. Der Stern fiel hierbei zunächst durch die charakteristische Flusssdepression um 5200 Å auf (Abbildung 1), die durch Überhäufigkeiten von Silizium, Chrom und Eisen und der Anwesenheit eines starken Magnetfeldes verursacht wird und ein Kennzeichen der CP2-Sterne ist (vgl. Khan & Shulyak 2007).

Des Weiteren zeigt der Stern außergewöhnlich starke Linien einfach ionisierten Siliziums (Si II; vgl. Abbildung 2). Hervorzuheben ist hierbei die Anwesenheit der Si II 4200 Å Linie, die nur in heißen Siliziumsternen zu finden ist und lange Zeit nicht bestimmt werden konnte, bevor sie 1962 vom Astronomen W.P. Bidelman (Bidelman, 1962) identifiziert wurde.

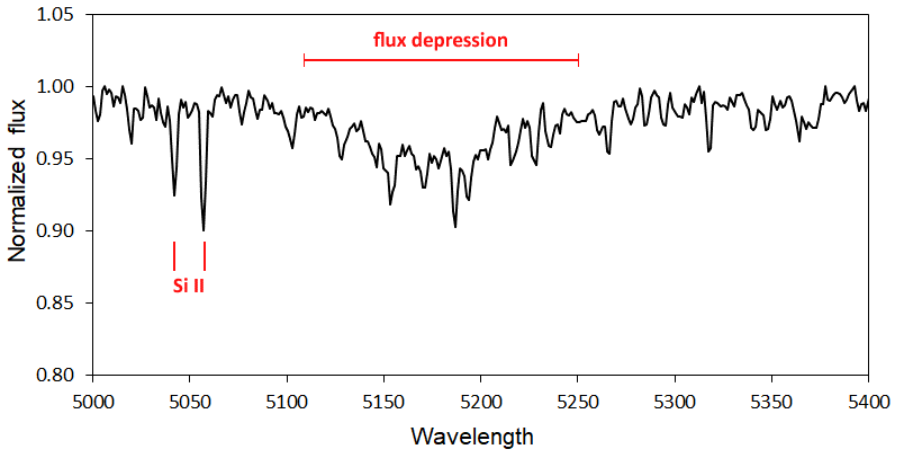


Abbildung 1: Charakteristische Flussdepression um 5200 Å im LAMOST-DR4-Spektrum von TYC 3700-192-1. Hervorgehoben sind zudem die starken Si II Linien bei 5041 Å und 5055/56 Å.

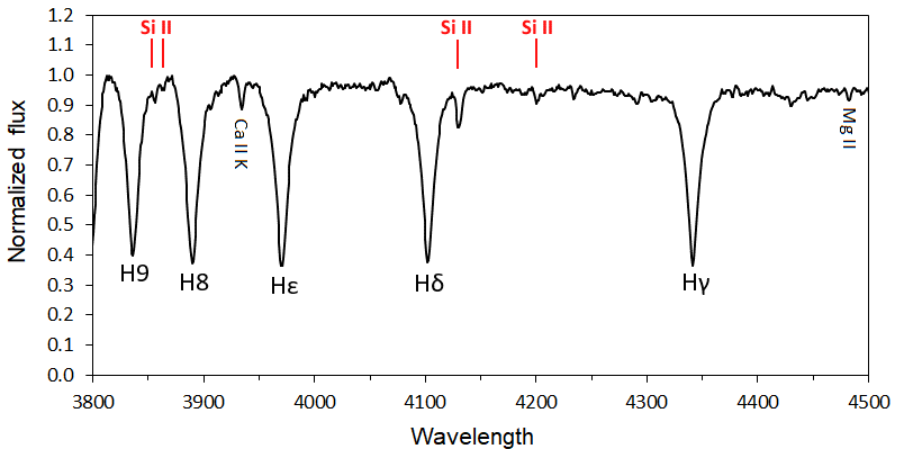


Abbildung 2: LAMOST-DR4-Spektrum von TYC 3700-192-1 (blauvioletter Bereich; „Klassifikationsspektrum“). Einige markante Linien sind hervorgehoben. Deutlich zu erkennen sind die außergewöhnlich starken Si II Linien bei 3856/62 Å, 4128/30 Å und 4200 Å.

Aufgrund des vorliegenden Spektrums klassifizieren wir den Stern als B9VpSi. Diese Klassifikation basiert insbesondere auf der Anwesenheit sehr schwacher Linien neutralen Heliums (z.B. 4471 Å), der Stärke der Ca II K Linie, dem Wasserstofflinienprofil und dem Verhältnis der He I 4471 Å / Mg II 4481 Å Linien (vgl. Gray & Corbally, 2009).

Um die vermutete periodische Lichtveränderlichkeit festzustellen, wurden Daten der Surveys SuperWASP (Butters et al., 2010) und ASAS-SN (Shappee et al., 2014, Kochanek et al., 2017) mit Period04 (Lenz & Breger, 2005) untersucht. TYC 3700-192-1 zeigt eine ACV-typische Lichtkurve mit zwei unterschiedlichen hohen Maxima (Abbildung 3) und der Ephemeride:

$$\text{HJD}(\text{Max}) = 2457992.11(1) + 1.69866(6) * E$$

Während die Ephemeride auf den aktuelleren und einen längeren Zeitraum umfassenden ASAS-SN-Daten beruht, basiert die gezeigte Lichtkurve auf den SuperWASP-Daten (gebinnt auf 0.02 Tage), die eine kleinere Streuung aufweisen.

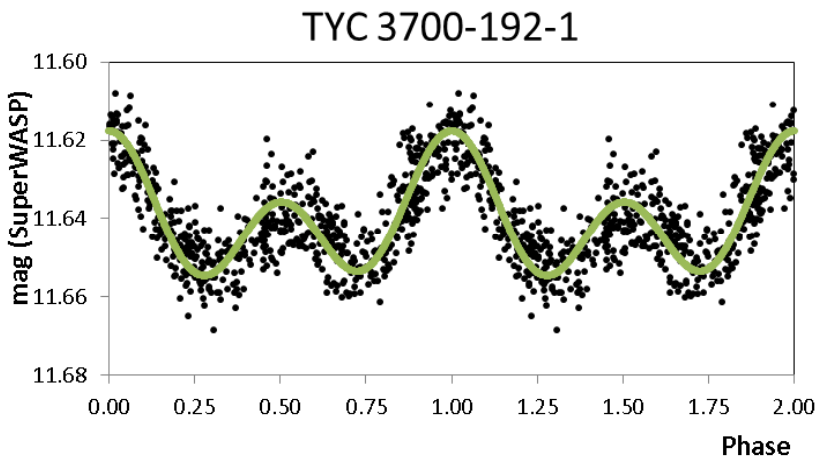


Abbildung 3: Auf die Periode von 1.69866 d reduzierte Lichtkurve von TYC 3700-192-1

Hervorzuheben ist, dass TYC 3700-192-1 bisher weder als lichtveränderlich erkannt noch spektroskopisch klassifiziert worden ist und die vorliegende Arbeit offensichtlich die erste detaillierte Untersuchung dieses Sterns darstellt (laut SIMBAD existieren keine Literaturquellen zu diesem Objekt). Die Suche in den LAMOST-Spektren dürfte somit eine hoch interessante, produktive und mit geringem Aufwand zu betreibende Tätigkeit darstellen.

**Referenzen:**

- Bernhard, K.; Hümmerich, S.; Otero, S.; Paunzen, E., 2015, A&A, 581A, 138  
<http://adsabs.harvard.edu/abs/2015A%26A...581A.138B>
- Bernhard, K.; Hümmerich, S., 2018, BAV Rundbrief 1/2018, 21  
<https://www.bav-astro.eu/rb/rb2018-1/21.pdf>
- Bidelman, W. P., 1962, ApJ, 135, 651  
<http://adsabs.harvard.edu/abs/1962ApJ...135..651B>
- Butters, O. W. et al., 2010, A&A, 520, L10  
<http://adsabs.harvard.edu/abs/2010A%26A...520L..10B>
- Gray, R. O. and Corbally, C. J., 2009, Stellar Spectral Classification, Princeton University Press  
<http://adsabs.harvard.edu/abs/2009ssc..book.....G>
- Gröbel, R.; Hümmerich, S.; Paunzen, E.; Bernhard, K., 2017, NewA, 50, 104  
<http://adsabs.harvard.edu/abs/2017NewA...50..104G>
- Khan, S. A., & Shulyak, D. V. 2007, A&A, 469, 1083  
<http://adsabs.harvard.edu/abs/2007A%26A...469.1083K>
- Kochanek, C. S., et al., 2017, PASP, 129, 104502  
<http://adsabs.harvard.edu/abs/2017PASP..129j4502K>
- Lenz, P.; Breger, M., 2005, CoAst, 146, 53  
<http://adsabs.harvard.edu/abs/2005CoAst.146...53L>
- Luo, A.-L., Zhao, Y.-H., Zhao, G. et al., VizieR Online Catalogue, 2018yCat.5153....0L  
<http://cdsarc.u-strasbg.fr/viz-bin/cat/V/153>
- Shappee, B. J. et al., 2014, ApJ, 788, 48  
<http://adsabs.harvard.edu/abs/2014ApJ...788...48S>

**Danksagung:** Für diese Arbeit wurde die Datenbank VIZIER und der International Variable Star Index (VSX) der AAVSO verwendet. Die SuperWASP-Daten wurden über die "CERIT Scientific Cloud, Institute of Computer Science, on behalf of Department of Theoretical Physics and Astrophysics, Faculty of Science, Masaryk University, Brno, Czech Republic" abgerufen. Diese Arbeit nutzt zudem Daten der LAMOST-Durchmusterung (Guoshoujing Telescope (the Large Sky Area Multi-Object Fiber Spectroscopic Telescope LAMOST) is a National Major Scientific Project built by the Chinese Academy of Sciences. Funding for the project has been provided by the National Development and Reform Commission. LAMOST is operated and managed by the National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences).

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

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