

Die Periastron-Passagen von 28 Tau 2012-2015

Ernst Pollmann und Wolfgang Vollmann

Innerhalb der Zeitspanne Januar 2012 bis Februar 2015 konnte ein Gruppe von 24 Beobachtern der ARAS-Gemeinschaft (<http://www.astrosurf.com/aras/>) erfolgreich vier Periastron-Passagen des Be-Doppelsterns 28 Tau dokumentieren. Der Hauptzweck der Kampagne war, die Änderung in der Radialgeschwindigkeit (RV) zusammen mit dem V/R-Verhältnis des H α -Doppelppeakprofles zu beobachten. In dieser Kampagne kamen Littrow-Spektrographen vom Typ LHIRES III mit unterschiedlichem Spektralaufösungsvermögen R von 8000 bis 17000 zum Einsatz. Entsprechend den Untersuchungen über die orbitalen Elemente von Tau 28 durch Nemravova et al. (2010), benutzten auch wir zunächst die H α -Linie, um so unsere Ergebnisse vergleichen zu können. Die Reproduzierbarkeit unserer H α -RV-Messungen in einem Einzelspektrum während einer Nacht kann bei Anwendung der Linien-Profilespiegelmethode mit (+/-) 2 km/s angegeben werden.

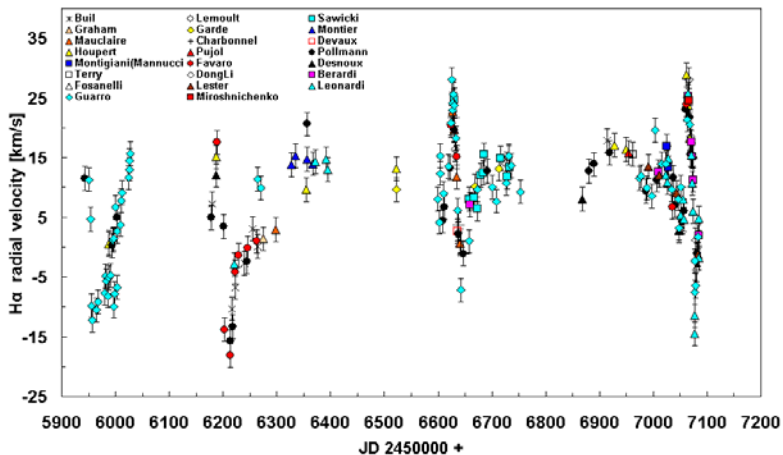


Abb. 1: Überblick zum zeitlichen Verlauf der H α -Radialgeschwindigkeit

Während Nemravova et al. (2010) für die Berechnung der Orbitalelemente H α -Spektren des Zeitraums JD 2449581 bis 2455112, der die Be-Shell- und die B-Phase von Tau 28 umfasst, stellen unsere Beobachtungsergebnisse ausschließlich den Be-Shell-Zeitraum JD 2459942 bis 2457083 dar. Darüber hinaus waren wir in unserer Kampagne besonders daran interessiert zu sehen, wie sich zu erwartende Änderungen des V/R-Verhältnisses zur Zeit der minimalen Radialgeschwindigkeitsepoche nahe dem Periastron als Folge der Gezeitenwirkung der Sekundärsterns in diesem Doppelsternsystem darstellen. Der oben erwähnte Zeitraum Januar 2012 bis Februar 2015 wird in Abb. 1 und 2 als Gesamtüberblick über die H α -RV und dem zeitgleichen V/R-Zeitverhalten gezeigt.

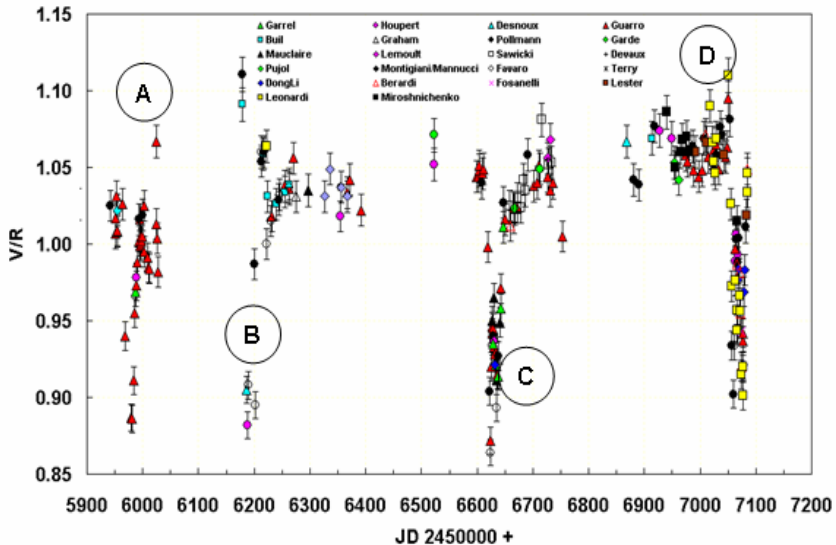


Abb. 2: Überblick zum zeitlichen Verlauf des V/R-Verhältnis der H α -Doppelpeak-Emission

Unsere detaillierte H α -RV-Darstellung in Abb. 3 zeigt einen klaren Sprung in positiver Richtung (Rotverschiebung) um JD 2457060. Ähnliches ist auch in den RV-Daten (JD 2452860 bis 2454186) von Nemravova (2010) zu finden. Dieser ungewöhnliche RV-Sprung in unseren Beobachtungen war Anlass, einer Empfehlung aus der professionellen Astronomie zu folgen, die RV an einer Spektrallinie, die in größerer Nähe zum zentralen Stern gebildet wird, zu überprüfen.

Dies trifft für die Linie FeII 6516.053 Å zu, die in einer dichten Scheibenzone um den Stern entsteht und etwa 70% der Kontinuumsintensität in ihrem Absorptionsminimum erreicht. Diese FeII-Linie ist in die meisten unserer Spektren vorhanden gewesen. Um unser Monitoring noch weiter zu ergänzen, erhielten wir erfreulicherweise zusätzliche professionelle Spektren von unserem Freund und Kollegen Prof. Dr. Anatoly Miroshnichenko.

Abb. 4 zeigt, dass tatsächlich die RV der Linie von FeII 6516 sich gleichmäßig und fast ungestört bis hin zum Periastron bei ca. JD 2457076.4 verringert. Entsprechend den von Nemravova et al. (2010) ermittelten H α -Orbitalelementen ($e = 0.596$; $\omega = 148^\circ$; $T_{\text{periastron}} = 2440040.4$ d) hatten wir dieses Periastron bei JD 2457077.0 zu erwarten.

Wie bereits erwähnt, haben wir mit der Messung des H α -V/R die Möglichkeit, die zu erwartende Änderung der Scheibendichtestruktur nahe dem Periastron als Folge der Gezeitenwirkung des Sekundärsterns zu beobachten.

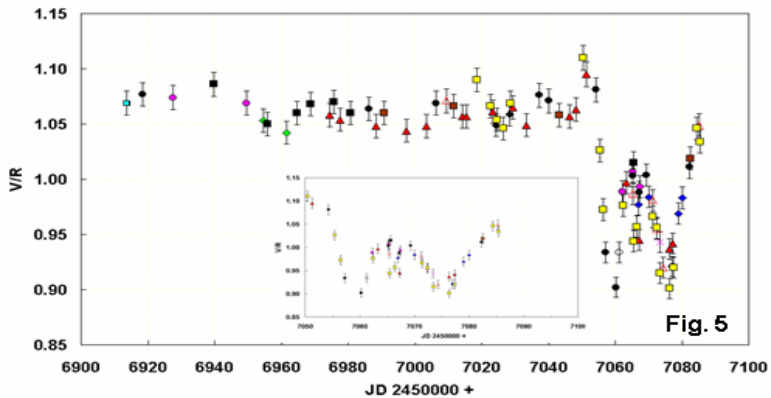
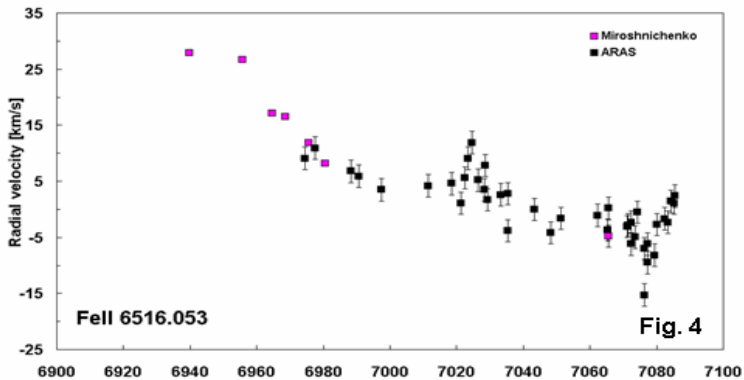
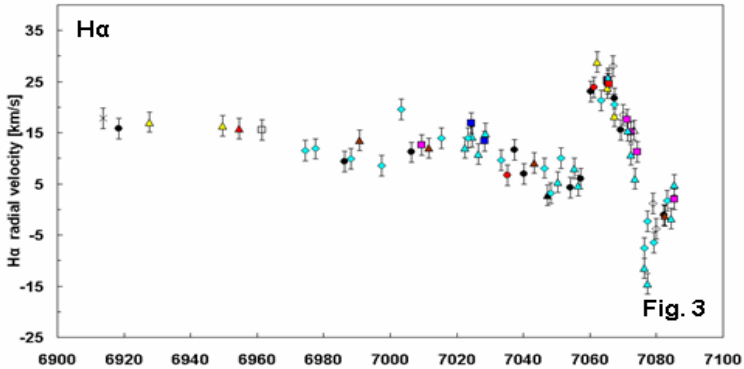


Abb. 3-5: Zeitlich höher aufgelöstes H α -RV-Monitoring der Periastronpassage D (oben); RV-Vergleichsmonitoring an der Absorptionslinie Fe II 6516Å (mitte); H α -V/R-Monitoring der Periastronpassage D mit den beiden ausgeprägten Minimumstrukturen (unten)

Die von uns beobachtete und ziemlich ungewöhnliche V/R-Veränderung in Form des Auftretens zweier verschiedener Minimum-Komponenten (bei JD 2457060 & 2457076) nahe dem Periastron in Abb. 5 scheint daher in der Tat einem Verzerrungs- und Deformationsprozeß der beiden geometrisch zu einander versetzten Scheiben des Doppelsternsystems [Hirata (2007) u. Tanaka et al. (2007) (siehe hierzu Hirata's Illustration am Ende des Berichtes) zu entsprechen.

In unseren vorausgegangenen Kampagnen ist lediglich in den Periastrondurchgängen A und C der Abb. 2 eine solche „zweifache“ V/R-Erscheinung zu erkennen, was bedeutet, dass der hier zugrunde liegende Prozess der Scheibenverzerrung während der einzelnen Periastronpassagen nicht immer gleichartig verläuft.

Demzufolge ist es nicht besonders schwer sich vorzustellen, dass diese Art der Profildeformation der H α -Linie zu Radialgeschwindigkeiten führt, die stark durch die Gezeiteinflüsse des Sekundärsterns gestört sind.

Trotz dieser Unschärfe in der Periastron-Zeitdefinition haben wir versucht, eine Periodenanalyse von RV und von V/R durchzuführen. Zunächst zeigt Abb. 6 die RV-(PDM)-Periodenberechnung (PDM = phase dispersed minimization) aller beobachteten Periastrondurchgänge dieses Berichts, welche zu einer Periode von 227.4 Tagen führte. Abb. 7 zeigt das entsprechende Phasendiagramm. Das hier ermittelte Phasenverhalten sowie die Perioden selbst sind mit den photographischen RV-Phasendiagrammen von Katahira et al. (1996) in Abb. 8 sowie mit den elektronischen RV-Phasendiagrammen von Nemravova et al. (2010) in Abb. 9 verglichen worden.

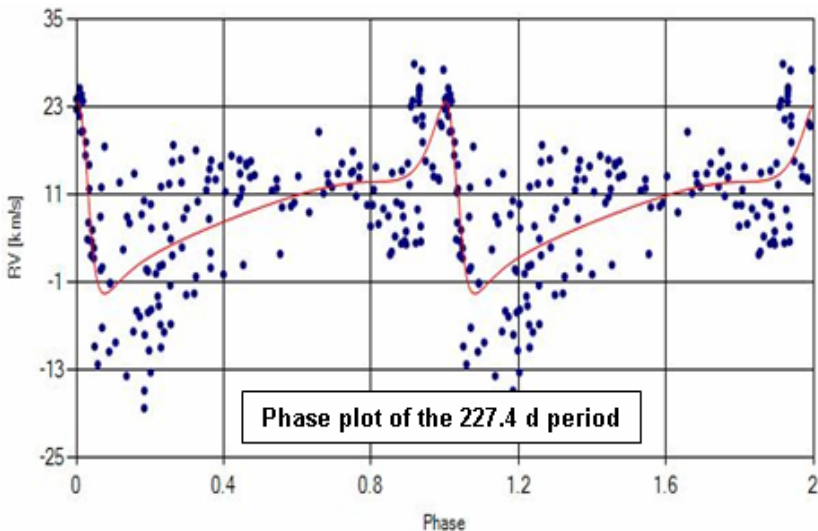


Abb.7: Phasendiagramm der RV-Periode 227.4 Tage aus allen bisher beobachteten Periastronpassagen

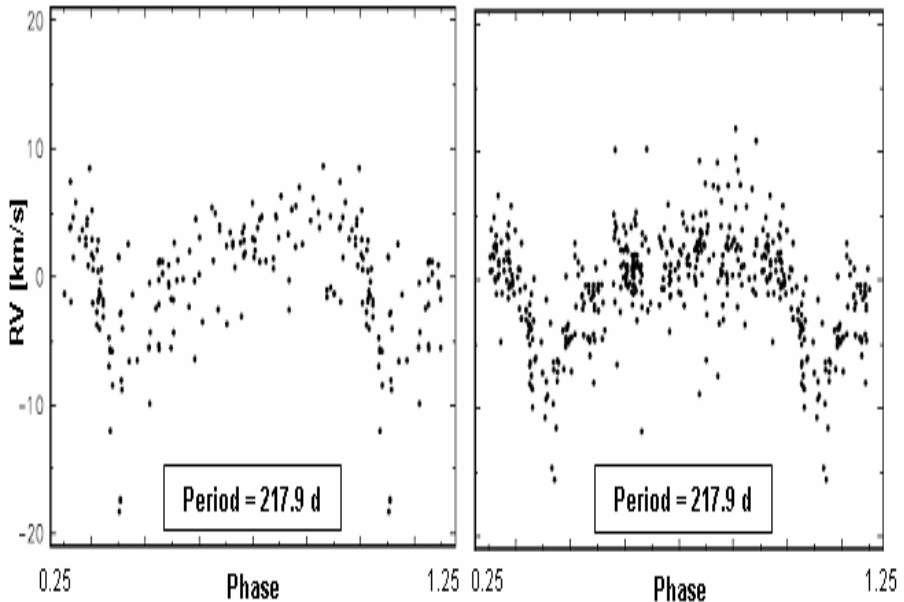


Abb. 8 (links): Photographischer RV aus Katahira et al. PSJ, 48, 317
 Abb. 9 (rechts): Elektronische RV aus Nemravova et al. A&A, 516, A80

Unsere größeren Perioden resultieren aus der Tatsache, dass wir in der Lage waren, sowohl die RV wie auch das V/R innerhalb konkreter Periastron-Kampagnen im Detail mit einer deutlich höheren Beobachtungshäufigkeit als in den professionellen Untersuchungen abzudecken, was zu einer größeren zeitlichen Dispersion der eigentlichen Periastronpassagen führte.

Andererseits spiegelt sich in der relativ scharfen VR-Definition in unseren Beobachtungen (außer im letzten Periastronmonitoring), mit der PDM-Periodenanalyse in Abb. 10 und dem Phasendiagramm in Abb. 11, ziemlich genau die 217.9-Tage-Periode von Katahira et al. (1996) und von Nemravova et al. (2010) wider.

Dennoch bleibt alles in allem die Frage: wie kann man orbitale Elemente (wie z.B. Periastronperioden) basierend auf RV-Auswertungen vergleichen, wenn derartige Unschärfen bei der Periastron-Zeitdefinition in den RV-Werten vorliegen?

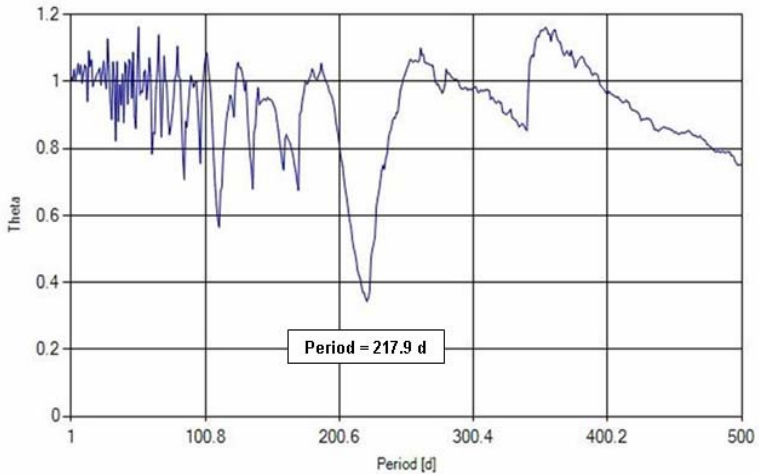


Abb. 10: PDM-Periodenanalyse des V/R-Verhältnisses der Periastronpassage D in Abb. 2

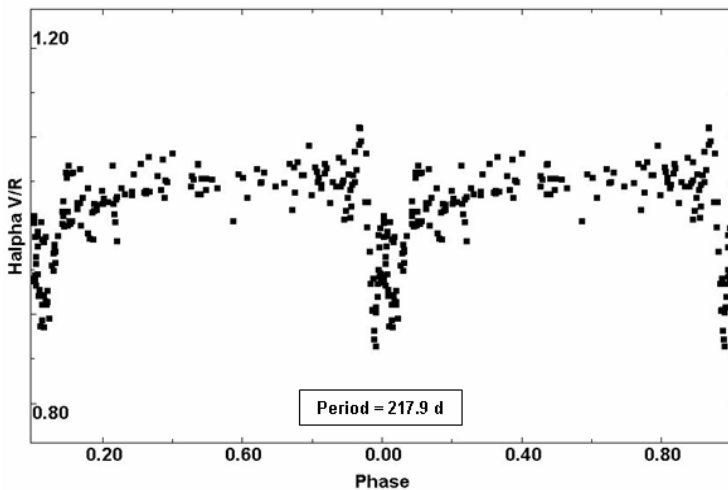


Abb. 11: Phasendiagramm der 217.9 Tage Periode in Abb. 10

In Anlehnung an den Artikel „H α -Spektroskopie und V-Variationen an Plejone“ im BAV-RB 1/2011 schien es nicht uninteressant der Frage nachzugehen, inwieweit der hier diskutierte Befund der Be-Sternscheibenverzerrung im Periastron durch den Begleitstern, und die damit einhergehenden, geometrischen Scheibenänderungen zu einer Änderung der visuellen Gesamtheit dieses Doppelsternsystems führen.

Wolfgang Vollmann hat 28 Tau von 2011 bis 2015 mit einer DSLR-Kamera photometriert und dabei nahe an der Messgenauigkeit nur sehr geringe Änderungen im Bereich weniger hundertstel Größenklassen gefunden. Ein Versuch diese Helligkeitsmessungen in einem Phasendiagramm mit der hier diskutierten spektroskopischen Periode von 217.9 Tagen der Periastronpassagen A bis D darzustellen, ergab keine Abhängigkeit der Helligkeit von der Phase (Abb. 12), obwohl die jeweiligen Passagen photometrisch in guter Beobachtungshäufigkeit abgedeckt waren.

Dies ist insoweit nicht überraschend, als Ruzdjak et al. (2013) an ζ Tau gezeigt hatten, dass solche Scheibendeformationen (wenn überhaupt) zu nur sehr geringen Helligkeitsänderungen im tausendstel Größenklassenbereich liegen.

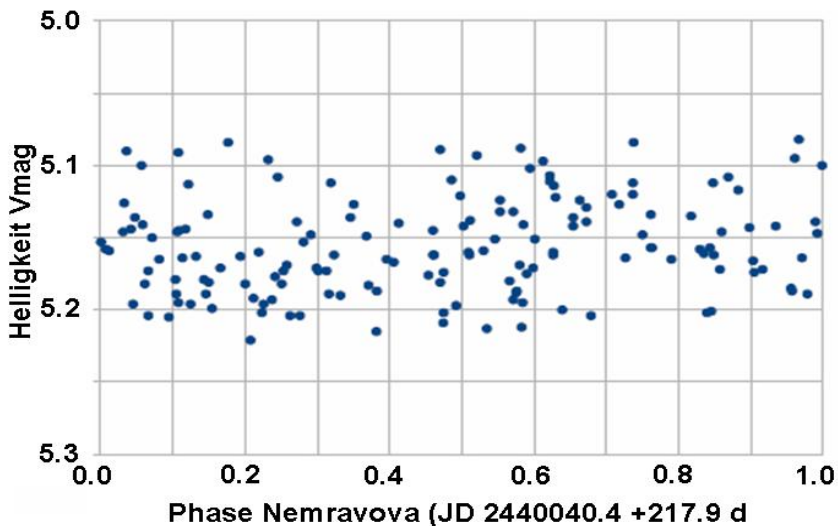


Abb. 12: Phasendiagramm der 217.9 Tage Periode aus Helligkeitsmessungen von Wolfgang Vollmann

Literatur:

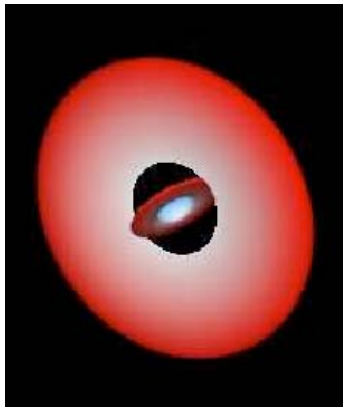
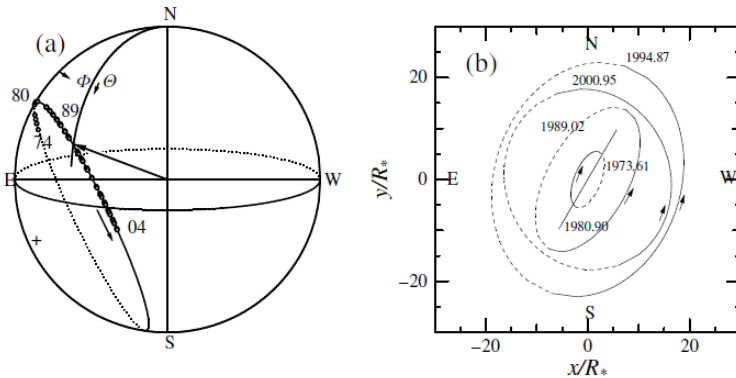
- Hirata, R., 2007, ASP Conference Series, Vol. 361, 267-271
 Katahira, J., I., Hirata, R., Katoh, M., Ballereau, D., Chauville, J., 1996, PASJ, 48, 317-334
 Nemravova, J., Harmanec, P., Kubat, J., Koubsky, P., Lliev, L., Yang, S., Ribeiro, J., Slechta, M., Kotovka, L., Wolf, M., Skoda, P., 2010, A&A, 516, A80
 Tanaka, K., Sadakane, K., Narusava, S., Y., Katahira, J., I., Hirata, R., 2007, PASJ 59, L35
 Ruzdjak, D., Pollmann, E., Bozic, H., 2013, Cent. Eur. Astrophys. Bull. 1, 73-78

Die folgenden ARAS-Beobachter haben mit ihren Spektren zu den Kampagnen beigetragen:

Th. Garrel, C. Sawicki, J. Montier, J. S. Devaux, M. Pujol, M. Leonardi, V. Desnaux, P. Berardi, Ch. Bul, K. Graham, B. Mauclaire, F. Houpert, E. Pollmann, N. Montigiani, M. Mannucci, J. N. Therry, J. Guarro, Th. Lemoult, O. Garde, St. Charbonnel, T. Lester, A. Favaro, Dong Li, P. Fosaneli

Scheiben-Präzession und Auftreten einer neuen Scheibe in Plejone ($P_{orb} = 218$ Tage, $e = 0.6$ (nach Hirata 2007))

Räumliche Bewegung der Scheibenachse (a), und am Himmel projizierte Entwicklung einer zweiten inneren Scheibe zwischen 1974-2003 (b), verursacht durch Gezeitenwirkung des Sekundärsterns. Die zweite Scheibe ist im Begriff (2007), Kontakt mit der alten, vorherigen Scheibe herzustellen (c).



(c)