

V1166 Her – Beobachtungen des δ -Scuti-Sterns Mai-Juli 2021

Matthias Kolb

Abstract: *V1166 Her is a High Amplitude Delta Scuti (HADS) star with a period of only 0.10818 days. There is no hint in the literature that the star is pulsating in more than one frequency. Scope of the observation campaign was to look for additional frequencies and potential amplitude modulation which are not uncommon in HADS stars (see VZ Cnc). Analysis of the data do not show a significant contribution from additional frequencies. The calculated period is very close to the literature value. In addition, light curves of V1165 and V656 Ser were evaluated and literature data for periodicity and V magnitude variation were confirmed with good accuracy.*

V1166 Her ist ein High-Amplitude-Delta-Scuti-Stern (HADS), über den ich bisher wenige Informationen in der astronomischen Literatur gefunden habe. Im VSX (Variable Star Index) [1] der AAVSO finden sich die Basisdaten (aus der ASAS-Durchmusterung, Pojmanski 2002) [2]:

Periode: 0,10818 Tage = 2,596 Stunden, die entspricht einer Frequenz von $9,2439 \text{ d}^{-1}$
Helligkeit: 12,5–13,3 mag im V-Band

Das ist in einem kleinen Widerspruch zur Periode im GCVS (General Catalogue of Variable Stars) [3], der ebenfalls Pojmanski 2002 zitiert, aber für die Periode 0,108157 angibt, entsprechend einer Frequenz von $9,24582 \text{ d}^{-1}$.

Es scheint noch keine detailliertere Analyse des Sterns ausgearbeitet worden zu sein, außer der Periode aus den Katalogen habe ich keine Arbeit gefunden, die eventuelle andere Moden oder Amplitudenschwankungen beschreibt.

Ziel meiner kleinen Beobachtungskampagne war es also herauszufinden, ob sich solche Hinweise ergeben oder ob der Stern tatsächlich hauptsächlich in einer Mode pulsiert.

Zwischen 23. Mai und 22. Juli 2021 habe ich den Stern in 15 Lichtkurven (teilweise nicht vollständig) aufgenommen (siehe technische Details). Mein kleiner Refraktor mit DSLR ist in diesem Bereich nahe an seiner Leistungsgrenze hinsichtlich Photometrie, dementsprechend sind die Lichtkurven teilweise nicht besonders „glatt“ und einige deutliche Ausreiser treten auf. Dennoch lässt sich insgesamt eine vernünftige Auswertung der Perioden der Pulsation durchführen. Dazu verwende ich, wie bei der im BAV Rundbrief 2/2021 [4] gezeigten Auswertung des HADS-Sterns VZ Cancri, das Programm VStar (AAVSO) [5]. Dabei werden die Helligkeiten als Funktion der Beobachtungszeit einer Fourieranalyse unterworfen. Als Ergebnis erhält man ein sogenanntes Power-Spektrum der Frequenzen, die in der Fourierzerlegung der Lichtkurve die größten Anteile haben.

Abbildung 1 zeigt solch ein Spektrum der Frequenzen. Man sieht, dass der höchste Peak in der Mitte einer Frequenz von 9,2455 (0,108161) aufweist, in guter Übereinstimmung mit der o.g. Literatur. Der Beitrag dieser Frequenz zur Semi-Amplitude der Schwingung wird mit 0,2317 mag berechnet. Rechts und links daneben sind Frequenzen zu sehen, die nach außen jeweils an Intensität verlieren. Die Abstände betragen jeweils 1 d^{-1} . Es handelt sich dabei wohl um Artefakte der Fourieranalyse auf Grund der Vielzahl fehlender Beobachtungsdaten im Gesamtzeitraum. Man muss sich vergegenwärtigen, dass in diesem Zeitraum von 60 Tagen etwa 550 Zyklen auftraten, von denen gerade mal 15, also 2,7%, in die Auswertung eingehen.

Im nächsten Schritt wird ein Modell auf Basis dieser Frequenz (und zweier Obertöne) berechnet und die Residuen zwischen den mit diesem Modell berechneten Werten und den Messwerten einer neuen Fourieranalyse unterworfen. Damit soll geprüft werden, ob sich weitere Pulsationsfrequenzen zeigen (wie beim bereits oben genannten VZ Cnc, siehe BAV Rundbrief 2/2021). Die Auswertung in Abbildung 2 zeigt zwei Verteilungen an, eine zentriert um $13,9690 \text{ d}^{-1}$, die andere um $4,7222 \text{ d}^{-1}$. Allerdings tragen beide nur wenig zur Amplitude der Oszillation bei: 0,0395 bzw. 0,0328 mag.

Daher ist die Interpretation dieser Frequenzen auch eher spekulativ. 4,722 ist ziemlich genau die Hälfte von 9,2455, daher vermute ich auch hier ein Artefakt der Fourieranalyse. Das Verhältnis $9,2455/13,969$ ist etwa 0,68 – nahe an dem Faktor von etwa 0,69, den man für den Quotienten aus der radialen Fundamental- und der zweiten radialen Oberschwingung erwarten würde. Dementsprechend wäre also die Hauptfrequenz die radiale Fundamentalschwingung. Ob das so ist, muss aber offenbleiben, da bei HADS-Sternen eigentlich zumeist eine radiale Oberschwingung vorherrscht. Wie dem auch sei, es bleibt festzustellen, dass meine Messergebnisse keine signifikanten Beiträge einer anderen Schwingungsfrequenz als die in den Datenbanken gegebene erkennen lassen.

Das würde auch vermuten lassen, dass die Amplituden nicht sehr schwanken. In dem Phasenplot (Abbildung 3) sind alle Messwerte als Funktion der Phase zwischen 0 und 1 aufgetragen, die sich aus der berechneten Periode von 0,108161 ergibt. Man sieht natürlich Variationen der Minima und Maxima, die sich im Rahmen der Literaturwerte von 12,5–13,2 mag bewegen. Die Lichtkurven als solche zeigen aber keine dramatischen Unterschiede in den Amplituden, wie dies bei VZ Cnc der Fall ist. Da die Minima der einzelnen Lichtkurven nur schwer genau zu lokalisieren sind (da ist meine Ausrüstung an der Leistungsgrenze), habe ich keine statistische Auswertung der Amplituden vorgenommen.

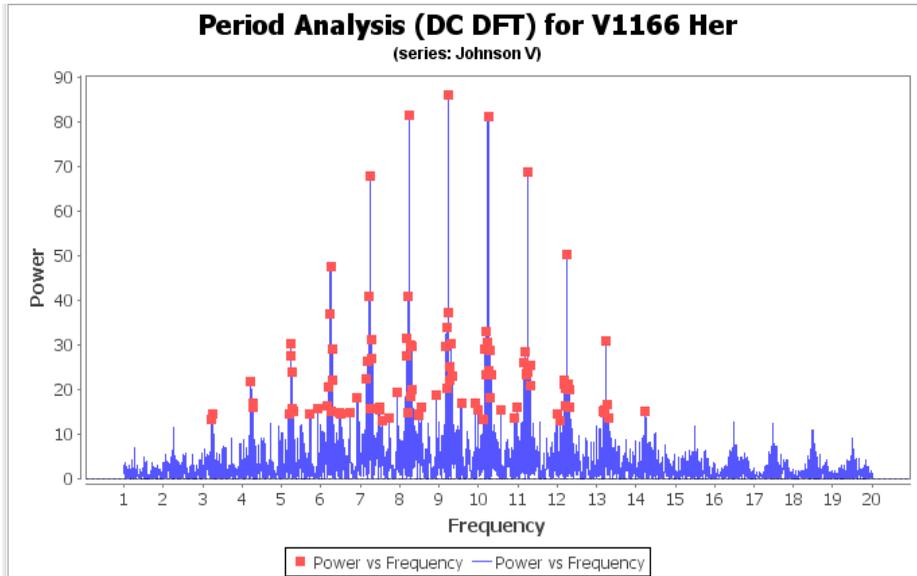


Abb. 1: V1166 Her - Powerspektrum der Fourieranalyse der Beobachtungsdaten

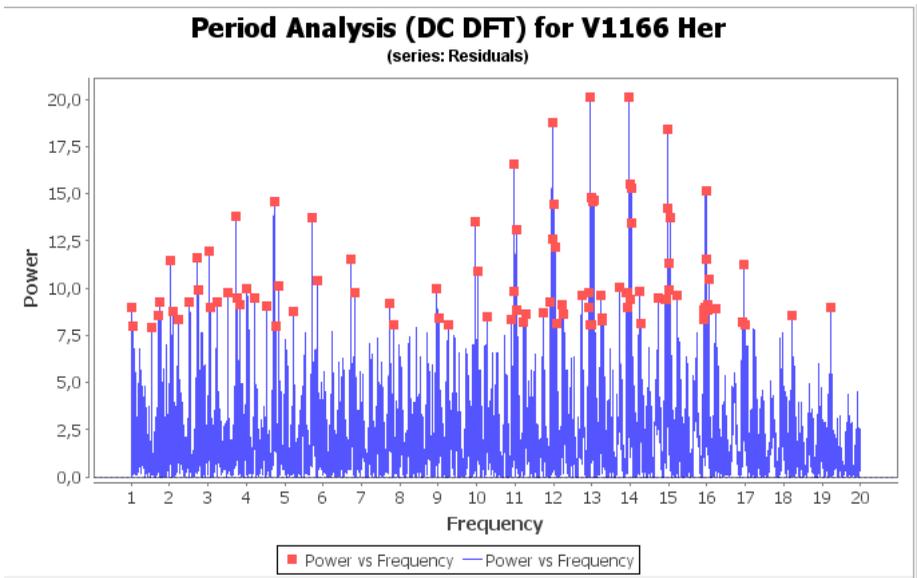


Abb. 2: V1166 Her - Powerspektrum der Fourieranalyse der Residuen (nach Abzug der Modellberechnung)

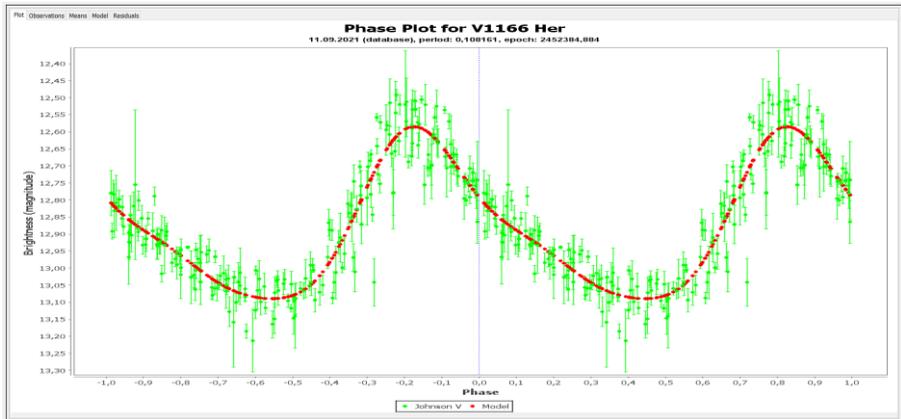


Abb. 3: V1166 Her - Beobachtungsdaten und Modell als Phasendiagramm

Beifang: V1165 Her und V656 Ser

Direkt in der Nähe von V1166 Her befindet sich **V1165 Her**. Eigentlich würde er sich prima als Vergleichssterne eignen, aber da er selbst – wie der Name ja schon sagt – variabel ist, fällt er in dieser Rolle heraus. Aber wenn man schon mal ein paar Hundert Aufnahmen gemacht hat, auf denen der Stern immer abgebildet ist, lohnt es sich natürlich, auch mal eine photometrische Auswertung zu machen.

Nun handelt es sich bei diesem Stern um einen Veränderlichen vom RS-Canum-Venaticorum-Typ. Dabei geht es um Bedeckungsveränderliche, bei denen der dunklere Stern eine großen „Sonnenfleck“ aufweist.

Die Daten aus dem VSX-Katalog: Helligkeit im V-Band 10,2-10,6 mag, Periode 1,437 Tage, also etwa 13mal länger als V1166 Her. Dementsprechend hat man in einem Beobachtungslauf von V1166 Her nur einen geringen Helligkeitsverlauf bei V1165 Her zu erwarten. Eine vollständige Lichtkurve ist daher noch nicht aufgenommen, aber die bisherigen Daten zeigen eine recht breite Streuung und ein Maximum der Helligkeit bei 10,22 und Minima bei 10,5 mag mit einer Periode von 1,4404 Tagen in ordentlicher Übereinstimmung mit den VSX-Daten. Auch zu diesem Stern gab es in der Datenbank der AAVSO (AID) bisher keine Einträge.

Man sieht in der Abbildung 4, dass sich zwei Maxima/Minima andeuten. Das liegt daran, dass neben der normalen Bedeckungsvariabilität eine Modulation der Lichtkurve durch die Rotation des Sonnenfleckes mit dem Stern erzeugt wird (siehe die Untersuchung am Stern GSC 02038-00293 von Rodda et. al., 2012) [6].

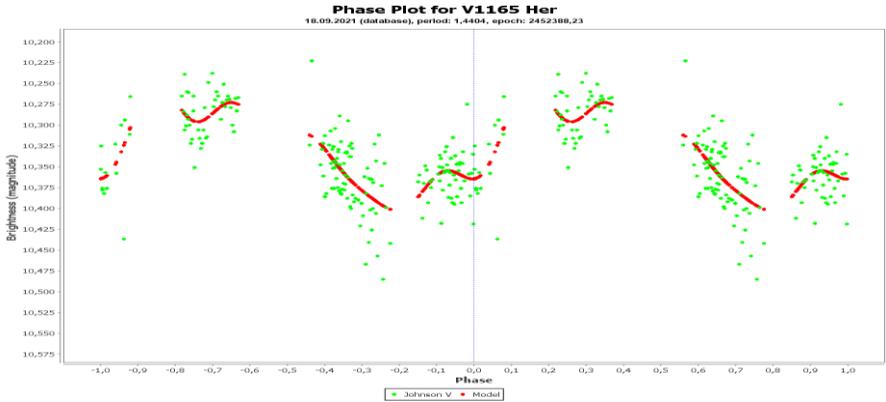


Abb. 4: V1165 Her - Beobachtungsdaten und Modell als Phasendiagramm

An einem der Beobachtungsnächte habe ich einen Fehler gemacht, der dazu führte, dass ich außerhalb des Bereiches meines Zielsternes lag. Eine Suche im GCVS ergab einen interessanten Treffer im aufgenommenen Himmelsbereich: **V656 Ser**, ein Bedeckungsveränderlicher vom Algol-Typ. Periode ist 4.748383 d nach VSX, Magnituden V zwischen 12,7 und 13,8.



Abb. 5: Minimum der Bedeckung von V656 Ser

Nun kann man bei einer Beobachtungsdauer von 3,2 Stunden nur knapp 3% der Lichtkurve abdecken, es ist also recht unwahrscheinlich, ausgerechnet die Bedeckung bei einer zufälligen „Wahl“ des Beobachtungsfensters zu treffen. Umso erfreuter war ich, dass das Zentrum der Bedeckung in meinen Daten auftaucht. Die V-Magnituden sind für mein Setup extrem grenzwertig, daher auch die recht große Streuung, aber insgesamt eine schöne Überraschung. Wiederum fanden sich bisher keine Beobachtungsdaten in der AID.

Technische Details:

Die Aufnahmen wurden mit einem 500-mm-f/5,6-Refraktor und einer DSLR-Kamera Canon 450D erstellt und – von einigen Ausnahmen abgesehen – jeweils 10 Aufnahmen á 15 Sekunden mit ISO 200 gestackt und mittels IRIS ausgewertet. Die erhaltenen Rohdaten (instrumentelle Magnituden) wurden dann verwendet, um anhand von drei Vergleichssternen die mittlere absolute Magnitude der grünen Pixel zu berechnen. In einigen Fällen waren nicht alle drei Vergleichsterne auf der Aufnahme zu sehen. Die Fehlerbalken geben die Standardabweichung der ermittelten Magnituden auf Basis jeweils einen der drei Vergleichsterne wieder. Mittels der instrumentellen Magnituden der blauen Pixel wurden für die jeweilige Aufnahmeserie die sogenannte Transformationskorrekturen berechnet, die allerdings kaum ins Gewicht fallen. Insgesamt zeigen die Werte also etwa das, was man mit einem Johnson-V-Filter messen oder visuell sehen würde, wobei natürlich die Absolutwerte der Helligkeit nicht wirklich wichtig für diese Analyse sind.

Danksagung

This research has made use of the International Variable Star Index (VSX) database, operated at AAVSO, Cambridge, Massachusetts, USA.

Literatur

- [1] VSX (Variable Star Index), www.aavso.org/vsx
- [2] G. Pojmanski, *Acta Astronomica* 52, 397, 2002
- [3] GCVS (General Catalog of Variable Stars): Samus N.N., Kazarovets E.V., Durlevich O.V., Kireeva N.N., Pastukhova E.N., *General Catalogue of Variable Stars: Version GCVS 5.1*, *Astronomy Reports*, 2017, vol. 61, No. 1, pp. 80-88 (2017ARep...61...80S)
- [4] M. Kolb, *BAV Rundbrief* 2/2021, S. 75 ff.
- [5] VStar, www.aavso.org/vstar, Benn, D. 2012, "Algorithms + Observations = VStar", *JAAVSO*, v40, n2, pp.852-866
- [6] T. Rodda et.al., [arXiv:1206.0363](https://arxiv.org/abs/1206.0363) (2020)