

## GP And: Delta-Scuti-Sterne in Sky Surveys

Carsten Moos

Das Wetter hat uns in 2013 nicht gerade verwöhnt. Es war zwar ein sehr trockenes Jahr, aber es gab nicht viele klare Nächte. Da kommt man auf die Idee, die großen Datenarchive der neuzeitlichen Himmelsdurchmusterungen (Sky-Surveys) auszuwerten. Im BAV Circular 2010 und 2011 standen 27 Programmsterne für Delta Scuti ähnliche Veränderliche (DS). Ab 2013 führt das Circular nach einer Überarbeitung, nun 90 Programmsterne für DS. Die Sterne CC And, GP And, RV Ari, BS Aqr, AN Lyn und SZ Lyn habe ich mir daraus ausgewählt und weiter untersucht. Erste Ergebnisse zu GP And sollen hier vorgestellt werden. Außerdem wird gezeigt, wie mit den Datenarchiven umzugehen ist und dabei das Forum der BAV hilfreich sein kann.

### GP And

Von den öffentlichen Archiven ( siehe auch Datenquellenangaben)

- NSVS Northern Sky Variability Survey, SKYDOT
- ASAS3 The All Sky Automated Survey, Warsaw University Observatory
- APASS The AAVSO Photometric All-Sky Survey, AAVSO
- CSS Catalina Sky Survey, University of Arizona
- SWASP Wide Angle Search for Planets, CERIT Scientific Cloud, Brno in Tschechien

habe ich mir die Daten zu diesem Stern besorgt. Teilweise erhält man Text-Tabellendateien oder Kataloge im Fits-Format. Mit je einem selbstgeschriebenen Konvertierungsscript auf einem Linux-Rechner (ginge auch entsprechend mit Windows) werden passend formatierte Spalten und z.T. umgerechnete Daten in Textdateien erzeugt. Das Meiste erledigt das Allerweltswerkzeug AWK (1). Diese Daten werden dann in das Programm PERANSO (2) importiert und können dort übersichtlich dargestellt und ausgewertet werden.

Nach ein paar Versuchen ist es mir gelungen, diese Daten, mit Ausnahme der CSS-Daten, zusammen in ein Phasendiagramm zu bekommen. Dabei habe ich nur die Daten im V-Bereich verwendet. Man erhält nur dann plausible Ergebnisse, wenn man die NSVS Daten in heliozentrische Zeiten umrechnet und von den Helligkeitswerten 0.40 mag abzieht (also heller macht!), aber ich konnte nirgendwo nachlesen, welche Zeitbasis den Daten tatsächlich zugrunde liegt.

Die Catalina Daten von Nessie/CRTS sind z.T. sehr "schlecht", denn sie passen weder in Magnitude, noch in der Zeit. Ich hatte 3 Ausreißer bereits bereinigt, sie lagen über ein halbe Magnitude daneben. Vielleicht wurde hier ein anderer, benachbarter Stern gemessen (Blending =Überschneidung), denn die Abweichungen in den Koordinaten ist auch erheblich mehr, als bei den anderen Katalogen. Leider kann man den Suchkreis für Koordinaten nicht unter 0.05' stellen, um das Überschneiden weiter zu reduzieren. Ich habe versuchsweise die Messwerte aus dem CSS um 0.35 Mag verschoben, damit sie halbwegs in den Bereich passen, aber ohne Erfolg.

Zu den Angaben im BAV Circular (3) ist zu sagen: Im Falle von GP And liegt seit 2013 ein Fehler bei der Periodenangabe vor, denn offensichtlich wurde die Periode vom vorhergehenden Katalogeintrag kopiert: Im Circular von 2012 war noch eine plausible Periode von  $P=0,0786827000$  für GP And (3) zu lesen. Außerdem wurde dort noch dieser Hinweis gemacht: Letzte Beobachtung 54482,3 ( = 16.01.2008 ), obwohl die Survey-Daten viel jünger sind (56204 bei APASS).

Eine Email-Anfrage im Forum der BAV, warum die CSS Daten nicht so gut passen, ergab entscheidende, wertvolle Hinweise:

„früher hieß es immer pauschal  $12 < V < 20$  für das CSS, aber Saturationseffekte zeigen sich auch bei schwächeren Objekten, wie ich aus eigener Erfahrung bestätigen kann.“ (4)

„CSS-Daten sind übrigens mitnichten V-Daten, obwohl das gerne des Öfteren so verkauft wird (siehe auch Zitat). Es handelt sich um ungefilterte Werte, die nachträglich auf V kalibriert wurden; zur Methodik siehe z.B. hier (s.u.); mehr Informationen gibt es in den entspr. Papern.“ (4)(5)

„und dass CSS und NSVS Datumswerte in MJD und ASAS in HJD angeben“ (4)

„Ansonsten sind sky survey Daten immer mit Vorsicht zu genießen, das kann man gar nicht oft genug betonen. Es kommt ggf. auch vor, dass Datensätze einfach "Schrott" sind, ohne dass man genauere Gründe nennen könnte. Siehe dazu auch einen meiner Artikel über Datamining im CSS im BAVR, wo gezeigt werden konnte, dass insbesondere die neueren Daten teilweise erheblich fehlerbelastet sind. Im Großen und Ganzen liefert das CRTS aber prima Photometrie, die ich gerne und oft benutze, insbesondere im Bereich  $13 < CV < 16$ .“ (4)

Eine weitere Antwort zum Thema, die sich teilweise auf die vorherige bezieht (mit Stefan ist Stefan Hümmerich (4) gemeint):

„Ich würde auch sagen, dass der Stern für den Catalina Survey schon fast zu hell ist. Das Fernrohr hat ja 50 cm Durchmesser und die Bilder sind ohne Filter und auf 10 Minuten Belichtungszeit zusammengezählt. Stefan sagt das schon alles. Was er nicht gesagt hat: Du hast (relativ neu) eine Option DSS mit der Dir das gewählte Feld gerade gezeigt wird. Könntest natürlich in einem anderen Fenster des Browsers auch von Hand machen, aber so ist es bequemer.“ (6)

Dank dieser Antworten konnte ich also weiter machen: Im Weiteren gehe ich daher davon aus, dass die NSVS Daten um 0.4 mag zu hoch (schwach) sind, weil ohne Filter gemessen wurde und die Zeitangaben von geozentrisch nach heliozentrisch umgerechnet werden müssen. Die CSS Daten lasse ich weg, weil der untersuchte Stern zu hell ist.

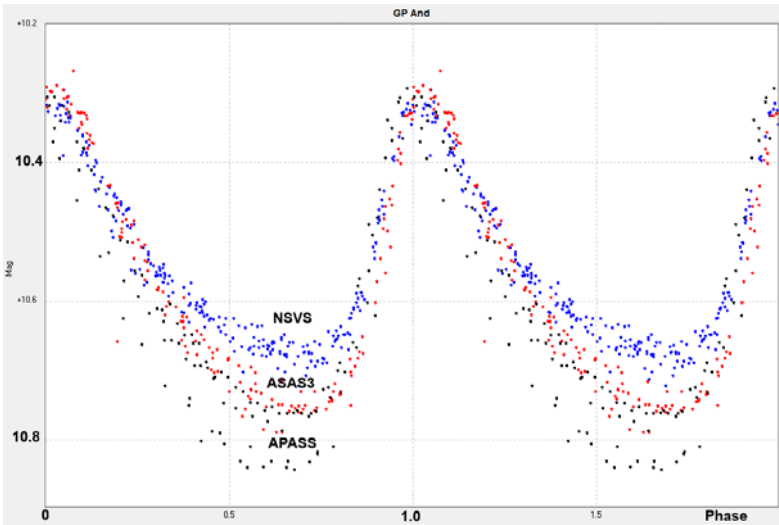


Bild 1: Phasendiagramm für GP And aus allen 511 Daten o.g. Quellen; man erkennt im Bereich des Minimums deutlich jeweils unterschiedliche Messkurven

Daraus können diese Elemente bestimmt werden:

$E_0 = 2455462.436858 \pm 0.00076$  (Maximum 10.291 mag)

$P = 0.078682725d \pm 0.000000062$

Mittleres Maximum liegt bei 10.37 mag und mittleres Minimum bei 10.72 mag (APASS= 10.79, ASAS3= 10.75 und = NSVS=10.68 [-0.4] mag)

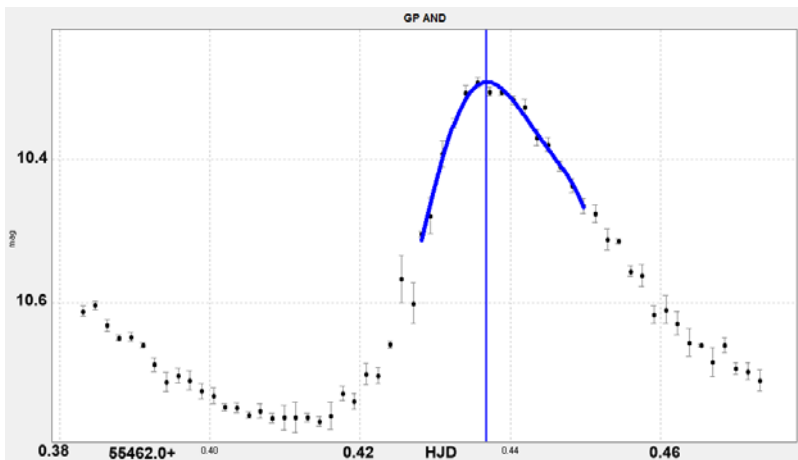


Bild 2: Lichtkurve für GP And, Maximum am 55462.436858, APASS Daten, mit einem Polynom 5. Ordnung kalkuliert

Da nun seit kurzem die Super WASP Daten wieder verfügbar sind, habe ich auch damit ein Phasendiagramm gemacht und diese Elemente erhalten:

$E_0=2453217.622380 \pm 0.00159$  Maximum = 10.375360 mag  
 $P=0.078682787d \pm 0.0000006$

Mittleres Maximum liegt bei 10.35 mag und mittleres Minimum ist 10.77 mag.

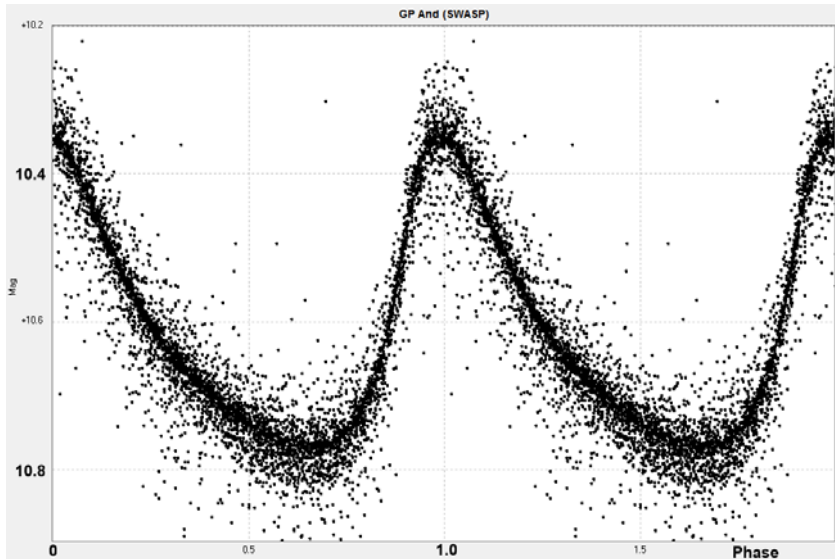


Bild 3 Phasendiagramm von GP And aus 4985 SuperWasp-Daten; im Minimum streuen die Werte deutlich.

Die im Circular angegebene Epoche und die Periode stammen aus dem Jahre 1951. Es ist also interessant zu untersuchen, ob die Periode nach mehr als 50 Jahren noch stabil ist. Dazu wurden verschiedene (B-R)-Werte kalkuliert.

(in Bezug zur Epoche bzw. Periode im Circular:  $E_0=33861.438$  und  $P=0.0786827$ )

Maximum	B-R/Tag	B-R/Minuten	Datenquelle
53191.6575	0.00449	6.47	SWASP
53217.6224	0.00413	5.95	SWASP
54005.4735	0.00538	7.74	SWASP
54031.8256	-0.00125	-1.80	APASS
55462.4369	0.00118	1.70	APASS

Tabelle 1 (B-R)-Werte

Die Messungen in APASS und Super WASP sind so dicht, dass sich daraus mehrere Lichtkurven zur Bestimmung des Maximums ergeben, wohingegen bei ASAS und NSVS die zeitlichen Abstände der Messungen dafür viel zu groß sind. Daher habe ich

zu einigen ausgewählten Maxima das (B-R) kalkuliert. Siehe dazu Tabelle 1. Die Betrachtung der (B-R)-Werte liefert eigentlich keine sinnvolle Erklärung dafür, dass die SWASP Daten eher um 6 Minuten und die APASS Daten eher um 1.8 Minuten abweichen. Ein Vergleich der Perioden aus den jüngsten Daten, lässt aber den Schluss zu, dass **GP And** eine seit 1951 konstante Periode aufweist. Die Untersuchung der Helligkeit des Sterns erscheint zumindest bei den NSVS Daten fraglich. Im Bereich der minimalen Helligkeit hat man es mit jeweils einer eigenen Helligkeitskurve zu tun, welche die Unterschiede der Aufnahme-Systeme deutlich macht. Verlässt man sich aber auf die ASAS und SWASP Daten, so liegt das Maximum in guter Übereinstimmung mit der Angabe im Circular (10.40 mag). Hingegen schlage ich vor, das Minimum zukünftig mit 10.8 mag anstatt 11.00 mag anzugeben, auch wenn die Messwerte in diesem Bereich stärker streuen.

Als Fazit möchte ich sagen, dass die vielen fotometrischen Daten der modernen Durchmusterungen eine sehr interessante Möglichkeit bieten, um vollständige Phasendiagramme zu untersuchen. Meine eigenen Messungen sind dafür aufgrund von Wetter und Bequemlichkeit oft nicht dicht genug. Als Ergebnisse kann man hier die erzielten Methoden zur Importier- und Vergleichbarkeit der verwendeten Daten, die Zusammenarbeit mit anderen Veränderlichenbeobachtern über das BAV-Forum, die Verbesserung der Circularangaben wegen Kopierfehlern und letztlich die Bestätigung der Periode des untersuchten Sterns und verbesserte Elemente zusammenfassen.

Als Anregung für die BAV möchte ich fragen, wieso die Hinweise zur letzten Beobachtung der DS Sterne aus dem Circular herausgefallen sind und weshalb die vermutlich schon längst publizierten Maxima aus den Surveys dabei nicht berücksichtigt wurden. Schließlich lag bei den APASS Daten ein Maximum aus 2011 vor. Im Anhang ist die Tabelle 2, mit den wichtigsten Eigenschaften der Datenquellen.

Survey/Quelle	Filter/ Magnitudenbereich	Abdeckung des Himmels	Instrument
<b>CSS</b>	Kalkuliertes V / 11.5 bis 21.5	D -75° bis 70°	Mod. 0.4-/0.6-m Catalina Schmidt Teleskop
<b>NSVS</b>	Opt / bis 15.5	D >-38°	Canon Objektiv, 200/2.8
<b>ASAS3</b>	V / 8.0 bis 14.0	D <+28°	Canon Objektiv, 200/2.8
<b>APASS</b>	V / 10.0 bis 17.0	D -10° bis 85°, 97%	ASA N8 20cm Astrograph
<b>SWASP</b>	V / bis 13.0	gesamt	Canon Objektiv, 200/1.8

Tabelle 2 Eigenschaften und Bereiche der Datenquellen

Quellen:

- (1) Gnu AWK, <http://www.gnu.org/software/gawk/manual/gawk.html>
- (2) PERANSO von Tonny Vanmunster, [www.peranso.com](http://www.peranso.com)
- (3) BAV Circular 2012, Heft 1, S. 16
- (4) Forumsbeitrag von Stefan Hümmerich, 05.11.2013
- (5) <http://nesssi.cacr.caltech.edu/DataRelease/FAQ.html>
- (6) Forumsbeitrag von Anton Paschke, 05.11.2013

Datenquellen und Danksagung:

**SuperWasp:** <http://wasp.cerit-sc.cz/form>  
Datenzugang durch CERIT Scientific Cloud, Brno in Tschechien

**Catalina Sky Survey:** <http://nesssi.cacr.caltech.edu/DataRelease/> (CRTS)  
*The CSS survey is funded by the National Aeronautics and Space Administration under Grant No. NNG05GF22G issued through the Science Mission Directorate Near-Earth Objects Observations Program. The CRTS survey is supported by the U.S.-National Science Foundation under grants AST-0909182 and AST-1313422.*

**APASS** <http://www.aavso.org/apass>  
*This research was made possible through the use of the AAVSO Photometric All-Sky Survey (APASS), funded by the Robert Martin Ayers Sciences Fund.*

**ASAS3** <http://www.astrouw.edu.pl/asas/?page=aasc&catsrc=asas3>  
*Pojmanski, G., 1997, Acta Astronomica, 47, 467. The All Sky Automated Survey*

**NSVS** <http://skydot.lanl.gov/nsvs/nsvs.php>  
*This publication makes use of the data from the Northern Sky Variability Survey created jointly by the Los Alamos National Laboratory and University of Michigan. The NSVS was funded by the Department of Energy, the National Aeronautics and Space Administration, and the National Science Foundation..*