

## **GSC 03529-02286, ein RRc-Stern mit Blazhko-Effekt und GSC 2.3 N0ZY00218, ein neuer Veränderlicher im Feld**

### **Light curve and period of the Blazhko RRc star GSC 03529-02286 and GSC 2.3 N0ZY002187, a new variable in the field**

Rainer Gröbel

**Abstract:** *By analysis of CRTS and SWASP data, Bernhard et al. (2013) have recently shown that GSC 03529-02286 (18 14 48.187 +47 10 03.12) is an RRc type variable showing indications of Blazhko effect. A night by night reanalysis of SWASP data yielded 70 maxima and 73 minima timings which revealed a 20.26 d Blazhko period. CCD observations on 13 nights in August 2013 yielded 11 maxima covering a little more than one Blazhko cycle. It could be shown that the secondary period prevails until now. The ephemeris for the maxima could be improved to*

$$HJD (Max.) = 2456495.4317(37) + 0.27719643(46) d \times E.$$

*The CCD observations also revealed a short period eclipsing variable in the vicinity. The GSC 2.3 star N0ZY002187 (18 14 26.76 +47 19 09.38) shows shallow 0.15 mag. deep eclipses with the ephemeris  $HJD (Min.) = 2456493.3980(6) + 0.340055(12) \times E$ .*

Im letzten Rundbrief [1] haben K. Bernhard, G. Srdoc und S. Hümmerich drei neue RR-Lyrae-Sterne vorgestellt. Diese Sterne wurden mit Hilfe von Daten aus der SuperWASP Datenbank [2] (siehe Anm.) entdeckt und mit CRTS Daten näher bestimmt. Unter ihnen ist der an der gemeinsamen Grenze der Sternbilder Lyra, Herkules und Draco befindliche GSC 03529-02286 auffallend. Die gezeigte Lichtkurve (LK) deutet auf einen Blazhko-Effekt hin. Der Anregung dieser Autoren zu weiteren Beobachtungen bin ich gerne gefolgt. Im Vorfeld wurden die SWASP-Daten nach bewährter Methode [3] ausgewertet. Eine vorwiegend in Phase wirksame 26,26 d Blazhko-Periode (BIP) konnte festgestellt werden. Mit den anschließenden Messungen konnte ich etwas mehr als eine BIP ziemlich gleichmäßig abdecken. Damit wird gezeigt, dass die sekundäre Periode fort dauert und sich sehr genau wiederholt.

**1.) GSC 03529-02286** (18 14 48.187 +47 10 03.12), 2MASS 18144819+4710031

#### **1.1. Die Auswertung der SWASP-Daten:**

Von insgesamt 14910 Messpunkten konnten drei dichte Messreihen ausgewertet werden. Die mit der Kamera 1.03 gewonnenen Reihen mit 4109 Punkten reichen vom 13.5. bis zum 29.9. 2004. Die Reihen der Kamera 1.44 umfassen zwei Beobachtungsperioden vom 15.7. bis 22.8. 2007 mit 1751 Punkten und vom 23.4. bis 9.8. 2008 mit 6298 Punkten. Daraus konnten der Zeitpunkt und die jeweilige Helligkeit von 70 Maxima (Max.) und 73 Minima (Min.) abgeleitet werden.

Abb. 1 zeigt die Messpunkte der dichtesten Messreihen reduziert mit der Periode aus Ephemeride (1). Es zeichnet sich ein sehr breites Max. mit einer angedeuteten Verdoppelung ab. Diese Erscheinung wird jedoch nur durch die Wanderung der Max. in Phase vorgetäuscht. Die beiden, in der Höhe leicht unterschiedlichen „Spitzen“ markieren die Grenzen der Verschiebungen.

Die Zeitpunkte der Max. und der Min. wurden dem Periodensuchprogramm vorgelegt. In beiden Fällen ergab sich ein deutlicher Ausschlag bei einer Periode von 20,26 d.

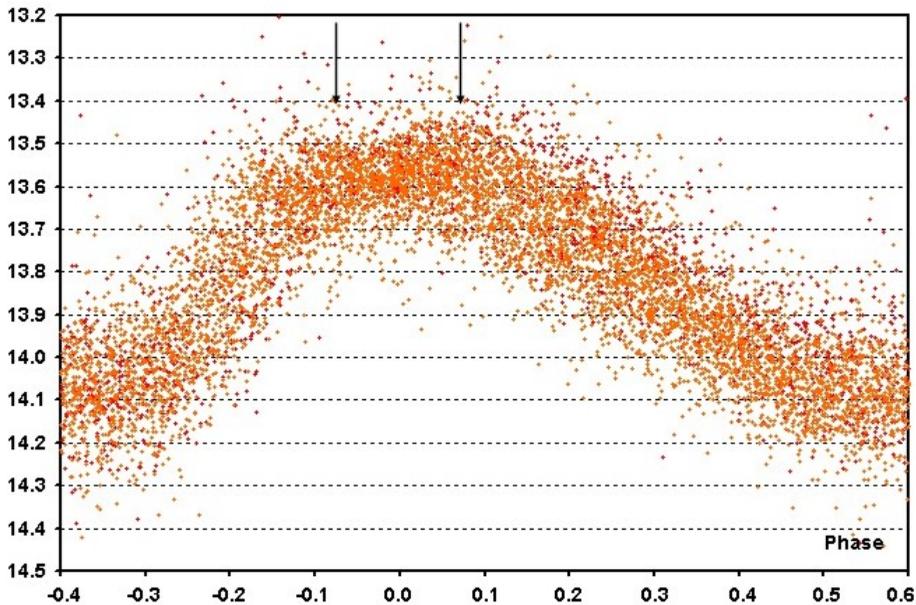


Abb.1: Die Messpunkte der mit der Kamera 1.44 aufgenommenen Reihen, reduziert mit Ephemeride (1). Das vermeintliche „Doppelmax.“ ist mit Pfeilen markiert.

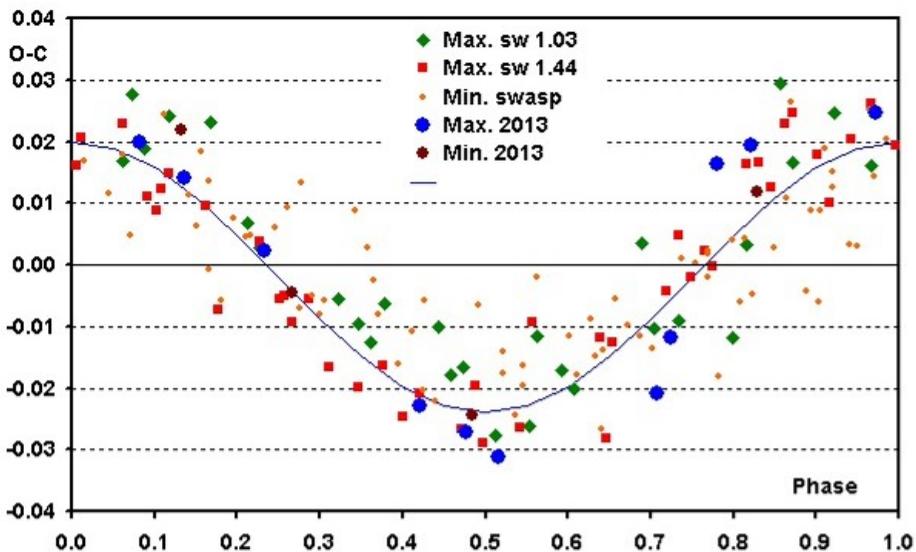


Abb.2: Die mit der Blazhko-Periode aufeinander reduzierten Zeitpunkte aller Max. und Min.

Das Diagramm in Abb. 2 zeigt, dass die zeitliche Ankunft der Max. regelmäßig zwischen einer Verspätung und einer Verfrüfung von je  $\sim 1/2$  h gegenüber der mittleren Periode pendelt. Vom Beginn der Beobachtungen in 2004 bis jetzt scheint sich die BIP genau zu wiederholen. Vom Zeitraum der SWASP Messungen bis jetzt folgen die Min. ebenfalls dieser Periode, diesmal genau in Phase.

Abb. 3 zeigt eine besonders dichte Messreihe des Automaten. Die Phasenverschiebungen der Max. können vom 23.6. bis zum 13.7. 2008 über eine BIP fast lückenlos verfolgt werden. Die vorletzte LK bei JD 4659 deutet auf eine Besonderheit im Zyklus hin, auf die bei den aktuellen Messungen näher eingegangen wird.

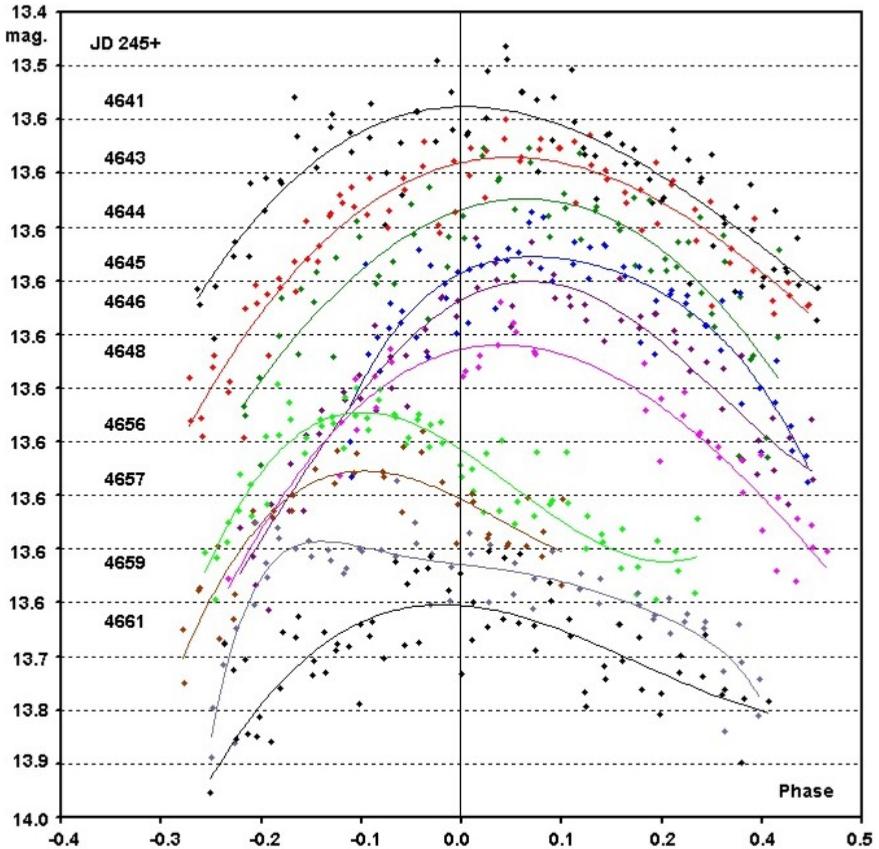


Abb.3: Die über eine BIP mit SWASP Daten gewonnenen, um die Max. herum eingegrenzten LKs. Zur Verdeutlichung sind die LKs jeweils um 0,1 mag. versetzt.

Die in Abb. 1 markierte, leicht unterschiedliche Höhe der „Spitzen“ deutet auf eine der BIP folgende kleine Änderung in der Höhe der Max. hin. Im Zyklus-Diagramm in Abb. 4 sind diese Änderungen durch die Streuung in den LKs verdeckt, so dass die erwartete flache Ellipse zu einer Geraden wird.

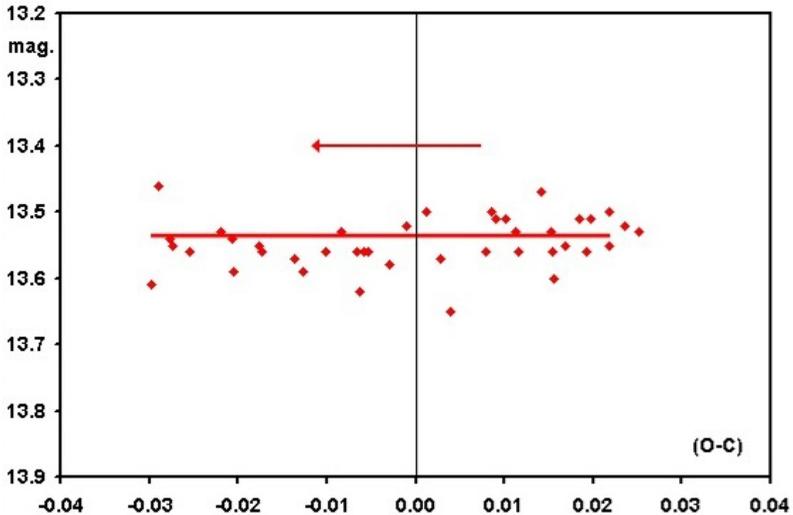


Abb.4: Der aus den SWASP Daten gewonnene Zyklus.

## 1.2. Die aktuellen Messungen:

Vom 18.7. bis zum 20.8. 2013 konnten in 13 Nächten bei überwiegend guten Bedingungen längere Messreihen mit einem 10" SC und einer ST8XME Kamera im halbautomatischen Betrieb gewonnen werden. Bei 120 s Belichtungszeit und ohne Filter wurden 1710 Messpunkte mit relativ geringer Streuung gewonnen (Abb. 5).

Bei den Vergleichssterne wird empfohlen, Sterne möglichst ähnlicher Spektralklasse zu wählen. Diese Angabe ist nur bei helleren Sternen vorhanden. In allen von K. Bernhard vorgestellten Sternen wird der J-K-Index zur ungefähren Bestimmung der Spektralklasse benutzt. Dieser Index wird aus den im Infraroten liegenden J (1120 nm) und K (2190 nm) Helligkeiten gebildet. In [4] ist eine Tabelle enthalten, in der eine Beziehung zwischen Spektralklasse und J-K-Index hergestellt wird. In [5] und [6] sind ähnliche Tabellen zu finden. Bei einer Gegenüberstellung zeigt sich, dass die Tabellen in einem „mittleren“ Bereich von B8 bis M0 recht gut übereinstimmen. Für Hauptreihensterne scheint der J-K-Index einen brauchbaren Hinweis zu geben.

Stern	CMC14	r mag.	J mag.	K mag.	(J-K) Index	~Sp. Kl.
Var.	181448.1+471003	14.102	13.508	13.328	0.18	F0
Comp.	181505.2+471309	14.075	12.927	12.491	0.44	G6
Chk. 1	181442.6+471329	13.998	12.920	12.467	0.45	G6
Chk. 2	181448.0+471238	13.788	12.571	12.049	0.52	K0
Chk. 3	181439.0+470900	14.190	12.963	12.446	0.52	K0

Tabelle 1: Der Veränderliche und seine Vergleichssterne.

Zudem wird im Guide 8.0 [7] dieser Index beim Anklicken des Sterns oft angezeigt, so dass im Vorfeld eine Auswahl getroffen werden kann. Allerdings wurde im vorliegenden Fall kein exakt zum Veränderlichen passender Vergleichssterne gefunden.

Beim Vergleich der Kontrollsterne untereinander konnte ein Einfluss der differentiellen Extinktion über die Luftmassen hinweg nicht festgestellt werden.

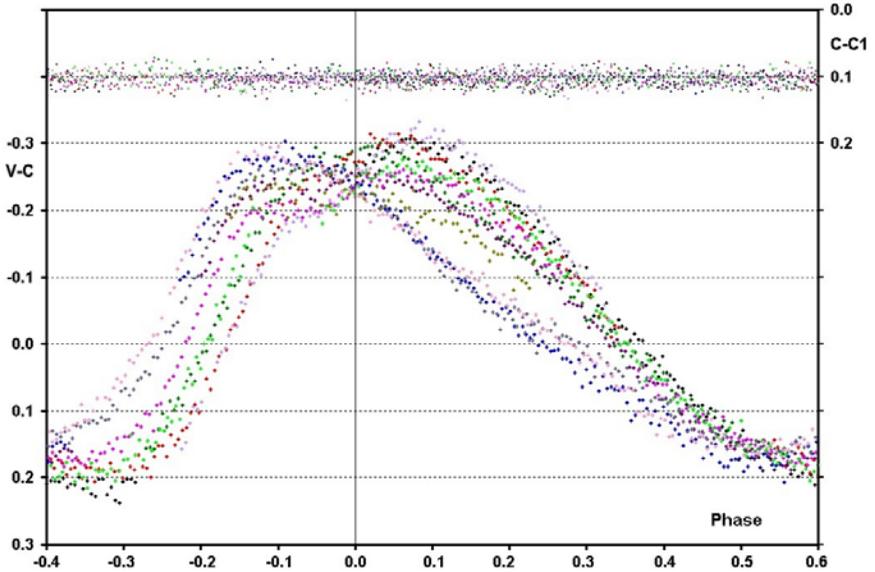


Abb.5: Übersicht über die in der diesjährigen Saison gewonnenen LKs.

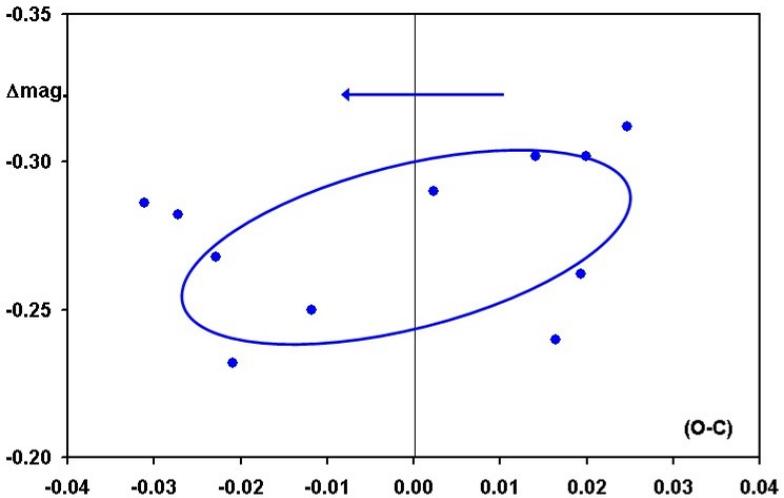


Abb.6: Der aus den neueren Messungen gewonnene Zyklus.

Die LKs in Abb. 5 decken etwas mehr als eine BIP ab und zeigen ein den Messreihen von SWASP sehr ähnliches Verhalten (Abb. 1). Die dort angedeutete leichte Abnahme

der Helligkeit der Max. bei größter Verfrühung konnte genauer erfasst werden. Daraus ergibt sich der in Abb. 6 gezeigte Zyklus. Darüber hinaus zeigt sich auf dem Rückweg im Zyklus eine Verdoppelung der Max. (Abb. 7), dessen linke Spitze sich bei fortschreitender Verspätung zugunsten der rechten Spitze immer mehr abschwächt. Erst eine weitere Verfolgung dieses Sterns könnte zeigen, ob sich diese Erscheinung in jedem Zyklus wiederholt.

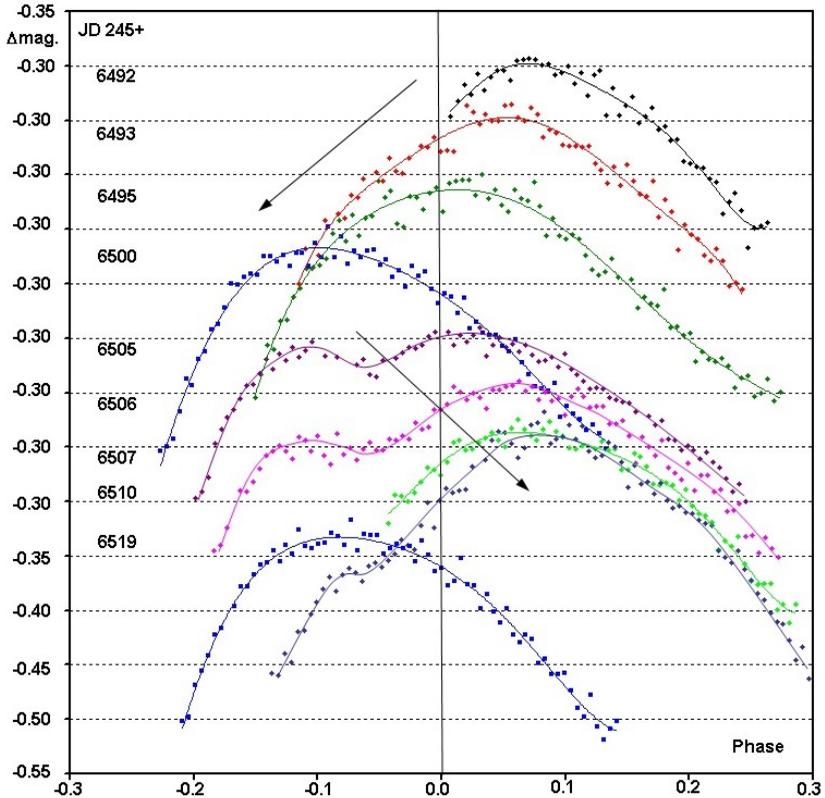


Abb.7: Die über eine BIP um die Max. herum eingeschränkten diesjährigen LKs.  
Zur Verdeutlichung sind die LKs jeweils um 0,05 mag. versetzt.

Aus den SWASP und den hinzu gekommenen CCD Max. wurde die lineare Ephemeride

$$\text{HJD (Max.)} = 2456495.4317(37) + 0.27719643(46) \text{ d} \times \text{E.} \quad (1)$$

abgeleitet. Für die Min. gilt die Ephemeride

$$\text{HJD (Min.)} = 2456516.3877(38) + 0.27719676(42) \text{ d} \times \text{E.} \quad (2)$$

Daraus ergibt sich das (B-R) Diagramm in Abb. 8. Eine Liste der erhaltenen Max. und Min. befindet sich im Anhang der Web Version dieses Artikels auf der Homepage der BAV.

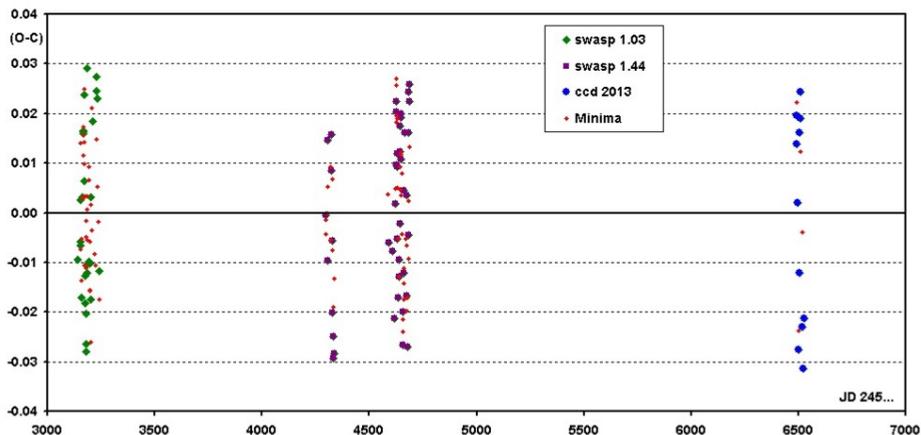


Abb.8: Das mit Ephemeride (1) und (2) erstellte (B-R)-Diagramm.

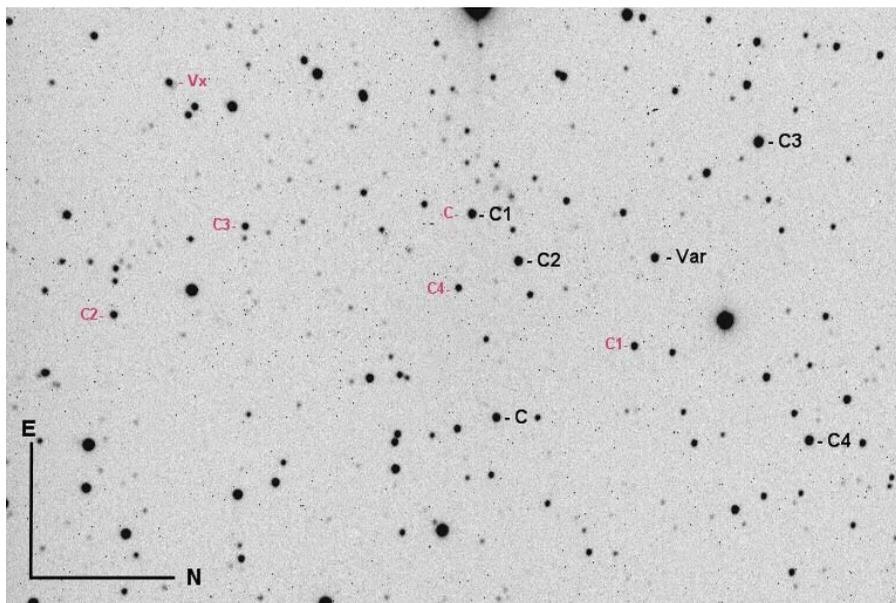


Abb.9: Das Feld der Kamera mit den Veränderlichen und ihren jeweiligen Vergleichssternen.

## 2) GSC 2.3 N0ZY002187 (18 14 26.76 +47 19 09.38), 2MASS 18142676+479096

Für diesen Stern ist im GSC2.3 eine V Helligkeit von 14.13 mag. angegeben. Bei zunehmender Streuung und geringer Amplitude der Helligkeitsänderungen, hat sich die Bildung des Mittelwerts aus fünf aufeinander folgenden Messungen bewährt. Dadurch konnte die Standardabweichung für jeden Messpunkt in der LK (Abb. 10) eingezeichnet werden. Insgesamt wurden jeweils 6 Haupt- und Nebenminima gewonnen (Tab. 2). Daraus ergibt sich die Ephemeride:

$$\text{HJD (Min.)} = 2456493.3980(6) + 0.340055(12) \text{ d} \times \text{E.} \quad (3)$$

Der Stern könnte den Bedeckungsveränderlichen vom W UMa-Typ zugeordnet werden, wobei sich die geringe Amplitude durch eine große Neigung der Ebene des Systems gegenüber der Sichtlinie erklären ließe.

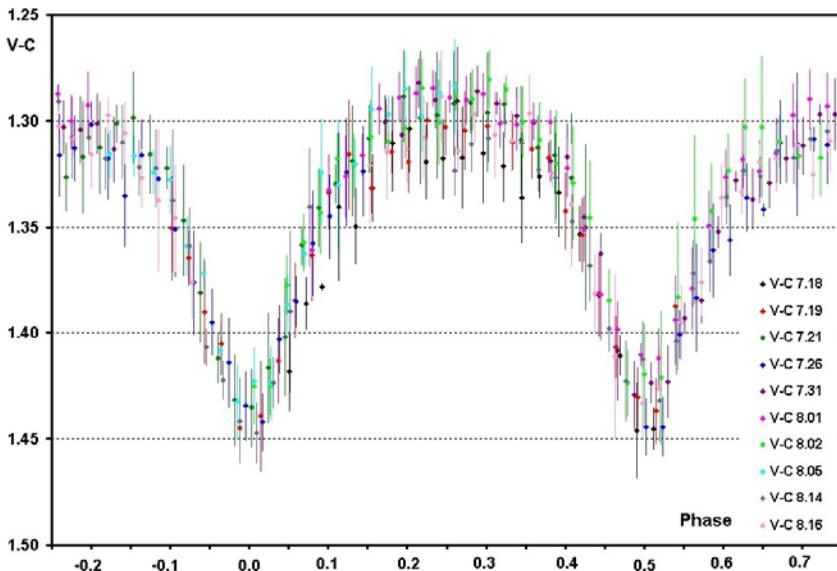


Abb.10: GSC 2.3 N0ZY002187 zeigt Bedeckungen mit knapp 0,15 mag. Amplitude mit einer Periode von 8 ¼ h.

J.D. Hel.		Epoch	(O-C)	J.D. Hel.		Epoch	(O-C)
2456493.400	Min I	0.0	0.002	2456507.509	Min II	41.5	-0.001
2456493.567	Min II	0.5	-0.001	2456510.401	Min I	50.0	0.000
2456495.437	Min I	6.0	-0.001	2456519.412	Min II	76.5	0.000
2456500.539	Min I	21.0	0.000	2456519.581	Min I	77.0	-0.001
2456505.472	Min II	35.5	0.002	2456521.454	Min II	82.5	0.001
2456506.490	Min II	38.5	0.000	2456525.363	Min I	94.0	0.000

Tabelle 2: Die erhaltenen Minima reduziert mit Ephemeride 3.

**Anmerkung:** Schon seit längerem sind die Daten des SuperWASP Projekts nicht mehr zugänglich, weder über die Homepage noch über VSX. Es ist sehr zu hoffen, dass dies nur vorübergehend der Fall ist und dieser „Datenschatz“ bald wieder zur Verfügung steht.

### **Literatur:**

[1] Bernhard K., Srdoc G., Hümmerich S., Drei neue RR Lyrae Sterne, BAV Rundbrief, 3/2013, S. 159

[2] SuperWASP Public archive, <http://www.wasp.le.ac.uk/public/lc/index.php>

[3] Gröbel R., GSC 02626-00896: an RR Lyrae star with a ceasing Blazhko effect and three new variables in the field, <http://arxiv.org/abs/1307.6454>

[4] Intrinsic colours as a function of spectral type, <http://www.stsci.edu/~inr/intrins.html>

[5] Bessell, M. S. & Brett, J. M., JHKLM photometry - Standard systems, passbands, and intrinsic colors, PASP, vol. 100, Sept. 1988, p. 1143, <http://articles.adsabs.harvard.edu/full/1988PASP..100.1134B>

[6] Stead, J. J., and Hoare, M. G. 2002, "New Empirical Intrinsic Colours for the 2MASS and UKIDSS Photometric Systems", [http://www.ast.leeds.ac.uk/~phy2j2s/Intrinsic\\_Stead10.pdf](http://www.ast.leeds.ac.uk/~phy2j2s/Intrinsic_Stead10.pdf)

[7] Guide 8.0, <http://www.projectpluto.com/>

### **Danksagung:**

Für diesen Artikel wurde die Datenbank „SuperWASP public archive“ benutzt. Diese Arbeit wurde durch die SIMBAD Datenbank am CDS, Strasbourg ermöglicht. Klaus Bernhard danke ich für Hinweise und Stefan Hümmerich für die Überarbeitung des Manuskripts.

Rainer Gröbel, Blütenstr. 19, 90542 Eckental, 09126 9701, [rainer.groebel@web.de](mailto:rainer.groebel@web.de)

Maxima	Weight	Epoch	(O-C)
2453141.623	5	-12099	-0.009
2453151.614	5	-12063	0.003
2453153.546	5	-12056	-0.006
2453154.654	5	-12052	-0.006
2453156.584	5	-12045	-0.017
2453163.534	5	-12020	0.003
2453164.656	5	-12016	0.017
2453166.596	5	-12009	0.016
2453168.537	5	-12002	0.017
2453169.653	5	-11998	0.024
2453171.576	5	-11991	0.007
2453174.606	5	-11980	-0.012
2453176.541	5	-11973	-0.018
2453177.640	5	-11969	-0.028
2453178.473	5	-11966	-0.026
2453179.588	5	-11962	-0.020
2453181.538	5	-11955	-0.010
2453183.477	5	-11948	-0.012
2453184.627	5	-11944	0.029
2453194.567	5	-11908	-0.010
2453196.507	5	-11901	-0.010
2453199.549	5	-11890	-0.017
2453201.510	5	-11883	0.003
2453209.564	5	-11854	0.019
2453226.479	5	-11793	0.025
2453229.531	5	-11782	0.028
2453231.467	5	-11775	0.023
2453239.471	5	-11746	-0.011
2454297.541	5	-7929	0.000
2454304.486	5	-7904	0.015
2454307.511	5	-7893	-0.009
2454322.505	5	-7839	0.016
2454324.438	5	-7832	0.009
2454327.473	5	-7821	-0.005
2454329.399	5	-7814	-0.020
2454330.503	5	-7810	-0.025
2454332.439	5	-7803	-0.029
2454335.489	5	-7792	-0.028
2454591.641	5	-6868	-0.006
2454609.657	5	-6803	-0.007
2454614.633	5	-6785	-0.021
2454621.586	5	-6760	0.002
2454623.547	5	-6753	0.023
2454624.643	5	-6749	0.010
2454626.594	5	-6742	0.021
2454628.526	5	-6735	0.012
2454629.632	5	-6731	0.009

Maxima	Weight	Epoch	(O-C)
2454631.558	5	-6724	-0.005
2454632.655	5	-6720	-0.017
2454637.652	5	-6702	-0.009
2454639.589	5	-6695	-0.013
2454641.540	5	-6688	-0.002
2454643.495	5	-6681	0.013
2454644.609	5	-6677	0.018
2454645.443	5	-6674	0.020
2454646.551	5	-6670	0.019
2454648.483	5	-6663	0.011
2454656.491	5	-6634	-0.020
2454657.593	5	-6630	-0.026
2454659.548	5	-6623	-0.012
2454661.505	5	-6616	0.005
2454663.457	5	-6609	0.016
2454671.483	5	-6580	0.004
2454674.512	5	-6569	-0.016
2454676.442	5	-6562	-0.027
2454681.454	5	-6544	-0.004
2454683.415	5	-6537	0.016
2454684.532	5	-6533	0.025
2454686.474	5	-6526	0.026
2454688.411	5	-6519	0.023
2456492.403	10	-11	0.020
2456493.506	10	-7	0.014
2456495.434	10	0	0.002
2456500.394	10	18	-0.027
2456505.399	10	36	-0.012
2456506.536	10	40	0.016
2456507.371	10	43	0.019
2456510.425	10	54	0.025
2456519.525	10	87	-0.023
2456521.457	10	94	-0.031
2456525.348	5	108	-0.021

Minima	Weight	Epoch	(O-C)
2453152.619	5	-12135	0.014
2453154.538	5	-12128	-0.007
2453155.649	5	-12124	-0.005
2453157.581	5	-12117	-0.014
2453162.587	5	-12099	0.003
2453164.536	5	-12092	0.012
2453165.649	5	-12088	0.016
2453167.591	5	-12081	0.017
2453169.539	5	-12074	0.025
2453170.637	5	-12070	0.014

Maxima	Weight	Epoch	(O-C)
2453172.573	5	-12063	0.010
2453174.507	5	-12056	0.003
2453175.602	5	-12052	-0.010
2453178.66	5	-12041	-0.002
2453179.482	5	-12038	-0.011
2453180.597	5	-12034	-0.005
2453182.543	5	-12027	0.001
2453184.486	5	-12020	0.003
2453185.586	5	-12016	-0.005
2453192.528	5	-11991	0.007
2453194.471	5	-11984	0.009
2453195.555	5	-11980	-0.016
2453197.505	5	-11973	-0.006
2453198.604	5	-11969	-0.016
2453200.534	5	-11962	-0.026
2453202.502	5	-11955	0.002
2453205.546	5	-11944	-0.004
2453207.511	5	-11937	0.021
2453220.51	5	-11890	-0.008
2453222.448	5	-11883	-0.011
2453227.463	5	-11865	0.015
2453232.443	5	-11847	0.005
2453235.485	5	-11836	-0.002
2453240.459	5	-11818	-0.017
2454297.426	5	-8005	-0.002
2454298.532	5	-8001	-0.004
2454303.531	5	-7983	0.005
2454305.466	5	-7976	0.000
2454318.489	5	-7929	-0.006
2454320.444	5	-7922	0.009
2454325.431	5	-7904	0.006
2454328.466	5	-7893	-0.008
2454333.444	5	-7875	-0.019
2454335.39	5	-7868	-0.014
2454584.607	5	-6969	0.004
2454622.584	5	-6832	0.005
2454623.715	5	-6828	0.027
2454624.539	5	-6825	0.019
2454625.654	5	-6821	0.025
2454627.587	5	-6814	0.018
2454629.528	5	-6807	0.019
2454630.623	5	-6803	0.005
2454632.553	5	-6796	-0.006
2454640.584	5	-6767	-0.013
2454642.542	5	-6760	0.004
2454644.487	5	-6753	0.009
2454645.59	5	-6749	0.003

Maxima	Weight	Epoch	(O-C)
2454647.539	5	-6742	0.012
2454649.479	5	-6735	0.011
2454650.584	5	-6731	0.008
2454652.512	5	-6724	-0.005
2454655.544	5	-6713	-0.022
2454657.482	5	-6706	-0.024
2454659.432	5	-6699	-0.015
2454660.544	5	-6695	-0.011
2454662.478	5	-6688	-0.018
2454670.529	5	-6659	-0.005
2454672.468	5	-6652	-0.007
2454675.504	5	-6641	-0.020
2454677.447	5	-6634	-0.017
2454680.504	5	-6623	-0.010
2454682.456	5	-6616	0.002
2454685.516	5	-6605	0.013
2456493.402	10	-83	0.022
2456500.563	10	-57	-0.024
2456507.529	10	-32	0.012
2456516.383	10	0	-0.005