



BAV Rundbrief

61. Jahrgang

Nr. 3 (2012)

ISSN 0405-5497

D. Bannuscher	Liebe BAVer	153
F. Walter	Beobachtungskampagne AZ Cas	154
A. Viertel	Der Bedeckungsveränderliche OW Geminorum	156
K. Wenzel	V1016 Ori und BM Ori - ein Doppelminimum im Trapez des Orionnebels	159
K. Häußler	Auswertung von digitalisierten Platten der Sternwarte Sonneberg	161
R. Gröbel	AM Cnc, AN Leo und HO Leo - drei vernachlässigte RR-Lyr-Sterne	163
S. Hümmerich	Neue Veränderliche aus dem Palomar Quest Sky Survey	168
K. Bernhard	Was passierte auf OGLE II Bul_SC36_636869?	172
H. Diederich	T Pyxidis - eine rekurrente Nova im Ausbruch - Teil 2	175
K. Wenzel	Die Lichtkurve von S5 0716+71 für den Beobachtungszeitraum von August 2011 bis April 2012	183
H. Diederich	EX Hydrae - ein etwas sonderbarer Intermediärer Polar (IP) Teil 3	184
T. Bauer	Super Resolution: Photometrie der Veränderlichen in Kugelsternhaufen mit Amateur-Teleskopen	193
Aus der Literatur		
W. Grimm	Aus den IBVS (6011 - 6030)	203
Aus der BAV		
L. Pagel	BAV-Treffen in Hartha 2012	207
BAV-Vorstand	Unser Ehrenvorsitzender Helmut Busch ist verstorben	209
D. Walker	Erratum aus BAV Rundbrief 2-2012	209
W. Braune	Zum Weg der Bibliotheks-Auflösung von Professor Geyer	210
Aus den Sektionen		
F. Walter	Tätigkeitsbericht der Sektion Bedeckungsveränderliche 2010-2012	211
G. Monninger	Bericht der Sektion Delta-Scuti-Sterne	213
E. Pollmann	Aktivitätsbericht des Fachbereiches Spektroskopie	217
M. Rätz	Bericht der Sektion Exoplaneten	218
F. Vohla	Bericht der Sektion Mirasterne	218
R. Winkler	Bericht der Sektion Halb- und Unregelmäßige	220
W. Quester	Sektion CCD-Beobachtung 2010 - 2012	221
T. Lange	Bericht der Sektion Kataklysmische Sterne	221
T. Lange	Kataklysmische: Aktivitäten zwischen Februar und Juli 2012	222
K. Rätz	Ansprechpartner-Bericht Umgebungskarten	225
J. Hübscher	Auswertung: BAV Mitteilungen und aktueller Beobachtungseingang	226
C. Held	Begriffserklärungen BAV Rundbrief 2-2012	228

Berlin-Brandenburg - AG Veränderliche Sterne der WFS

Werner Braune, Münchner Str. 26-27, 10825 Berlin, Tel. 030 - 347 27 331

E-Mail braune.bav@t-online.de

Jeden 1. Donnerstag im Monat um 19.30 Uhr im Gruppenraum des Planetariums der Wilhelm-Foerster-Sternwarte, Munsterdamm 90, 10169 Berlin,

(Während der Berliner Schulferien finden keine Treffen statt).

Treffen 2012: 6.9., 1.11., 6.12.

Treffen **2013**: 7.2., 7.3., 2.5., 6.6., 5.9., 7.11., 5.12.

Bonn/Frankfurt

Dietmar Bannuscher, Burgstr. 10, 56249 Herschbach, Tel. / Fax 026 26 – 55 96

E-Mail dietmar.bannuscher@t-online.de

Hamburg

Dr. Dieter Husar, Himmelsmoor 18, 22397 Hamburg, Tel. 040 – 607 00 55

E-Mail husar.d@gmx.de

Heidelberg

Béla Hassforther, Pleikartsförster Straße 104, 69124 Heidelberg, bh@bela1996.de

München

Frank Walter, Denninger Str. 217, 81927 München, Tel. 089 – 930 27 38

E-Mail walterfrk@aol.com

Termine

31. August 2012	Redaktionsschluss BAV Mitteilungen
14. - 21. Sept. 2012	9. BAV-Beobachtungswoche Kirchheim
21. - 23. Sept. 2012	24. BAV-Tagung und Mitgliederversammlung in Jena
15. Oktober 2012	Redaktionsschluss BAV Circular bei J. Hübscher
27. Oktober 2012	BoHeTa - Bochumer Herbst-Tagung
1. November 2012	Redaktionsschluss BAV Rundbrief 4/2012
1. Februar 2013	Redaktionsschluss BAV Rundbrief 1/2013
1. März 2013	Redaktionsschluss BAV Mitteilungen CCD-Ergebnisse
1. Mai 2013	Redaktionsschluss BAV Rundbrief 2/2013

Impressum

Herausgeber und Vertrieb:

Internet:

Registergericht:

Redakteur:

Beiträge bitte an:

Bezug:

Hinweis:

Druck:

Redaktionsschluss:

BAV Rundbrief

Bundesdeutsche Arbeitsgemeinschaft für Veränderliche Sterne e.V. (BAV)
Munsterdamm 90 12169 Berlin Germany zentrale@bav-astro.de
www.bav-astro.de

Amtsgericht Berlin-Charlottenburg in 14046 Berlin, Nummer: VR 3317 Nz
Dietmar Bannuscher (V.i.S.P.)

Dietmar Bannuscher Burgstr. 10 56249 Herschbach
dietmar.bannuscher@t-online.de

Der BAV Rundbrief erscheint viermal pro Jahr und ist für BAV-Mitglieder im Mitgliedsbeitrag enthalten. Er kann für 21 € pro Jahr abonniert werden.

Die abgedruckten Beiträge geben weder die Meinung des Redakteurs noch die der BAV wieder.

Copy King Unter den Eichen 57 12203 Berlin

01.08.2012

Liebe BAVer,

dieser BAV Rundbrief erscheint kurz vor der BAV-Tagung 2012 in Jena und somit auch vor der Urlaubs- und Veränderlichenbeobachtungswoche zu Kirchheim, deren Teilnehmer quasi nahtlos zur BAV-Tagung nach Jena reisen können.

Die Sternwarte Kirchheim feiert gerade am Datum der BAV-Tagung die Einweihung ihres neuen Beobachtungshauses, bestückt mit einem 60 cm - Fernrohr auf neuester Montierung und Rolldach. Ein imposantes Gerät und eine großartige Leistung der Kirchheimer Sternfreunde, welche dieses Haus, wie alles andere zuvor auch, in Eigenleistung erbaut haben. Wir BAVer gratulieren herzlich zu diesem Ausbau und freuen uns auf ein Wiedersehen im schönen Kirchheim.

Die letzte Vorstandssitzung fand am 6. August ausgerechnet dort in Kirchheim statt, es liegt fast mittig für die Vorstandsmitglieder aus Rostock, Berlin sowie Westerwald und ist für diese Vorstandskonstellation der ideale Tagungsort. Eines unserer Themen war, die Attraktivität der BAV-Website für Gäste zu erhöhen. Dafür möchten wir gern einen Redakteur gewinnen, der den Bereich „Aktuelles“ entsprechend gestaltet und besondere Ereignisse, die auch Einsteiger interessieren könnten, herausstellt, zum Beispiel beobachtbare Novae.

Übrigens kann man immer noch kurzfristig an der Urlaubs- und Veränderlichenbeobachtungswoche in Kirchheim unter der Leitung unseres Gerd-Uwe Flechsig teilnehmen, auch tageweise oder an nur wenigen Tagen innerhalb dieser Woche.

Die durchweg positiven Rückmeldungen angeschriebener BAVer in Sachen Mitgliederbetreuung sind soweit abgeebbt. Eine weitere Frage tat sich für BAVer in Volkssternwarten auf: Sie sollten sich wegen eines Einsteigerpaketes der BAV für ihre Sternwarte melden, vor allem dann, wenn sie Möglichkeiten und Potential für den (Neu-)Start von Veränderlichenbeobachtung im weitesten Sinne in ihrer Volkssternwarte sahen. Dazu gab es keine Rückmeldungen. Hier sei noch einmal um Meldung gebeten, wir würden einen Veränderlichenbeobachtungsstart in jeder erdenklichen Form gerne unterstützen. Bitte prüfen Sie Ihre Potentiale vor Ort.

Den BAV Rundbrief gibt es schon seit langen Jahren, durchaus mit internen, vielleicht nicht sofort sichtbaren Veränderungen und manchmal äußerlichen „Verschönerungen“. Wir werden im kommenden Jahr eine neue Gliederung der Beiträge im Heft einführen und eventuell auch die Umschlagseiten verändern. Lassen sie sich überraschen.

In diesem BAV Rundbrief beschreiben alle Sektionsleiter und Ansprechpartner ihre Arbeit in ihren Ressorts, damit haben alle BAVer pünktlich vor der Mitgliederversammlung in Jena einen Einblick in deren tollen Arbeitsfeldern gewinnen können. Wir bedanken uns sehr herzlich für die hervorragenden Leistungen unserer Sterntypenbetreuer und natürlich auch bei den beteiligten fleißigen Beobachtern.

Wir sehen uns in Jena!

Dietmar Bannuscher (für den BAV-Vorstand)

Beobachtungskampagne AZ Cas

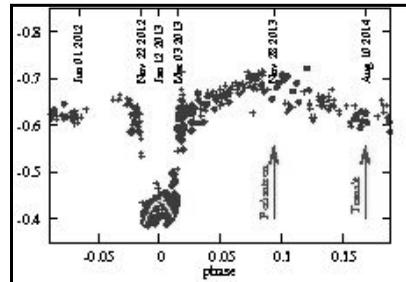
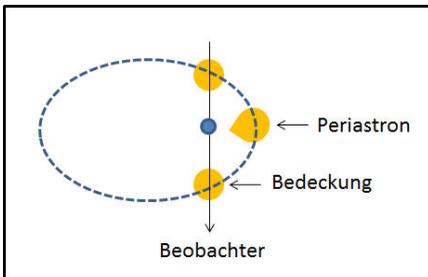
Frank Walter

AZ Cas (Rekt. $\alpha = 01:42:16.5$, Dekl. $\delta = 61^\circ 25' 16''$) ist eines der wenigen Bedeckungssysteme, das von zwei Riesen bzw. Überriesen gebildet wird und eine sehr lange Periode hat. In diesem Falle beträgt sie ca. 9,3 Jahre. Aufgrund der aktuellen Elemente $E(0) = 2432477,8$ und $P = 3403,85$ [d] wird die nächste Mitte der Bedeckung für den 12.01.2013 vorhergesagt. Unter Federführung der Nikolaus Kopernikus Universität, Torun, Polen wurde ein Beobachtungsaufwurf für Profi- und Amateurastronomen veröffentlicht [1]. Ich gebe ihn hiermit stark verkürzt an die Beobachter der BAV weiter. Wer an Details interessiert ist und sich an der Kampagne beteiligen möchte, sollte unbedingt die Originalarbeit lesen.

Das System besteht aus zwei Komponenten:

	Komponente 1	Komponente 2
Masse	$30 * M_{\odot}$	$30 * M_{\odot}$
Radius	$1000 * R_{\odot}$	$30 * R_{\odot}$
Temperatur (eff.)	4000 K	21000 K
Spektralklasse	spätes K, frühes M	B

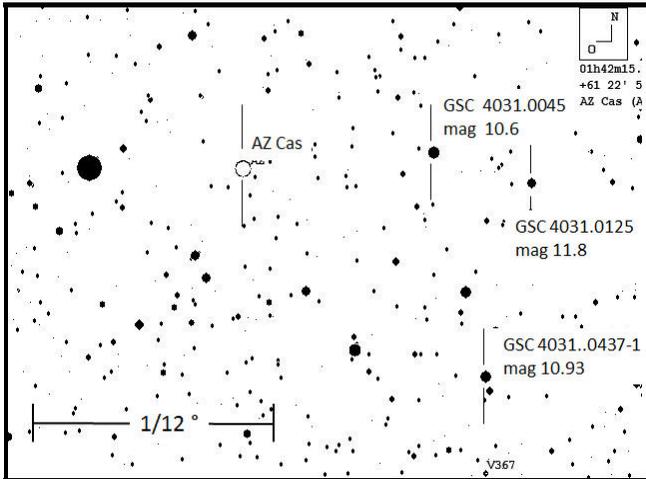
Die Helligkeit des Systems beträgt im Normallicht $\text{mag}_V 9.3$. Die Tiefe des Minimums bei der Bedeckung der Komponente 2 durch die Komponente 1 hängt stark vom Farbbereich ab. Es reicht von ca. mag 2.1 im Bereich U bis zu ca. mag 0.23 im Bereich V. Die Dauer der Bedeckung beträgt ca. 110 Tage. Wegen der relativ geringen Amplitude im visuellen Bereich über einen langen Zeitraum hinweg, ist die Erfassung der Lichtkurve für visuelle Beobachter schwierig. CCD-Beobachter sollten bei jeder sich bietenden Gelegenheit eine Helligkeitsmessung pro Tag durchführen, damit die Gemeinschaftslichtkurve einigermaßen lückenlos besetzt ist.



Die Bahn der Komponente 1 um die Komponente 2 ist stark exzentrisch, und das Periastron liegt unmittelbar nach der Bedeckung. Die Skizze zeigt dies schematisch (Details sind der Originalarbeit zu entnehmen). Die abgebildete Lichtkurve wurde bei früheren Bedeckungen gewonnen. Im Periastron kommt es durch Gezeitenkräfte zu einer Verformung der Komponente 1 und damit zu einer Vergrößerung seiner

Oberfläche. Deshalb ergibt sich ein Maximum der Helligkeit über das Normallicht hinaus nach dem Ende der Bedeckungsphase. Die Verfolgung des Helligkeitsverlaufes ist also auch nach der Bedeckung interessant. Die Beobachtungskampagne läuft deshalb über das ganze Jahr 2013 hinweg. Die Lichtkurve zeigt eine weitere Besonderheit: Während der Phase der vollständigen Bedeckung, die ca. 88 Tage dauert, ist die Helligkeit nicht konstant. Sie bildet einen kleinen Buckel. Als Grund dafür wird die Streuung des Lichts von Komponente 2 an der Hülle von Komponente 1 vermutet.

Wegen der vielfältigen Phänomene interessieren sich die Initiatoren der Kampagne besonders für die Fotometrie in mehreren Farbbereichen nach Johnson bzw. Johnson-Cousins. Ungefilterte CCD-Beobachtungen sind jedoch zur Verfolgung der Zeitpunkte ebenfalls willkommen. Wegen des starken Übergewichts der Komponente 1 im Infraroten ist die Verwendung eines Infrarotsperfilters in jedem Fall sinnvoll. Die folgende Umgebungskarte zeigt den Veränderlichen mit geeigneten Vergleichssterne im Umfeld von ca. $10'$.



Für die Kampagne wurde eine Webpage eingerichtet, die weitere Informationen über das Bedeckungssystem und Hinweise für die Beobachter enthält (siehe <http://www.astro.uni.torun.pl/~cgalan/AZCas>). Dort können sich interessierte Beobachter als Teilnehmer der Kampagne anmelden und ihre Ergebnisse einsenden. Ich bin aber auch gerne bereit, die Beobachtungen der BAV-Mitglieder zu sammeln und an die Nikolaus Kopernikus Universität weiter zu leiten. Aus allen bei mir eingehenden Ergebnissen werde ich - ähnlich wie bei unserer ϵ Aur Kampagne - eine BAV-Gemeinschaftslichtkurve ableiten und veröffentlichen.

[1] C. Galan et al.:

Call for Observation of the AZ Cas Eclipse and Periastron Passage of 2012-2014
IBVS 6027, <http://www.konkoly.hu/cgi-bin/IBVS?6027>

Frank Walter, Denninger Str. 217, 81927 München, walterfrk@aol.com

Der Bedeckungsveränderliche OW Geminorum

Andreas Viertel

Der Bedeckungsveränderliche OW Gem (GSC 1332 490) gehört mit einer Periode von 1258,582 Tagen in seiner Klasse zu den Exemplaren mit der längsten Periode. Er wird nur noch von solchen Exoten wie Epsilon Aur und VV Cep übertroffen.

Erstaunlicherweise wurde er erst 1988 als solcher entdeckt. Dan H. Kaiser von der AAVSO bemerkte bei Aufnahmen mit einem 200mm-Teleobjektiv auf Farbdiafilm, die er zur Entdeckung von Supernovae in Galaxien anfertigte, als Nebenergebnis einen Helligkeitsabfall des Sternes von 8.2 mag auf etwa 10 mag.

Schuld daran, dass sich der leicht beobachtbare helle Stern solange einer Entdeckung entzog, ist die kurze Dauer des Minimums. Es dauert nur etwa 14 Tage, das sind lediglich etwa 1,1 % der Periode! Nachforschungen im Harvard-Plattenarchiv führten auf die o.g. Periode. Damit hat sich der Stern einen Platz in den Annalen der Bedeckungsveränderlichen gesichert.

Beide Komponenten des Sternes sind unterschiedlich gefärbt. Der kleinere und hellere Stern ist weiß (Spektraltyp F 2), der größere und kühlere gelborange (G 8). Während des Hauptminimums wird der hellere Stern von dem wesentlich größeren lichtschwächeren Stern bedeckt, deshalb die etwa zweiwöchige Dauer des Minimums. Das Nebenminimum ist nur 0.1 mag tief und visuell nicht beobachtbar.

Mir selbst ist es gelungen, den Veränderlichen im Minimum in einem 100/600 Refraktor bei 37x orangerot inmitten der weißen Vergleichssterne zu sehen. Mit größeren Instrumenten dürfte der Effekt noch wesentlich deutlicher zu sehen sein. Im Maximum überstrahlt die hellere Komponente alles und der Stern erscheint rein weiß.

Aufgrund seiner Periode von knapp 3,5 Jahren konnte in den letzten Jahren nur das in die Wintermonate fallende Hauptminimum alle 7 Jahre beobachtet werden. Das andere fiel in die Sommermonate. Jetzt wechselten die sichtbaren Minima des Sternes in die Frühlings- bzw. Herbstmonate und ein Hauptminimum fiel in die Zeit um den 6. Mai 2012. Das nächste wird Mitte Oktober 2015 am Morgenhimmel zu sehen sein.

Die letzten Minima am 12.2.1995, 02.01.2002, 24.11.2008 und 06.5.2012 wurden von einigen Beobachtern der AAVSO und der BAV beobachtet, was eine schrittweise geringfügige Verbesserung der Genauigkeit der Periode ermöglichen konnte. Shawn Dvorak (1) bestimmte 2008 die Elemente des Sternes zu

$$\text{JD min } 2415779,0 + 1258,581 \times E$$

Dem Beobachtungsauftrag auf der Internet-Seite der BAV für 2012 folgten die Beobachter

-Franz-Josef (Josch) Hamsch, Belgien, Astrograph 40cm, f:6,8 mit CCD-Kamera FLI ML 16803

-Wolfgang Vollmann, Österreich, 100mm-Newton visuell, digitale Spiegelreflexkamera

-Peter Reinhardt, Österreich, Refraktor 100/640, visuell

-Andreas Viertel, Deutschland, Refraktor 120/600, visuell

Einige visuelle Einzelschätzungen kamen noch von Robert Korn, Deutschland, Refraktor 63/840 und von Frank Vohla, Deutschland.

Erschwerend auf die visuellen Helligkeitsschätzungen wirkte die geringe Höhe des Veränderlichen am abendlichen tiefen Dämmerungshimmel. Erstaunlich trotzdem die erreichte Genauigkeit. Bemerkenswert ist der Buckel im Abstieg zum Minimum der visuellen Lichtkurve. Da er nicht reell sein kann, lohnt sich ein Nachdenken über die Ursache.

Ich neige zu der Ansicht, er ist ein Ausdruck des sog. Purkinje-Effektes. Dieser besagt, dass rote Sterne am Dämmerungshimmel heller geschätzt werden, als sie sind, weil das Auge nicht nur das Stäbchensehen nutzt, sondern bei ausreichender Helligkeit außerdem noch das farbige Zäpfchensehen. Auf die Minimumsbestimmung hat dieser Buckel aber kaum einen Einfluss.

Die einzelnen Beobachter bestimmten folgende Minimumszeitpunkte:

F.-J. Hamsch	JD 2456053,495	+/- 0,179 d (V-Filter)
F.-J. Hamsch	53,557	+/- 0,198 d (I-Filter)
W. Vollmann	53,5	+/- 0,1 d
A. Viertel	53,7	+/- 0,2 d

Damit ließe sich ein gemeinsames Minimum innerhalb der Fehlergrenzen bei etwa JD 2456053,5 festlegen.

Allerdings implizieren die wesentlich genaueren Helligkeitsmessungen von F.-J. Hamsch eher einen um wenige Stunden früher liegenden Minimumszeitpunkt. Nach den Ephemeriden sollte das Minimum bei JD 245653,592 eingetreten sein. Es ist erstaunlich, wie nahe auch die visuellen Beobachter an diesem Zeitpunkt liegen! Die Ergebnisse zeigen, dass die Elemente des Sternes nunmehr genau genug bekannt scheinen.

Verbesserungen sind nur noch im Detail zu erwarten. Der verbliebenen Abweichung von etwa 2 Stunden könnte man mit der Beobachtung weiterer Minima nachgehen. Jedes weitere Minimum verbessert die Periode weiter.

Aufgrund der langen Periode und der Physik der beiden Einzelsterne ist von keiner gegenseitigen Wechselwirkung auszugehen, so dass die Periode stabil erscheint. Ist die Beobachtung dieses Sternes nun überflüssig?

In astrophysikalischer Sicht sind keine Überraschungen zu erwarten. Es ist aber ein Erlebnis besonderer Art, einen solch hellen Stern mit einer derart langen Periode in seinem Minimum zu beobachten.

Neben ihm sind uns eigentlich nur noch Epsilon Aur und VV Cep erreichbar, wenn auch mit anderer Physik behaftet.

Er ist außerdem ein visuell leicht beobachtbarer Stern. Als Vergleichssterne genügen
 GSC 1333 1277 (7.92 mag V)
 GSC 1332 564 (8.93 mag V)
 GSC 1332 578 (9.82 mag V)

Die elektronische Beobachtung ermöglicht allerdings eine ungleich genauere Elementenbestimmung, wie in den Bildern der Lichtkurven eindrucksvoll gezeigt.

Literatur:

(1) Dvorak, Shawn The 2008 Primary Eclipse of OW Gem, 2009 OEJV 100.1

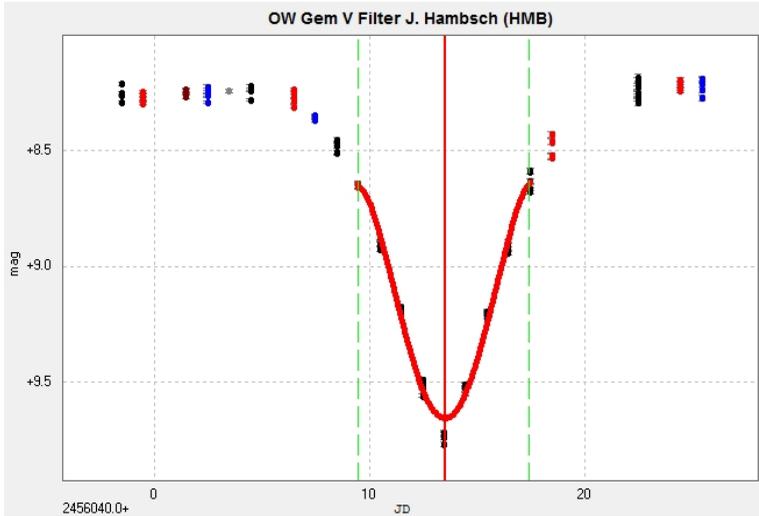


Abb. 1: CCD-Lichtkurve in V von Josch Hamsch

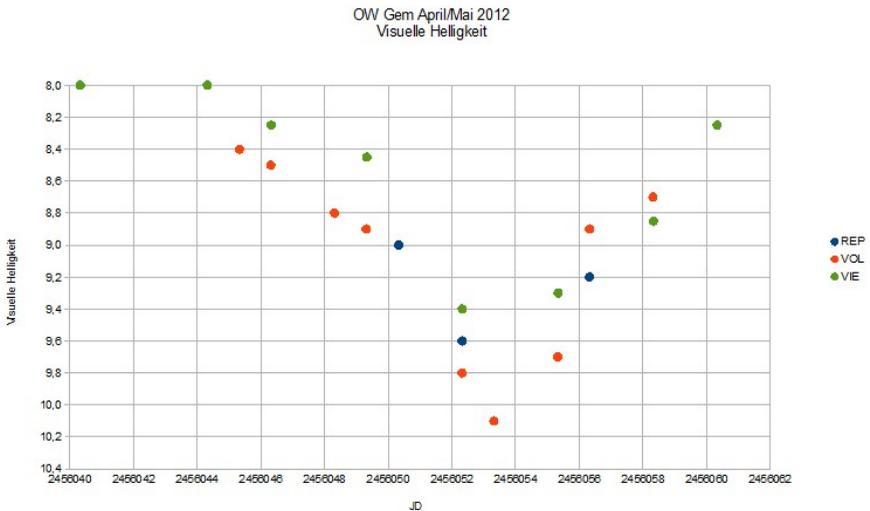


Abb. 2: visuelle Gemeinschaftslichtkurve Vollmann-Reinhardt-Viertel

V1016 Ori und BM Ori - ein Doppelminimum im Trapez des Orionnebels

Klaus Wenzel

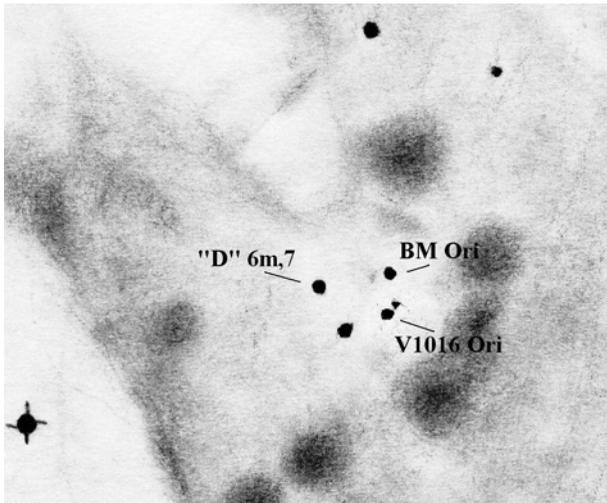


Abb:1. Skizze der Zentralregion von M 42 nach älteren visuellen Beobachtungen vom 22. 23. und 25.02.2003 am 12"5 Newton

Durch eine Notiz von Wolfgang Vollmann im Newsletter der Zeitschrift Interstellarium wurde ich auf ein relativ seltenes Schauspiel im Zentrum des Orionnebels aufmerksam. In den Abendstunden des 11.02.2012 sollten die beiden Bedeckungsveränderlichen BM Ori ($\theta 1$ Ori B) und V1016 Orion ($\theta 1$ Ori A), beides Mitglieder des Trapezes, gleichzeitig ihr Minimum erreichen. Das Trapez im Herzen von M 42 würde also an diesem Abend vollkommen verändert erscheinen. Dies machte mich zunächst als visueller Deep Sky Beobachter neugierig.

Da gerade eine sehr stabile Hochdruckwetterlage vorherrschte, begann ich am 08.02.12 und an den folgenden Tagen mit ersten Beobachtungen, um mich mit der Region vertraut zu machen. Meine Veränderlichenbeobachtung wollte ich auf V1016 Ori (6m,7 – 7m,7) konzentrieren, dessen Minimum am 11.02. für 23:31 (MEZ) erwartet wurde. Aufgrund der relativ langen Periode von 65,43 Tagen ein sicher nicht allzu oft beobachtetes Ereignis. Als Vergleichssterne kamen leider nur die Sterne des Trapezes selbst in Frage, wobei am Abend der Bedeckung BM Ori, der im Normallicht 7m,9 hell ist, nicht verwendet werden konnte, da er sich ja zeitgleich ebenfalls in seinem Minimum (8m,7) befand, was die visuellen Helligkeitsschätzungen natürlich etwas erschwerte. Es blieb als Referenzstern demnach für die fragliche Nacht nur $\theta 1$ Ori D mit einer Helligkeit von 6m,7.

Am 11.02 beobachtete ich dann im Zeitraum von 17:45 bis 22:30 UT das Feld insgesamt 5x visuell mit meinem 12"5 Newton bei Vergrößerungen zwischen 170 und

375fach, um die Helligkeit von V1016 Ori einzuordnen. Deutlich konnte ich in diesem Zeitraum von 5 Stunden den Helligkeitsabfall des Bedeckungsveränderlichen im Vergleich mit Stern „D“ beobachten. Deutlich war auch erkennbar, dass BM Ori im Vergleich zu den Vortagen deutlich schwächer erschien. Das Trapez sah tatsächlich wie erwartet vollkommen verändert aus. Bei einer letzten Beobachtung am Folgetag (12.02.) war alles wieder beim Alten, beide Veränderliche leuchteten wieder in Normalhelligkeit.

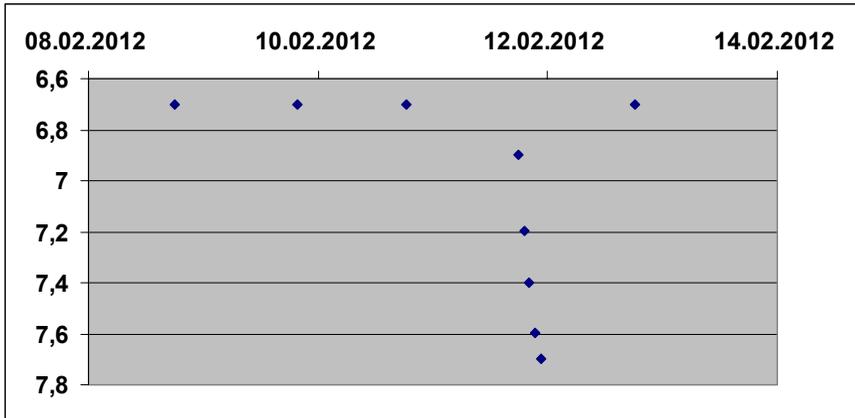


Abb.: 2 Gesamtlichtkurve von V1016 Ori für den Zeitraum vom 08. – 12.02.2012 nach visuellen Beobachtungen am 12"5 Newton

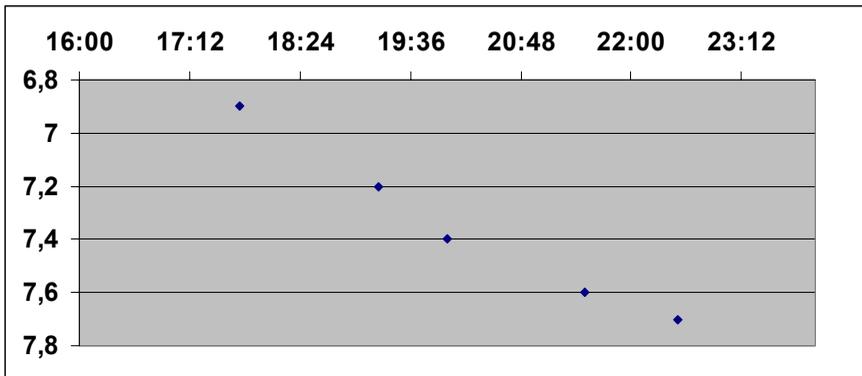


Abb.: 3 Der Abstieg des Bedeckungsveränderlichen V1016 Ori ins Minimum am 11.02.2012, alle Uhrzeiten in UT

Auswertung von digitalisierten Platten der Sternwarte Sonneberg

Klaus Häußler

In den vergangenen Jahren habe ich einige Felder der Sternwarte Sonneberg fotografisch ausgewertet. Es wurden jeweils die Platten am Schätzapparat durchgesehen und die jeweiligen Sterne geschätzt.

Nachdem nun die Platten in Sonneberg gescannt wurden, ist es für mich einfacher geworden. Der Plattentransport und die damit verbundenen Risiken fallen weg. Ich kann heute die Platten problemlos am PC untersuchen. Angeregt durch den Artikel von W. Braune im BAV Rundbrief 2-2012 möchte ich hier meine Erfahrungen darlegen.

Zur Auswertung hatte ich mir das Feld Beta Delphini ausgesucht. Von diesem Feld gibt es nur 224 Platten, somit hielt sich die Zeit der Auswertung in Grenzen. Von E. Splittgerber habe ich mir einmal die Originale und die im Format JPG umgewandelten Aufnahmen geben lassen. Eine JPG-Aufnahme hat nur 20 MB, wogegen die TIF-Aufnahmen ca. 400 MB enthielten. Die unterschiedliche MB-Zahl macht sich beim Bearbeiten bemerkbar. Die originalen Aufnahmen sind etwas besser, die einzelnen Prozesse öffnen, vergrößern usw., dauern aber etwas länger. Die in Sonneberg digitalisierten Aufnahmen sind spiegelbildlich. Ich habe die Aufnahmen gedreht, um den normalen Kartenanblick zu erhalten.

Gegenüber der bisherigen photographischen Methode, wobei die Sterne auf den Platten bis ca. 17,5mag schätzbar sind, reichen die digitalisierten Aufnahmen nicht so weit. Sie sind gut schätzbar bis 16,5mag. Schwächere Sterne laufen mit dem Hintergrund zusammen, nur einige wenige Platten reichen bis 17mag.

Meine beobachteten Sterne liegen in der Regel zwischen 14 - 16,5mag. Die Auswertung erfolgte mit der Stufenschätzungsmethode, wobei das Bild am Monitor betrachtet wurde. Da der Stern auf der geöffneten Aufnahme noch nicht sichtbar war, musste das Bild jeweils vergrößert werden. Hierbei war es ganz wichtig, dass jedes Bild die annähernd gleiche Vergrößerung erhielt. Bei unterschiedlichen Vergrößerungen ergaben sich andere Schätzungen. Die Auswertung der digitalisierten Bilder geht am PC wesentlich schneller, als wenn ich die photographischen Platten geschätzt habe. Diese Methode ist aber nur für Sterne mit Amplituden größer 0,3mag anwendbar. Für kleinere Amplituden ist der Kontrast zu gering. Die Schätzungen werden dadurch zu ungenau.

Auf dem Feld Beta Delphini habe ich nur kurzperiodische Bedeckungssterne und RR-Lyrae-Sterne untersucht. Die Ergebnisse werden veröffentlicht.

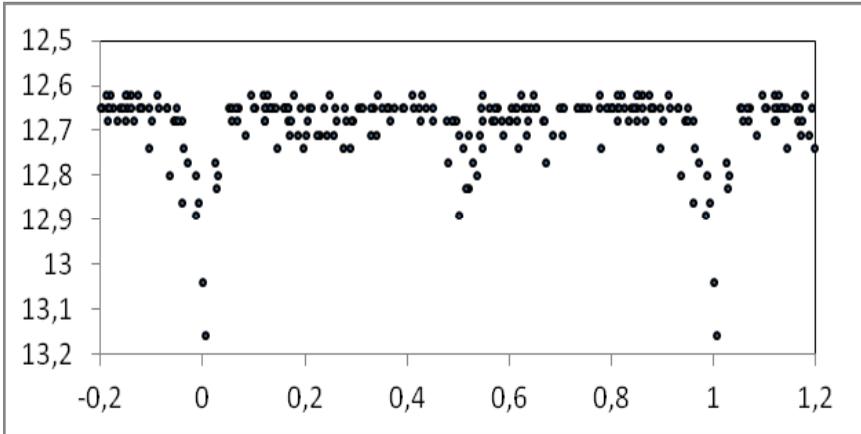
Hier nur ein Beispiel: **GQ Sge** = S9986

Von dem Stern habe ich die folgenden Elemente bestimmt:

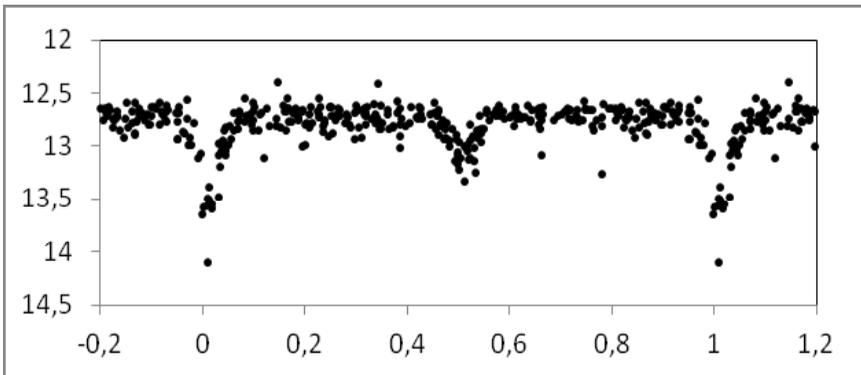
Min= JD hel 2430614,457 + 1,481366 x E
Typ: EA D = 0,1

Da dieser Stern relativ hell ist, konnte ich ihn mit Beobachtungen von ASAS direkt vergleichen.

- 1.) Beobachtungen von gescannten Platten: 12,65 - 13,15 / 12,9
 Meine Helligkeiten sind nach dem USNO A 2.0 Katalog bestimmt.



- 2.) Beobachtungen von ASAS



Literatur:

Samus N.N. et al. General Catalog of Variable Stars (GCVS database, Version 2012 Jan), CDS B/gcvs

Pomjanski, G. 2005, ASAS-3 <http://www.astro.u.edu.pl/asas>

AM Cancri, AN Leo und HO Leo - drei vernachlässigte RR-Lyrae-Sterne

Rainer Gröbel

Abstract: Based on CCD observations, new ephemerides and lightcurves of the long time neglected RR Lyrae stars AM Cnc, AN Leo and HO Leo are presented. AM Cnc and HO Leo seemed to present a Blazhko effect, for night to night variations in the shape of the lightcurves and maxima timings have been registered.

Diese Sterne wurden aus der von Frau Maintz herausgegebenen Liste vernachlässigter RR-Lyrae-Sterne [1] ausgewählt. Vom 13.03. bis zum 28.04.2012 konnten bei überwiegend günstigen Bedingungen insgesamt 17 Aufnahmereihen durch einen 25 cm SC mit einer ST8 XME - Kamera im halbautomatischen Betrieb gewonnen werden. Bei einer Belichtungszeit von 94 s und durch Verzicht auf den Einsatz eines Filters konnte die Streuung relativ gering gehalten werden.

AM Cancri (GSC0814-00280): Dieser Stern wurde zuerst von N. E. Kurochkin [2] 1959 als SVS 1287 auf photographischen Platten entdeckt und als RR-Lyrae-Stern klassifiziert. Die Helligkeit ändert sich zwischen 14 und 15,2 mag. Die Ephemeride

$$\text{Max.} = 2436660.35 + 0.557615 \text{ d} \times \text{E} \quad (1)$$

wurde im GCVS übernommen. Weitere Maxima sind nicht bekannt.

Bei der Bestimmung der Periode wurden neben dem ursprünglichen pg. normal - Max. und den drei gewonnenen CCD-Maxima noch 9 Messpunkte aus der relativ gut definierten Lichtkurve vom CRTS [3] (Abb. 1) in der Nähe des Maximums hinzugezogen. Diesen Punkten wurde allerdings ein geringes Gewicht gegeben. Daraus ergibt sich folgende Ephemeride:

$$\text{Max.} = 2456031.3942 + 0.55800213 \times \text{E} \quad (2)$$

+/- 14 +/- 09

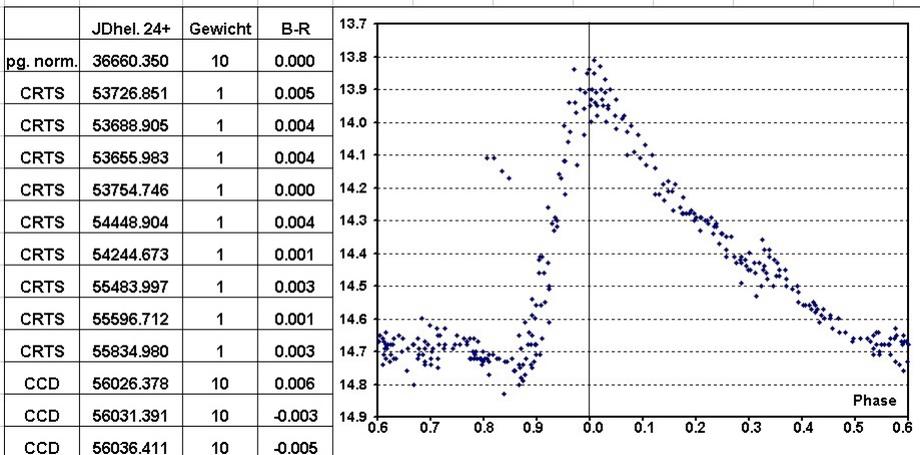


Abb. 1: Rechts, die sich aus Ephemeride (2) ergebende Verteilung der Messpunkte vom CRTS Links, die entsprechenden (B-R)-Werte und die Gewichtung der Messpunkte

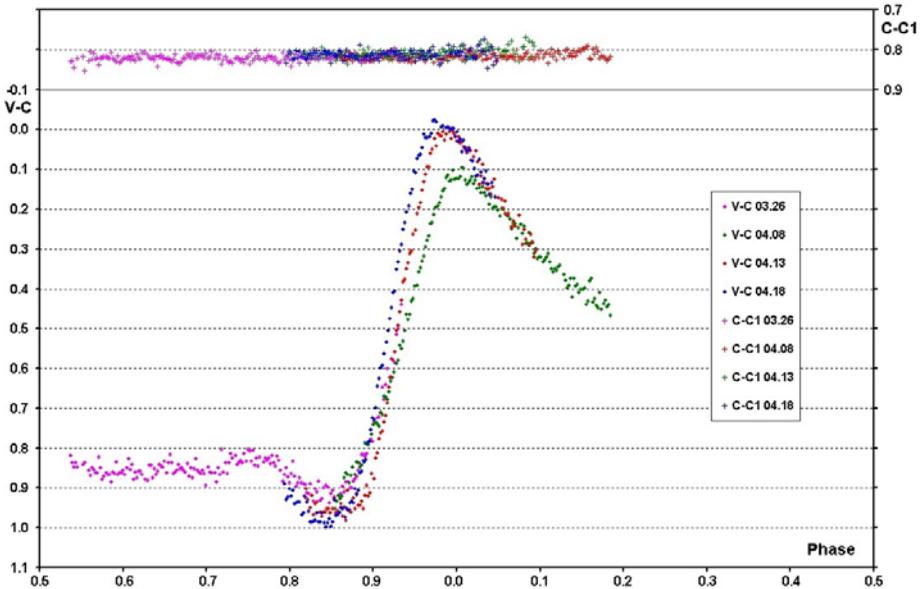


Abb. 2: Die bislang registrierten Helligkeitsänderungen bei AM Cnc

Innerhalb von nur 19 d wurden deutliche Änderungen in der Höhe und Verschiebungen der Zeitpunkte der Maxima registriert (Abb. 2). Dies könnte auf eine kurze Blasko-Periode hinweisen. Eine möglichst dichte Verfolgung dieses Sterns könnte darüber Aufschluß geben.

AN Leo (GSC 0270-00519): Dieser Stern wurde 1944 von C. Hoffmeister auf Sonneberger Platten entdeckt [4] und als S 3575 und kurzperiodischer Veränderlicher mit einer Amplitude von 0,5 mag gemeldet. 1963 ist es V. P. Zessewitsch [5] gelungen, die Art der Veränderlichkeit zu bestimmen und die Ephemeride

$$\text{Max.} = 2419858.407 + 0.5720244 \text{ d} \times \text{E} \quad (3)$$

wurde im GCVS übernommen. In der GEOS Database [6] sind außerdem 12 pg., 4 vis., 1 CCD norm. und ein CCD-Max. verzeichnet. Mit den zwei hinzu gekommenen CCD-Maxima konnte der Versuch unternommen werden, ein (B-R)-Diagramm aufzustellen, um mit entsprechender Gewichtung eine aktualisierte Ephemeride zu gewinnen. Dabei ist die Abweichung vom CCD-Max. von E.G. Schmidt et al. [7] auffallend (Abb. 3 links). In deren umfangreichem Katalog wurden aus arbeits-ökonomischen Gründen die aufgeführten Sterne nicht durchgehend beobachtet. Aus 11 Messpunkten wurde eine gefaltete Lk erstellt auf Grundlage der GCVS-Periode und diese wurde in diesem Fall ohne Korrektur übernommen. Aus den vorhandenen „sicheren“ Max. wurde folgende Ephemeride erstellt

$$\text{Max.} = 2456014.482 + 0.57202702 \times \text{E} \quad (4)$$

+/- 13 +/- 35

und damit die in Abb. 4 gezeigte Lk reduziert.

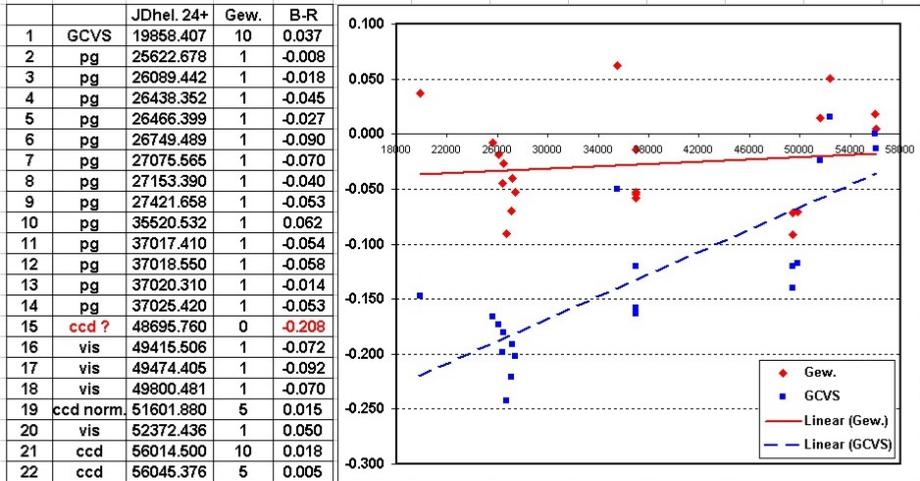


Abb. 3: Das mit Ephemeride (4) erstellte (B-R)-Diagramm

Auch hier wurden Daten von ASAS und CRTS untersucht. In diesem Fall ergeben die Messpunkte von ASAS die etwas besser definierte Lk. Diese wurden nicht im (B-R)-Diagramm berücksichtigt, da das CCD norm. von Wils et al. [8] auf diese Daten beruht.

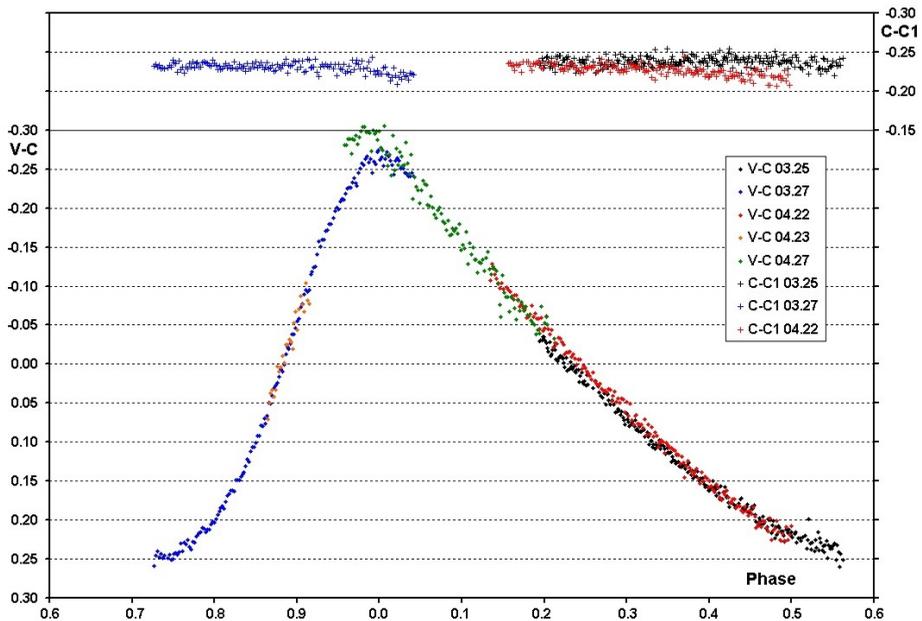


Abb. 4: Die vorläufige Lichtkurve von AN Leo. Das angedeutete Max. vom 27.4. wurde quasi „durch Wolken hindurch“ gewonnen, aber so lange der Leitstern nicht verloren geht...

Mit 12 mag ist dieser Stern relativ hell und der Versuch, eine Lk in V und R zu gewinnen, sicherlich lohnend. Die Auswahl der Vergleichssterne müsste sorgfältiger erfolgen, denn in Abb. 4 oben wird der Einfluss der differentiellen Extinktion deutlich.

3) HO Leo (GSC 1971-00401): Dieser Stern wurde 1935 von O. Morgenroth [9] als zwischen 13 und 14 mag veränderlich entdeckt. Der Stern wurde erst 2006 von A. V. Khruslov [10] mit ROTSE Daten als Stern vom RRab-Typ erkannt und dessen Ephemeride

$$\text{Max.} = 2451464.555 + 0.4614 \text{ d} \times \text{E} \quad (5)$$

im GCVS übernommen. Aufgrund von NSVS-Daten [11] wurden von Wils et al. [8] folgende Ephemeride angegeben:

$$\text{Max.} = 2451330.750 + 0.46202 \text{ d} \times \text{E} \quad (6)$$

Mit den vier hinzugekommenen CCD-Max. wurde versucht, bei entsprechender Gewichtung eine aktualisierte Ephemeride aufzustellen:

$$\text{Max.} = 2456009.443 + 0.4614563 \times \text{E} \quad (7)$$

+/- 7 +/- 17

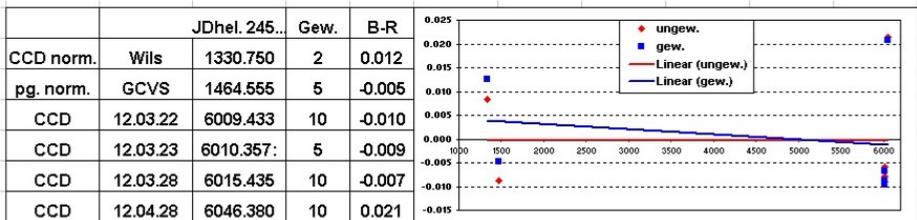


Abb.5: Das mit Ephemeride (7) erstellte (B-R)-Diagramm

Wiederum wurden Daten verschiedener Automaten untersucht. Am besten schneidet noch CRTS ab (Abb. 6 links). Dennoch fügten sich die in der Nähe des angenommenen Max. gewählten Messpunkte nicht gut im (B-R)-Diagramm ein. Dies wird wohl der breiten Streuung der Daten im Bereich der Maxima geschuldet sein.

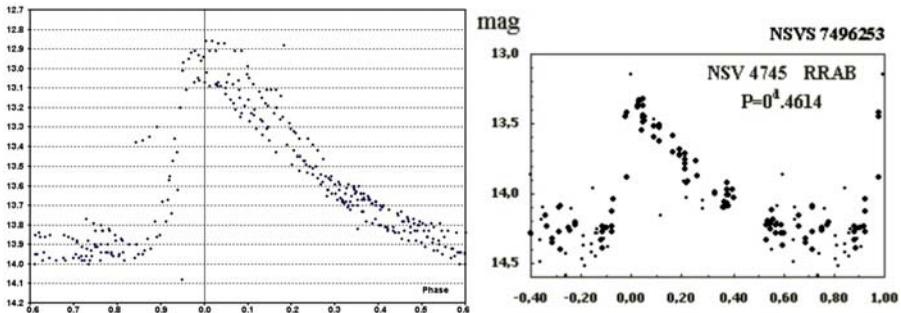


Abb. 6: Links, die mit Ephemeride (7) reduzierten CRTS-Messpunkte
Rechts, die von Wils mit NSVS-Daten gewonnene Lk

Die reduzierten CRTS-Daten weisen auf eine starke Variabilität der Lk hin. Dies deutet sich auch in der in Abb. 7 gezeigten Lk bereits nach wenigen Tagen an. Eine sekundä-

re Periode ließe sich wiederum nur durch eine ausdauernde Verfolgung des Sterns herausfinden.

Dies kann die Auswertung von Daten der derzeit zugänglichen automatischen Himmelüberwachungen nicht leisten. Dennoch sind für eine Klassifizierung und eine grobe Bestimmung der Periode diese Informationen willkommen.

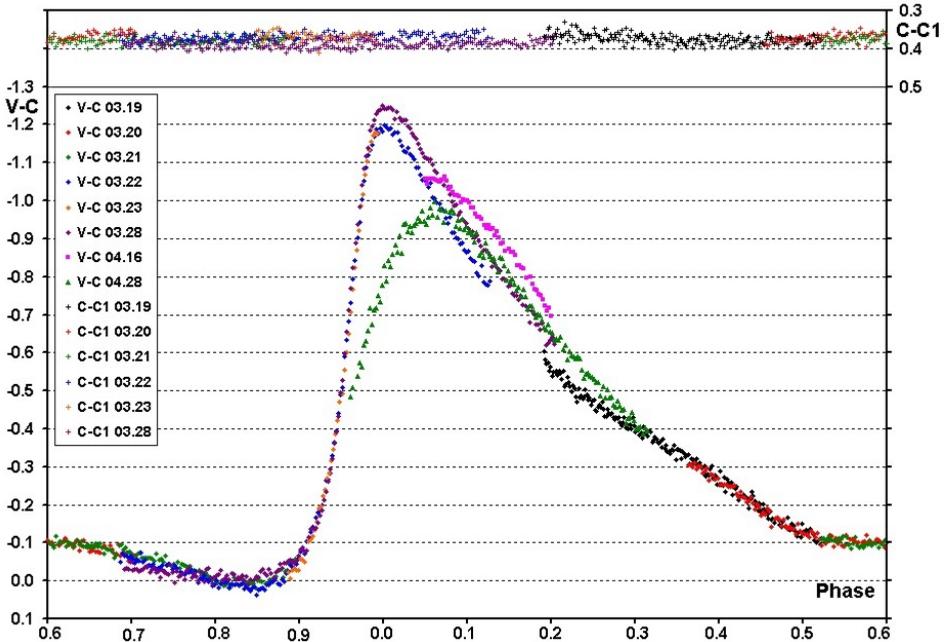


Abb. 7: Die bislang registrierten Variationen in Amplitude und Phase bei AN Leo

Danksagung: Diese Arbeit wurde durch die SIMBAD-Datenbank am CDS, Strasbourg, ermöglicht. Herrn S. Hümmerich danke ich besonders für die Bereitstellung von Daten verschiedener Automaten und für den sich daraus ergebenden Gedankenaustausch.

Literatur:

- [1] Maintz, G., http://aibn77.astro.uni-bonn.de/~gmaintz/AufrufRR_Fr12.tab
- [2] Kurochkin, N.E., 1960, Astron. Tsirk., N212
- [3] The Catalina Surveys, <http://nessi.cacr.caltech.edu/DataRelease/>
- [4] Hoffmeister C., 1944, AN 274.176
- [5] Zessewitsch, V. P., 1963, SAC N35, 86,
- [6] GEOS RR-Lyr Database, http://rr-lyr.ast.obs-mip.fr/dbrr/dbrr-V1.0_0.php
- [7] Schmidt, E. G. et al., 1995, AJ, 109, 3
- [8] Wils et al., 2006, MNRAS, 368.1757, Catalogue of RR Lyrae from NSVS
- [9] Morgenroth O., 1935, AN 256,281
- [10] Khruslov, A. V., 2006, IBVS, No. 5699
- [11] Northern Sky Variability Survey, <http://skydot.lanl.gov/nsvs/nsvs.php>

Rainer Gröbel, Blütenstr. 19, 90542 Eckental, 09126 9701, rainer.groebel@web.de

Neue Veränderliche aus dem Palomar Quest Sky Survey

Stefan Hümmerich

Abstract: *Information on the Palomar Quest Sky Survey and the Variable Objects List from Bauer, A. et al., 2009, ApJ, 705, 46-53 is given. Three RRab stars are presented that have been mined from CRTS data using the information given in the aforementioned list:*

*GSC 00918-01082: $JD (Max) = 2454271.730 + E * 0.532966$*

*GSC 00925-00916: $JD (Max) = 2454242.817 + E * 0.434870$*

*GSC 02509-00648: $JD (Max) = 2453798.733 + E * 0.617000$*

Das Palomar Quest (PQ) Sky Survey ist ein Gemeinschaftsprojekt der Universität Yale und Caltech California und wurde am Palomar-Observatorium mit dem 48 Zoll Samuel Oschin - Teleskop in den Jahren 2003 bis 2008 durchgeführt. Abgedeckt wurden etwa 15.000 Quadratgrad Himmel zwischen +25° und -25° Deklination. Die entsprechenden Himmelsfelder wurden dabei mehrfach in verschiedenen Zeitabständen aufgenommen. Wissenschaftliche Ziele waren u.a. die Suche nach bzw. die Erforschung von

- QSOs (Quasare) anhand von Vielfarbphotometrie und optischer Veränderlichkeit als Auswahlkriterien,
- Gravitationslinsen,
- Supernovae, GRBs (Gammastrahlenblitze) und andere „kurz-lebige“ Ereignisse,
- Objekte des Sonnensystems, sowie
- AGNs (aktive Galaxienkerne) und veränderliche Sterne.

Aus dem PQ Sky Survey heraus sind viele Paper entstanden, die sich den verschiedenen Bereichen widmen. Für unsere Belange ist das Paper "Highly Variable Objects in the Palomar-QUEST Survey: A Blazar Search using Optical Variability" (Anne Bauer et al., 2009) von Bedeutung.

Anne Bauer und Kollegen tragen eine Kandidatenliste mit 3.113 veränderlichen Objekten aus den PQ Sky Survey-Daten zusammen, die um mehr als 0.4 mag in mindestens zwei verschiedenen optischen Filtern variabel sind. Hauptanliegen hierbei ist das Auffinden von sog. Blazaren (= AGNs, deren Beobachtungsrichtung in etwa mit der Ausrichtung des relativistischen Jets zusammenfällt) anhand von Farbinformationen und typischer optischer Veränderlichkeit. Aus diesem Grunde wurden für die Erstellung der Liste Himmelsfelder abseits der galaktischen Scheibe ausgewählt und eine Vorauswahl hinsichtlich Farbinformationen getroffen, um bestimmte Veränderlichkeitstypen von vornherein möglichst auszuschließen zu können. Die komplette Liste lässt sich über den Palomar Quest CasJobs-Server abrufen:

<http://webvoy.cacr.caltech.edu/CasJobs>

Von den 3.113 Kandidaten haben sich lediglich 20% als bereits bekannt erwiesen, darunter auch einige RR-Lyrae-Sterne, Kohlenstoffsterne und andere Veränderliche, die man abseits der galaktischen Scheibe erwarten durfte. Das Paper beschreibt weiterhin die Aufnahme (offensichtlich recht erfolgreicher) spektroskopischer Nachunter-

suchungen der potenziellen Blazarkandidaten. Offensichtlich – und hier wird es interessant – scheinen jedoch die in der Kandidatenliste enthaltenen veränderlichen Sterne nie systematisch aufgearbeitet worden zu sein. Erste Versuche in diese Richtung bestätigen, dass dort noch Dutzende nicht erfasster Objekte zu finden sind.

Aufmerksam auf diese Liste wurde ich durch eine E-Mail von John Greaves, die mir Klaus Bernhard freundlicherweise zukommen ließ. John beschreibt darin seine erfolgreichen Versuche, Veränderliche aus der PQ Sky Survey Kandidatenliste mit Hilfe des Catalina Sky Surveys (CRTS) aufzuarbeiten. Darüber hinaus stellt er dankenswerterweise eine bereits vorsortierte Version der Kandidatenliste zur Verfügung, bei der über einen Abgleich mit dem AAVSO VSX und anderen Katalogen die Mehrzahl der bereits bekannten Veränderlichen und AGNs entfernt worden sind.

Die Datei liegt im Excel-Format vor und enthält neben Positionsangaben die Helligkeiten der Sterne in verschiedenen Bändern sowie (meist) einen kurzen Kommentar, wie der folgende Ausschnitt zeigt:

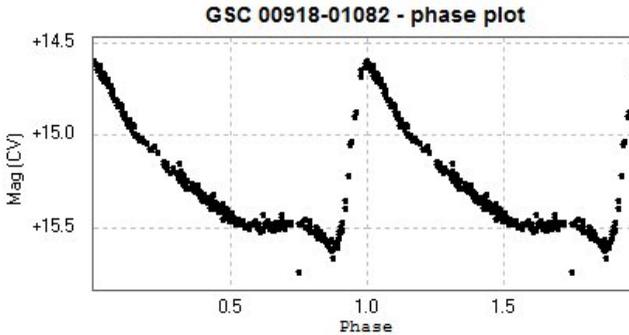
ID	RA	DEC	R	J	K	J-K	R-J	
670	338.52527	6.74522	17.340	16.798	16.734	0.064	0.542	ea
470	221.75494	6.17336	15.639	14.912	14.843	0.069	0.727	rrc?
517	228.24173	11.06000	18.652	17.753	17.682	0.071	0.899	?
667	337.85429	8.04083	16.793	15.459	15.387	0.072	1.334	rr lyr
435	217.54772	-1.12804	17.453	17.072	16.999	0.073	0.381	rr lyr
275	188.97103	11.35972	18.492	17.770	17.697	0.073	0.722	rr lyr
330	196.83543	14.73346	18.528	17.813	17.736	0.077	0.715	rr lyr
288	190.21556	13.86956	16.903	16.185	16.097	0.088	0.718	rr Hüm
670	338.52527	6.74522	17.340	16.798	16.734	0.064	0.542	ea

Bei der Durchsicht nur einiger weniger Objekte hat sich bereits gezeigt, dass sich hier wunderschöne und helle Veränderliche finden lassen – erwartungsgemäß zumeist RR-Lyrae-Sterne und Bedeckungsveränderliche – von denen ich bereits etwa ein Dutzend aufgearbeitet und in den VSX gestellt habe (diese Objekte sind durch den Zusatz „Hüm“ entsprechend in der Liste markiert).

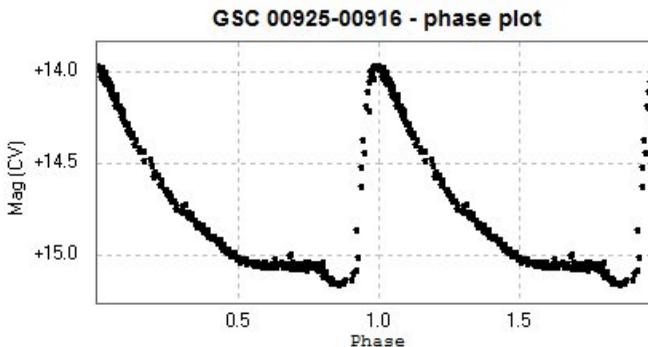
Ich möchte an dieser Stelle um Nachahmer werben, die sich Johns Liste annehmen oder sie als Ausgangspunkt für anderweitige Projekte (CCD-Beobachtungen?) nutzen möchten. Ich stelle das entsprechende Excel-File gerne auf Anfrage zur Verfügung, was ganz im Sinne seines Autors ist.

Abschließend sollen exemplarisch drei schöne RR-Lyrae-Sterne aus der Kandidatenliste vorgestellt werden:

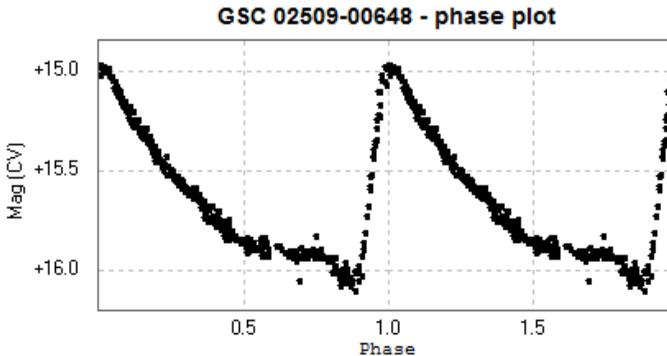
ID: **GSC 00918-01082** / USNO-B1.0 0998-0250565 /
2MASS J14492221+0948405 / CSS_J144922.2+094840
Pos (J2000): 14 49 22.204 +09 48 40.41 (UCAC3)
Typ: R Rab
Amplitude: 14.65 - 15.55 CV
Periode: 0.532966 d
Epoche (JD): 2454271.730
M-m: 11%
2MASS J-K: 0.243



ID: **GSC 00925-00916** / 2MASS J15000639+1248485 /
USNO-B1.0 1028-0303318 / CSS_J150006.4+124848
Pos (J2000): 15 00 06.408 +12 48 48.41 (UCAC3)
Typ: R Rab
Amplitude: 14.0 - 15.1 CV
Periode: 0.434870 d
Epoche (JD): 2454242.817
M-m: 10%
2MASS J-K: 0.385



ID: **GSC 02509-00648** / 2MASS J10011370+3530139 /
 USNO-B1.0 1255-0176337 / CSS_J100113.7+353013
 Pos (J2000): 10 01 13.704 +35 30 13.96 (UCAC3)
 Typ: RRab
 Amplitude: 14.97 - 16.05 CV
 Periode: 0.617000 d
 Epoche (JD): 2453798.733
 M-m: 13%
 2MASS J-K: 0.422



Herzlichen Dank an John Greaves für die Idee und die Bereitstellung der Excel-Datei sowie Dr. Klaus Bernhard für die Durchsicht des Manuskriptes.

Acknowledgements: This publication makes use of the SIMBAD and VizieR databases operated at the Centre de Données Astronomiques (Strasbourg) in France, of the International Variable Star Index (AAVSO) and of the Two Micron All Sky Survey.

Quellen:

- Bauer, A. et al. "Highly Variable Objects in the Palomar-QUEST Survey: A Blazar Search Using Optical Variability", ApJ, 705, 46 (2009)
- Djorgovski, S.G. et al. "The Palomar-Quest Digital Synoptic Sky Survey", AN, 329, No. 3 (2008)
- Drake, A.J. et al. "First Results from the Catalina Real-Time Transient Survey", ApJ, 696, 870 (2009)
- Skrutskie, M.F. et al. "The Two Micron All Sky Survey (2MASS)", AJ, 131, 1163 (2006)

Was passierte auf OGLE II BUL_SC36_636869?

Klaus Bernhard

Abstract: *OGLE II BUL_SC36_636869, RA 18 05 40.47, DEC -27 34 27.5 (J2000) is a possible symbiotic variable with rare outbursts.*

Im Zuge der Suche nach Fleckensternen habe ich im Jahr 2009 nach einer Anregung von John Greaves (UK) und Patrick Wils (Belgien) ein weiteres Paper über 25 Objekte veröffentlicht (Bernhard, 2009). Eines der Objekte war OGLE II BUL_SC36_636869, RA 18 05 40.47, DEC -27 34 27.5 (J2000), das ich damals als möglichen RS-CVn-Stern mit einer Periode von 1,98321 Tagen klassifizierte.

Laut späteren Hinweisen dürfte die Periode aber tatsächlich doppelt so lange sein, also 3,96642 Tage betragen. Folgende etwas kuriose Bedeckungslichtkurve ist aus den OGLE II Daten ableitbar:

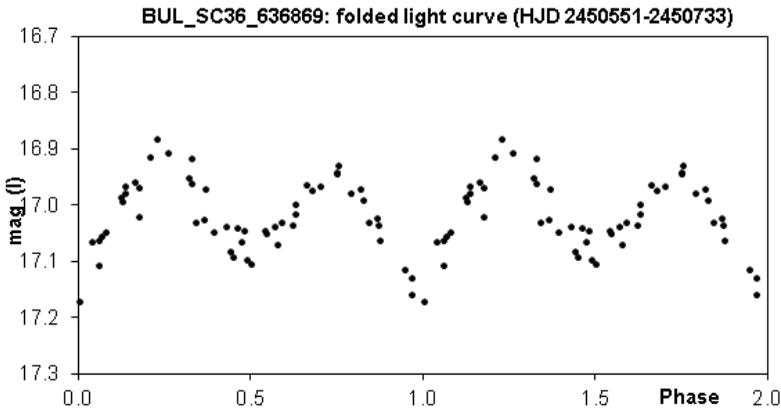


Abb. 1: Auf die Periode von 3.96642 Tage reduzierte Lichtkurve von OGLE II BUL_SC36_636869

Dieses Jahr kam wieder Bewegung in die Angelegenheit, als eine italienische Studie mit dem Titel "Matching microlensing events with X-ray sources" zur Suche von Gravitationslinseffekten von schwarzen Löchern veröffentlicht wurde (Sartore & Treves, 2012).

Laut dieser Veröffentlichung fand bereits im Frühjahr 2004 bei OGLE II BUL_SC36_636869 ein bislang einmaliger Helligkeitsausbruch von etwa 2 Größenklassen und 100 Tagen Dauer statt. Die Art des Ausbruchs konnte nicht eindeutig bestimmt werden. Eine Theorie war das Auftreten einer Gravitationslinse, wie z.B. ein schwarzes Loch. (Anmerkung: Mir waren diese Beobachtungsdaten durch ein kompaktes Vordergrundobjekt bei der Erstellung meiner Veröffentlichung im Jahr 2009

paktes Vordergrundobjekt bei der Erstellung meiner Veröffentlichung im Jahr 2009 nicht bekannt).

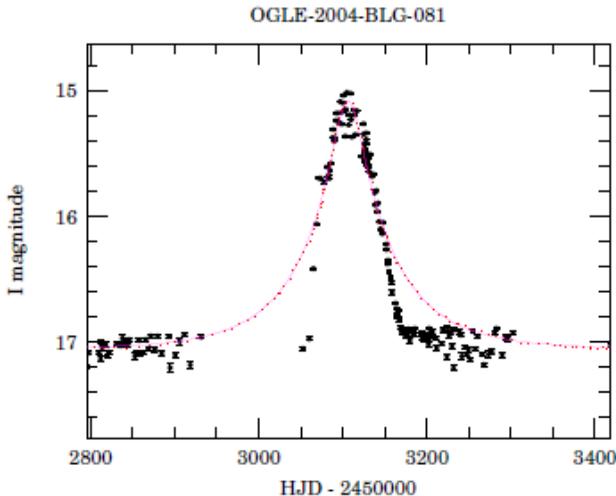


Abb. 2: Aus Sartore & Treves, 2012 entnommene und leicht abgeänderte Grafik zum Ausbruch von OGLE II BUL_SC36_63686

Die punktierte Linie in Abbildung 2 stellt den theoretischen Verlauf der Aufhellung im Falle einer Gravitationslinse durch ein kompaktes Objekt dar. Da die Beobachtungen offensichtlich stark vom theoretischen Verlauf abweichen, ist das Vorhandensein einer Gravitationslinse eher unwahrscheinlich.

Eine weitere Erklärungsmöglichkeit für den Aufhellung ist das Maximum eines hinter dem Hauptobjekt befindlichen Mirasterns. Die Maxima von Mirasternen sind häufig unterschiedlich hoch. Allerdings erscheint es sehr unwahrscheinlich, dass ein Maximum soviel heller sein sollte als alle anderen im 12-jährigen Beobachtungszeitraum. Hier ist noch zu berücksichtigen, dass die Amplituden von Mirasternen im I-Band deutlich geringer sind als im Visuellen.

Daher bleibt als Erklärungsmöglichkeit ein tatsächlicher Ausbruch auf dem System. Insbesondere denkbar wäre dies bei einem sogenannten symbiotischen Veränderlichen, also einem engen Doppelsternsystem, bestehend aus einem Roten Riesen und einem Weißen Zwerg. Durch Materieübertritt vom Roten Riesen zum Weißen Zwerg kommt es dabei zu Helligkeitsausbrüchen.

Um diese Möglichkeit zu prüfen, untersuchte ich die kombinierten Daten der Himmelsüberwachungssysteme OGLE und MOA (<http://ogle.astrouw.edu.pl/>, <http://www.phys.canterbury.ac.nz/moa/>) im Zeitraum der maximalen Helligkeit während des Ausbruchs (Abbildung 3):

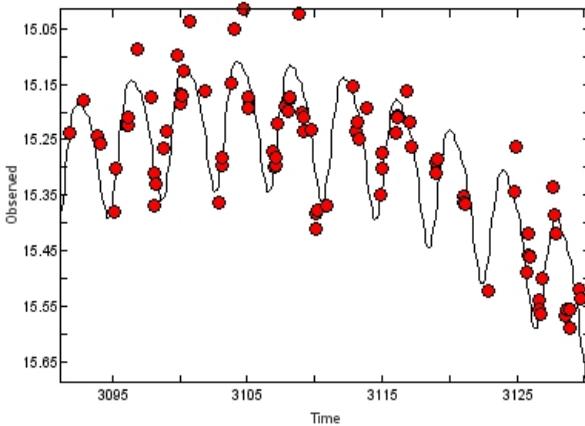


Abb. 3: Ausschnitt der kombinierten MOA und OGLE Daten im Zeitraum der Maximalhelligkeit des Ausbruchs, JD 2453090 bis 2453130 samt Interpolation durch Period04

Eindeutig ist zu erkennen, dass sich auch im Maximum die Umlaufperiode von 3,96 Tagen nachweisen lässt. Dies deutet darauf hin, dass der Ausbruch ursächlich mit dem Doppelsternsystem zusammenhängt und nicht etwa von einem dahinterliegenden Stern verursacht ist.

Auch wenn die symmetrische Form und die offensichtliche Seltenheit der Ausbrüche nicht unbedingt typisch für einen symbiotischen Stern sind, erscheint keine andere Möglichkeit (Gravitationslinse, dahinterliegender Mirastern) als wirklich plausibel.

Weitere Beobachtungen durch professionelle Sternwarten wären sehr wertvoll, um den vermuteten symbiotischen Stern zu bestätigen.

Danksagung: Herrn Dr. Sartore (Italien) sei für wertvolle Hinweise zur Klassifizierung des Objekts gedankt.

Klaus Bernhard
Kafkaweg 5, A-4030 Linz
Klaus.Bernhard@liwest.at

Referenzen:

Bernhard, K., 2009, OEJV 108
<http://astro.sci.muni.cz/variables/oejv/issues/oejv0108.pdf>

Sartore, N.; Treves, A., 2012, Astronomy & Astrophysics, 539, 52
<http://arxiv.org/abs/1112.4203>

T Pyxidid - eine rekurrente Nova im Ausbruch - Teil 2 Wie lässt sich der unerwartete Ausbruch in 2011 erklären?

Hans-Günter Diederich

Einleitung

Am 14. April 2011 ereignete sich ein Ausbruch der rekurrenten Nova T Pyx. Der Veränderliche gehört einer Untergruppe an, die nur zwei Mitglieder umfasst, und ist ihr Prototyp. Von T Pyx sind nun 6 rekurrente Novaausbrüche bekannt (1890, 1902, 1920, 1944, 1967 und 2011). Bei dem Ereignis von 1866 muss es sich um einen "klassischen" Nova-Ausbruch gehandelt haben, der auf eine sehr lange Ruhephase folgte.

[7] hatte den Ausbruch von T Pyx für 2052 ± 3 vorausgesagt. Diese Angabe wurde in [8] revidiert. Nun sollte dieser Ausbruch erst in der Zeit nach 2225 erfolgen. Und diese Vorhersage ging voll daneben ("horribly wrong"), denn T Pyx brach bereits 2011 aus.

Der erste Teil des Aufsatzes [6] widmete sich der Literatur bis zum Ausbruch von 2011. Im aktuellen Teil 2 werden Amateurbeobachtungen präsentiert. Zudem gilt es zu verstehen, warum die Vorhersagen falsch waren.

Das Literaturverzeichnis enthält alle Arbeiten, welche in den Teilen 1 bis 3 behandelt werden.

Entdeckung des Ausbruchs 2011

Der nächste Ausbruch war zunächst früher erwartet worden. [1] zeigen, wie die Zeiten zwischen den Ausbrüchen (beginnend mit 1890) eine Länge von 11,9, 17,9, 24,6 und schließlich 22,1 Jahren [10] aufweisen. Mitte der 1980er Jahre meinten viele Astronomen, dass T Pyx nun jederzeit ausbrechen "sollte". Das ergab sich aus der Kenntnis des letzten Zeitraums zwischen zwei Ausbrüchen, der 22 Jahre betrug. Und 1967 (der damals letzte Ausbruch) plus 22 Jahre ließ den nächsten Ausbruch um 1989 erwarten.

Folglich stand T Pyx spätestens ab 1989 unter nächtlicher Dauerbeobachtung. Aber auch, als das nächste Jahrzehnt begann und in den Jahren danach, wollte sich der erwartete Ausbruch nicht einstellen.

Erst am 14. April 2011 war es wieder soweit. Thorsten Lange berichtete über das Ereignis in [2] wie folgt:

"Die Entdeckung des aktuellen Ausbruchs erfolgte am 14. April ... erreichten die Werte 7.5 mag. ... Der Abstieg auf Normalhelligkeit wird voraussichtlich etwa neun Monate dauern. Bedauerlicherweise verschwindet der Stern Ende Juli hinter der Sonne."

Eigene Beobachtungen im Juni 2011

Seit dem Ausbruch am 14.04.11 waren bereits mehr als zwei Monate vergangen, als sich auf der IAS-Sternwarte Hakos (Namibia) die Gelegenheit zur Beobachtung ergab. T Pyx hatte allerhöchste Priorität und stand bereits am frühen Abend kurz vor seinem Untergang: ein ziemlich "grenzwertiges" Projekt also.

Das Abendessen wurde beschleunigt eingenommen, und nach schwierigem Sternhüpfen, immer am Horizont entlang, T Pyx schließlich erreicht. Aber noch vor dem Fokussieren schlug der Veränderliche in die Windschutzfelder der Nachbarsternwarte ein.

Am nächsten Abend, dem 25.06.11, verzichtete ich auf den Nachtsch. Der Weg zum Objekt, am Vortag notiert, konnte nun schneller durchlaufen werden. Es folgten mehrere Serien kurzer Aufnahmen mit verschiedenen Filtern. Um 20:30 befand sich T Pyx nur noch $\sim 15^\circ$ über dem Horizont. Um das wabernde Sternscheibchen noch sinnvoll aufnehmen zu können, wurde Binning 2 gewählt. Dank der Parfokalität aller Filter konnten mehrere Serien innerhalb kürzester Zeit aufgenommen werden.

Tabelle 1. Instrumentierung

Teleskop:	50-cm-Cassegrain
Brennweite	4,500 mm (Sekundärfokus)
Kamera:	STL-1001E (24 μm)
Abbildungsmaßstab	2,2"/Pixel (bei Binning 2)

Tabelle 2. Aufnahmen

Einzelbilder	Belichtungszeit	Binning	Filter
10	1 s	2	Klarglas
10	1 s	2	Blau
10	1 s	2	Grün
10	1 s	2	Rot
10	1 s	2	Infrarot
10	1 s	2	H-alpha

Abb. 1 aus [6] zeigt in einer Montage T Pyx als Fotokarte im Ausbruch am 25.06.11 neben dem markierten Aladin-Screenshot mit rotem DSS-Bild. Die Fotokarte entstand aus der Serie der Klarglasaufnahmen. Der Veränderliche hat selbst zweieinhalb Monate nach der Entdeckung seines Ausbruchs den Ruhezustand noch nicht wieder erreicht. In [2] war ein solche langsamer Abstieg erwähnt worden, der "etwa neun Monate" dauern würde.

So etwas im eigenen Bild zu sehen, ist immer wieder ein kleines Erlebnis. Unvorbereitet hat man die helle Nova vielleicht direkt vor der Nase, und merkt nur, dass etwas mit der Navigation nicht stimmt.

Mit der gelungenen Aufnahme im Ausbruch soll T Pyx bei nächster Gelegenheit auch im Ruhelicht aufgenommen werden. Der Aladin-Screenshot zum Vergleich würde dann überflüssig. Aus beiden Bildern ließe sich eine Animation erstellen, die als "Blinksequenz" den Helligkeitsunterschied deutlich in Szene setzte. Aber soweit ist es noch nicht.

Zwei Vergleichssterne der AAVSO-Karte wurden in der eigenen Grünfilter-Aufnahme markiert (Abb. 1) und damit die relative Fotometrie durchgeführt. Die Werte sind der Tabelle 3 zu entnehmen. Der Mittelwert für T Pyx am 25.06.11 beträgt $V = 8,2$ mag.

Der Lichtkurven-Generator der AAVSO gibt für denselben Tag $V = 8,0$ mag an. Dem Lichtkurven-Generator der BAV entnehme ich $V \sim 8,5$ mag. Mein Wert liegt zwischen beiden.

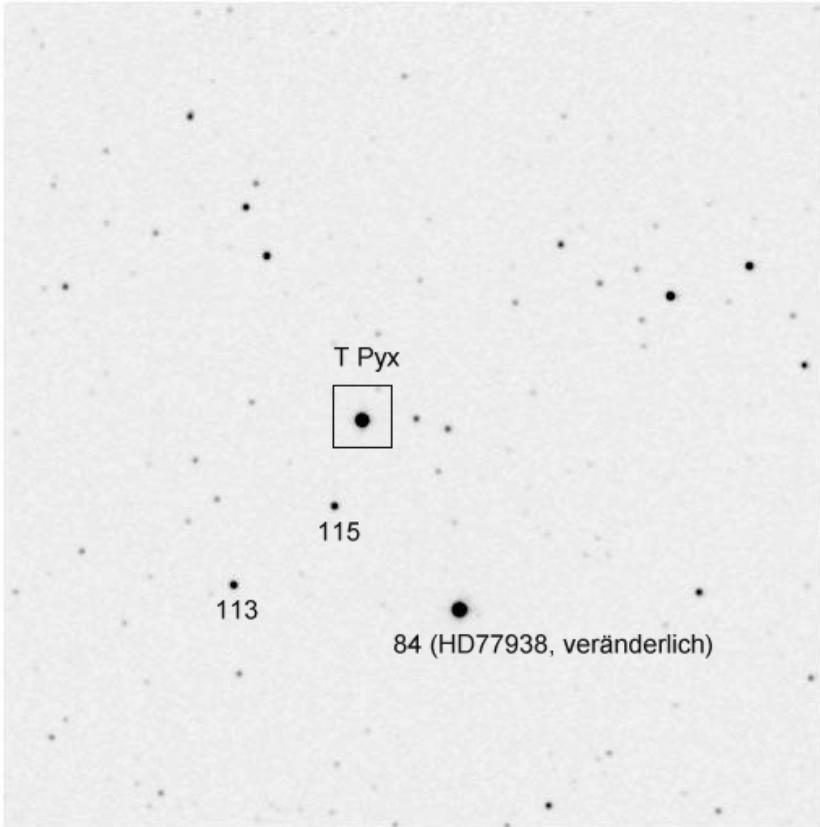


Abb. 1: Fotokarte für die Fotometrierung von T Pyxidis (25.06.2011). Norden ist oben. Bildautor: Hans G. Diederich

Tabelle 3. Fotometrie

Vergleichssterne	T Pyx
Kurzbezeichnung	V / mag
113	8,159
115	8,169

Experimentellen Charakter hatte der Versuch, trotz fehlender Vergleichssterne aus allen Filteraufnahmen das Verhältnis der linearen Helligkeiten (Pixelgrauwerte) abzuleiten und diese miteinander zu vergleichen (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4. Helligkeitsverhältnis zu HD77938

Filter	clear	blue	green	red	IR	H-alpha
Hintergrund	1456	1012	1026	1091	1324	1018
HD77938	584258	21411	108515	239530	580234	22596
T Pyx	485727	43077	82307	146054	172823	52032
HD77938 (minus Hintergrund)	582802	20399	107489	238439	578910	21578
T Pyx (minus Hintergrund)	484271	42065	81281	144963	171499	51014
T Pyx / HD77938	0,83	2,06	0,76	0,61	0,30	2,36

Die Auswertung dieser Tabelle lässt sich wie folgt zusammenfassen: Relativ zu HD77938 nimmt die (lineare) Helligkeit von T Pyx vom Blauen bis zum IR immer mehr ab. Dies überrascht nicht bei dem sehr roten Stern HD77938 (M4/M5 III). Darüber hinaus ist T Pyx im Blauen sehr hell. Sein Weißer Zwerg ist ein heisses und damit blaues Objekt. Aber auch mit H-alpha-Filter zeigt sich der Veränderliche durch die heiße, sich ausdehnende Wasserstoff-Schale ("Feuerball") als besonders hell. Das hatte ich bisher bei keiner Nova so deutlich gesehen.

Statt zu messen lassen sich die Filterbilder aber auch nebeneinander stellen und "visuell" vergleichen (Abb. 2, siehe weiter unten). Im Auswertungstagebuch wurde notiert:

"T Pyx ist offenbar von Blau bis IR ungefähr gleich hell. Aber sein H-alpha-Bild fällt vollständig aus diesem Rahmen: hierin ist er das hellste Objekt. Das passt nicht zu einem normalen Stern. Etwas geschieht mit seinem Wasserstoff, da große Mengen ionisiert sind und in H-alpha emittieren. Der Veränderliche ist eine Nova im Ausbruch! Hätte man nur die Aufnahmen in Breitbandfilter ... würde einem ohne weitere Hinweise nichts auffallen."

Literatur nach dem Ausbruch

Mit ihrer "Special Notice #244" bat die AAVSO am 30.06.11 um Fortsetzung der Beobachtung von T Pyx und stellte auch eine Fotokarte mit Vergleichssternen bereit:

AAVSO Special Notice #244 (30.06.11):
Continued close monitoring of T Pyx requested

Seit seinem Ausbruch am 14.04.2011 wird die rekurrente Nova T Pyx sehr gut visuell und mit CCD beobachtet. Die Helligkeit beträgt aktuell $V \sim 8,3$ mag. Die Kampagne von Dr. Bradley Schaefer, Louisiana State University dient dem Zweck, grundlegende Informationen über rekurrente Novae zu erhalten. Die fortgesetzte lückenlose Beobachtung ist unbedingt erforderlich. Verwenden Sie bitte folgende Vergleichsterne:

COMPARISON:	AAVSO="93"	HD77862	B=9.85	V=9.31
COMP2	AAVSO="69"	HD77645	B=6.90	V=6.93
COMP3:	AAVSO="115"	CD-31 \hat{A} °6884	B=12.12	V=11.52
Variable star:	AAVSO="84"	HD77938	B=9.49	V=8.44

Die Verwendung von COMPARISON star (AAVSO="93") wird für die differentielle Fotometrie empfohlen, da dieser Stern dieselben Farben wie T Pyx besitzt. Bei diesen hellen Sternen und mit differentieller Fotometrie ist es möglich, der Nova bis zum Horizont zu folgen.

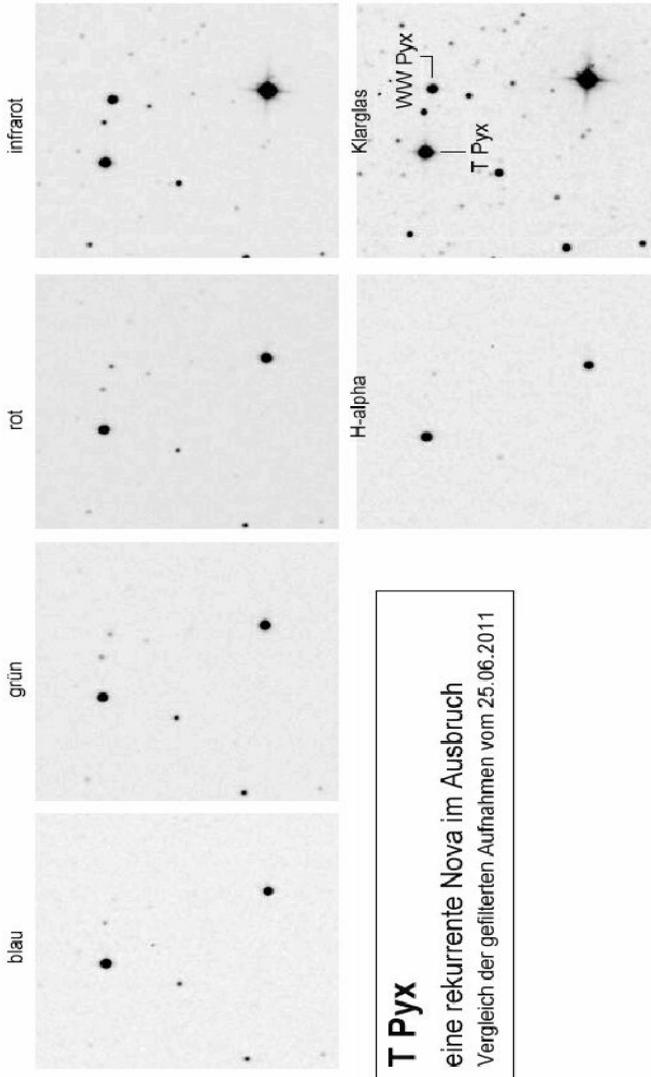


Abb. 2: Vergleich der gefilterten Aufnahmen von T Pyxidis (25.06.2011). Norden ist oben. Bildautor: Hans G. Diederich

Die Nova T Pyx wurde ab dem ersten Tag des Ausbruchs bis zum Ende der Sichtbarkeit Ende Mai 2011 mit hoch auflösender Spektroskopie beobachtet [5]. Die Autoren schlagen eine Entfernung von $\geq 4,5 \text{ kpc}$ (mit der zuvor akzeptierten Entfernung von $3,5 \text{ kpc}$ als unterer Grenze) vor. Ebenfalls höher als zuvor leiten sie eine Extinktion von $E(B-V) \sim 0,5 \text{ mag}$ ($\pm 0,1 \text{ mag}$) ab.

Die erste Beobachtung zeigte Emissionslinien von He I, He II, C III, and N III mit einer maximalen Geschwindigkeit des P-Cygni-Profiles bei Balmer- und He-I-Linien von $\sim 2500 \text{ km/s}$, charakteristisch für das Feuerball-Stadium ("fireball stage").

Diese Ionen konnten im zweiten Spektrum am 23.04.2011 nicht mehr nachgewiesen werden. Ihre Rekombinationszeit erlaubte eine Schätzung der Novaauswurfmasse zu 10^{-5} Msun .

Mehrere Absorptionsliniensysteme (Balmer, Fe-Spitze, Ca II und Na I) ließen in ihrer Geschwindigkeit eine "beschleunigte" Verdrängung ("accelerated" displacement) erkennen. Shore et al. (2011) zeigten zu dem, dass diese Absorptionsfolge durch eine Rekombinationsfront beschreibbar war, welche sich im ausdehnenden Gas nach außen bewegt, und zwar ohne Sternwind und ohne Zusammenstoß mit zirkumstellarer Materie.

Drei Gründe für das Versagen des bisherigen Modells

Es sind drei Gründe, warum das übliche "alpha-Scheiben"-Modell zur Erklärung von T Pyx versagt:

- (1) T Pyx ist ein intermediärer Polar, in dem ein Magnetfeld hoher Feldstärke einen großen Teil der thermischen Scheibe zerstört und Zyklotronstrahlung erzeugt.
- (2) "Thermonukleares Brennen" findet noch immer auf der Oberfläche des Weißen Zwergs statt. Dessen Emission übertrifft jede von der Akkretionsscheibe erzeugte Strahlung. Dies ist ein bei CV seltener Zustand.
- (3) T Pyx weist eine sehr hohe Akkretionsrate auf, da es sich bei ihm um eine rekurrente Nova handelt. Die örtliche Akkretionsrate an den Polkappen des Weißen Zwergs lässt ungewöhnliche Konfigurationen entstehen (Nomoto 1982), welche ebenfalls bei CV selten sind.

Diese drei Zustände liegen alle bei T Pyx vor. Folglich haben Vergleiche mit "normalen" CV nur geringe Relevanz. Hohe Leuchtkräfte und hohe magnetische Feldstärke führen zu nicht-thermischen Emissionen. Dies zeigt sich in der spektralen Energieverteilung ("Spectral Energy Distribution", SED) daran, dass im optischen Licht thermische Emissionen von nicht-thermischen dominiert werden.

Mit diesem Wissen liegt eine plausible Erklärung vor, warum T Pyx 2011 ausbrach. Der Fluss von T Pyx nimmt nun bereits seit 121 Jahren ab, und damit auch die Akkretionsrate. Immer mehr Zeit zwischen den Ausbrüchen vergeht, bis die für einen Ausbruch erforderliche Masse auf dem Weißen Zwerg angesammelt ist.

Im 22-Jahre-Intervall vor dem Ausbruch von 1967 lag die Helligkeit von T Pyx um einen Faktor von fast zwei höher, verglichen mit dem folgenden, sodass ein Intervall mit ungefähr der doppelten Dauer zu erwarten war (also 44 Jahre). Der nächste, auf 1967 folgende Ausbruch hätte also in $1967 + 44 = 2011$ erfolgen sollen (wie es auch der Fall war).

Der Fehler von [7] und [8] bei der Vorhersage war ganz einfach die Annahme einer gewöhnlichen Akkretionsscheibe, deren Helligkeit durch das alpha-Scheiben-Modell beschrieben wird.

Was noch fehlt ...

Die Arbeit [1] ist mit einer Länge von 30 Seiten äußerst umfangreich und auch in einer Fortsetzungsfolge nicht vollständig darzustellen. Zwar wird der dritte Teil mit dem Kapitel "Das 44 Jahre lange Intervall" beginnen. Verzichtet werden muss dagegen auf die hierunter genannten Kapitel, die mit ihrer Fülle an Daten, Überlegungen und Beweisführungen den Rahmen sprengen würden:

Die Umlaufperiode vor dem Ausbruch (The Orbital Period Before Eruption)

Der Anstieg zur Spitzenhelligkeit (The Rise to Peak)

Die Akkretionsrate (Accretion Rate)

Die Natur der Emissionen aus der Nähe des Weißen Zwergs
(The Nature of the Emission From Near the White Dwarf)

Der daran Interessierte möge sich bitte die Originalarbeit bei astro-ph herunterladen.

Mit dem letzten großen Kapitel im dritten Teil wird dann der Höhepunkt erreicht. Dort werfen wir einen Blick weit zurück in die Vergangenheit von T Pyx, erfahren woher dieser Veränderliche kam und wohin ihn seine zukünftige Entwicklung führen wird. Auch dies entstammt [1], deren Autoren nicht nur ihre eigenen Ergebnisse und Überlegungen, sondern auch die ihrer Kollegen aufgreifen und zu einem "konsistenten Bild" zusammen setzen.

Die Aufnahmen zu den Abb. 1 und 2 entstanden auf der IAS-Sternwarte in Hakos (Namibia).

Literaturverzeichnis

[1] Schaefer, B., et al., 2011. The 2011 Eruption of the Recurrent Nova T Pyxidis; the Discovery, the Pre-eruption Rise, the Pre-eruption Orbital Period, and the Reason for the Long Delay, arXiv:1109.0065v1

[2] Lange, T., 2011. Kataklysmische Sterne: Aktivitäten zwischen Februar und April 2011, RB 2011-2, S. 145

[3] Uthas, H., et al., 2010. The orbital period and system parameters of the recurrent nova T Pyx, arXiv:1005.5166v1

[4] Schaefer, B., et al., 2009. The Nova Shell and Evolution of the Recurrent Nova T Pyxidis, arXiv:0906.0933v2

[5] Shore, S. N., et al., 2011. The spectroscopic evolution of the recurrent nova T Pyxidis during its 2011 outburst I. The optically thick phase and the origin of moving lines in novae, arXiv:1108.3505v1

- [6] Diederich, H.-G., 2012. T Pyxidis - eine rekurrente Nova im Ausbruch - Teil 1, Literatur bis zum Ausbruch, RB 2012-2, S. 113 - 119
- [7] Schaefer, B., 2005. A Test of Nova Trigger, *Astrophys.JLett*, 621, L53
- [8] Schaefer, B., et al., 2010. The Nova Shell and Evolution of the Recurrent Nova T Pyxidis, arXiv:0906.0933v2
- [9] Schaefer, B., Collazzi, A., 2010. Novae With Long-Lasting Supersoft Emission That Drive a High Accretion Rate, arXiv:1002.1401v1
- [10] Schaefer, B., 2010. Comprehensive Photometric Histories of All Known Galactic Recurrent Novae, arXiv:0912.4426v1

Hans-Günter Diederich
 Insel Str. 16
 64287 Darmstadt

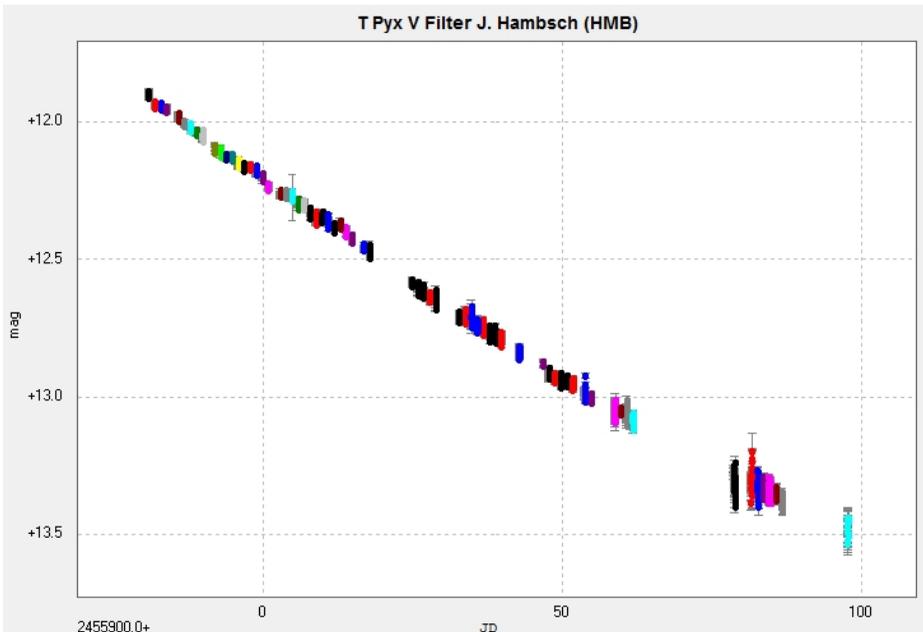


Abb. 3

Lichtkurven von T Pyxidis, 14.11.2011 bis 10.03.2012, Aufnahmezeitraum der einzelnen Lichtkurven zwischen einer und mehreren Stunden, in den einzelnen Lichtkurven sind keine besonderen Strukturen erkennbar, Sternwarte Josch Hamsch, San Pedro de Atacama, Chile, Bildautor: Josch Hamsch.

Die Lichtkurve von S5 0716+71 für den Beobachtungszeitraum von August 2011 bis April 2012

Klaus Wenzel

Abstract: : *This lightcurve of the BL-Lacertae Object S5 0716+71 from Aug. 2011 to April 2012 is based on visual observations made with the 317/1500mm and the 406/1829mm Newton from my roof-observatory in Großostheim - Wenigumstadt. The lightcurve shows a minimum in January 2012 with 14m,8 and a maximum in March 2012 with 12m,8.*

Zu Beginn der Beobachtungsperiode zeigt S5 0716+71 zunächst einen relative langen flachen Anstieg der Helligkeit von etwa 14mag Ende August auf etwa 13mag Ende Oktober – Anfang November 2012. Danach fiel die Helligkeit wieder langsam ab und S5 0716+71 erreichte am 22.01.2012 mit 14m,8 die schwächste in dieser Beobachtungssaison von mir registrierte Helligkeit. Diesem Minimum folgte wieder ein stufenartiger Anstieg um 2 Größenklassen innerhalb von zwei Monaten, der am 23.03.2012 mit 12m,8 das Maximum für diesen Beobachtungszeitraum erreichte.

Alle Beobachtungen beruhen auf visuellen Schätzungen, die ich mit den zwei Newton-Teleskopen (317/1500mm und 406/1829mm) in meiner Dachsternwarte im Großostheimer Ortsteil Wenigumstadt durchgeführt habe.

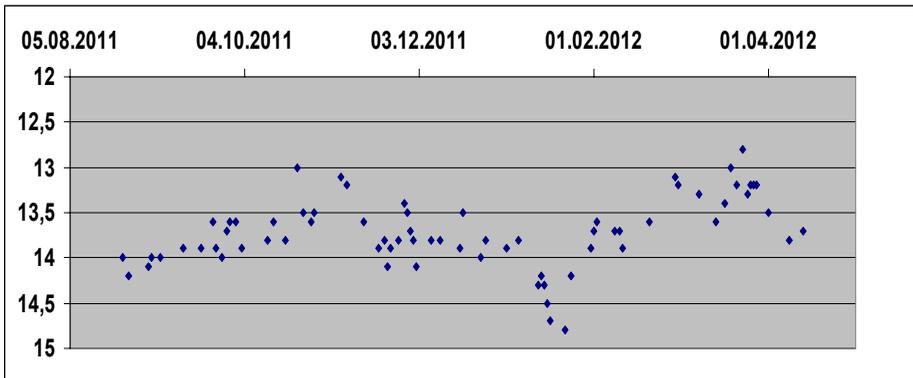


Abb. 1 Lichtkurve des BL Lac Objektes von S5 0716+71 nach visuellen Beobachtungen für den Zeitraum von August 2011 bis April 2012 (12,5 und 16 Zoll Newton)

Literatur:

BAV Rundbrief 3/2008, S. 185 , K. Wenzel, „Das BL Lac Objekt S5 0716+71“

Klaus Wenzel, Hamoiestr. 8, 63762 Großostheim
Wenzel.qso@t-online.de

EX Hydrae - ein etwas sonderbarer Intermediärer Polar (IP)

Teil 3

Hans G. Diederich

Einleitung

In Teil 2 wurde versucht, mit Hilfe der vorliegenden Informationen aus der Fachliteratur, eine Interpretation der eigenen Lichtkurve zu versuchen. Am Ende blieben leider Fragen offen, die ich immer noch nicht beantworten kann. Angekündigt hatte ich aber bereits eine alternative "Kurvendiskussion". Damit beginnt dieser dritte Teil.

In der zweiten Hälfte konzentriert sich der Aufsatz auf "seltsame" Schwingungen in der Lichtkurve, die hier vorläufig als "5-Minuten-Oszillation" bezeichnet werden. Diese zu beschreiben, ist ohne Kenntnis des astrophysikalischen Hintergrunds möglich. Sie zu erklären dagegen nicht. Sind es QPO, oder ist es "Flickerung"? Hier fehlen eindeutig Bestätigung und Erklärung aus der Literatur.

Ein weiterer Versuch zur Interpretation der Lichtkurve

Eine aktuellere Arbeit aus 2010 vermittelt weitere Informationen [6], relativiert aber auch einige der Aussagen aus [4] und [5] (aus dem Jahr 2007).

[2] erwähnt Bedeckungen in der optischen Lichtkurve von EX Hya, bei denen es sich um eine streifende Bedeckungen ("grazing eclipse") handelt. Dies bedeutet, dass der untere Akkretionsvorhang und der untere Magnetpol bedeckt werden, der obere Akkretionsvorhang aber immer unbedeckt bleibt.

[6] nennt dagegen zwei andere Szenarien für diese partielle Bedeckung: Entweder wird im Fall der Akkretion auf beide Magnetpole ("two-pole accretion") einer der Pole bedeckt, oder es erfolgt bei der "Ein-Pol-Akkretion" ("one-pole accretion") eine partielle Bedeckung der Akkretionssäule durch die Sekundärkomponente.

Des Weiteren wird erwähnt, dass eine ausgeprägte Schulter ("shoulder") vor der Bedeckung sichtbar ist. Auf sie folgt ein Abschnitt mehr oder weniger konstanter Helligkeitsabnahme von einigen Hundertstel Magnituden, bis diese Schulter erneut in Erscheinung tritt. Aber ich weiß nicht, welche Details meiner Lichtkurve hier angesprochen sein könnten. Und eine Erklärung ist diese Information auch nicht.

Aussagen dieser Art scheinen in einem mehrfach verästelten Informationsbaum angeordnet zu sein, der sich über mehrere Arbeiten erstreckt, und immer wieder durch Zitate, Bestätigungen oder auch Widerlegungen mit anderen Arbeiten verknüpft wird, ohne dass sich für den Leser (es sei denn für einen Experten) ein konsistentes Bild aufbaut, das eine vollständige in sich widerspruchsfreie Interpretation der Lichtkurve erlaubt.

Die Informationen von [4], [5] und [6] nutzend, möchte ich den ersten Teil der Lichtkurve nun wie folgt beschreiben. Wer dies in der Lichtkurve selber verfolgen möchte, möge sich bitte die Abb. 1 ansehen.

Lichtkurve von EX Hydrae im Ruhezustand

26.06.2011, Hakos, 50-cm-Cassegrain, STL-1001E, 508 Einzelbilder a 10 Sekunden

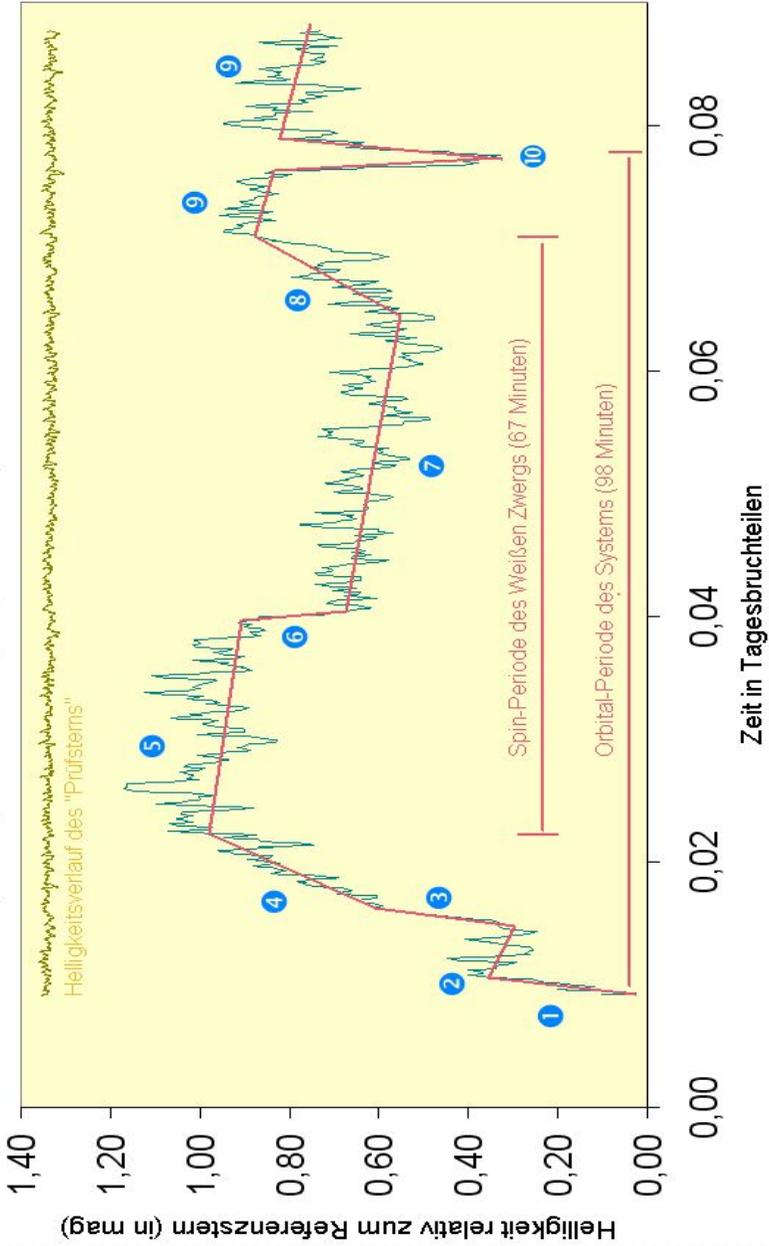


Abb. 1: Lichtkurve von EX Hydrae im Ruhezustand (siehe Text)

Der erste schnelle Anstieg aus dem Minimum (1) ist das Sichtbarwerden des "hot spot" auf dem Akkretionsring. In der Schulter (2) sehe ich das Freiwerden des Akkretionsvorhangs, der aber zunehmend von der frontalen in eine seitliche Position gerät und dabei langsam an Helligkeit verliert. Der zweite schnelle Anstieg (3) wird durch die aus der Bedeckung hervortretende Akkretionssäule (oberhalb der Oberfläche des Weißen Zwergs in der Nähe seines Magentpols) verursacht und trägt zur Fortsetzung des zunächst unterbrochenen Helligkeitsanstiegs bei.

In [6] werden noch ein ausgedehnter Bulge ("extended bulge") auf der äußeren Akkretionsscheibe und ausgedehntes überströmendes Material ("extended / overflowing material") erwähnt, welches dem "hot spot" entstammt. Dieser Bulge wird sowohl im Ruhezustand als auch im Ausbruch beobachtet. Dazu passend erwähnt [4] das Vorhandensein von zwei Klumpen ("chunks") im Akkretionsring, wenn sich EX Hya im Ruhezustand befindet.

Akkretionsring oder Akkretionsscheibe?

Es dürfte aufgefallen sein, dass je nach Arbeit einmal von Akkretionsscheibe, ein anderes Mal von Akkretionsring gesprochen wird. Eine sichere Beschreibung setzt das Wissen voraus, ob hier Unterschiede in der Physik oder nur in der Definition vorliegen. Und tatsächlich entsteht im Ausbruch eine Akkretionsscheibe. Welche Information darf der Leser also aus der Verwendung dieser Begriffe entnehmen?

Die Tiefe der Minima

In einer der neueren Arbeiten werden die Minima als gleich tief charakterisiert. In einer älteren Arbeit hatte ich von unterschiedlichen Tiefen der Minima gelesen. Ein Widerspruch? Wird zur Tiefe des ersten Minimums noch der Anstieg/Abschnitt (4) gerechnet, dann ist das erste Minimum deutlich tiefer als das zweite. Sieht man aber das erste Minimum am Übergang von (3) nach (4) als beendet an, dann sind beide Minima gleich tief.

Eine "5-Minuten-Oszillation" in der Lichtkurve

In der Lichtkurve entdeckte ich eine deutliche Schwingung mit einer scheinbaren "Periode" von ca. 5 Minuten Länge. Ich bezeichne sie hier als "5-Minuten-Oszillation". In Abb. 1 wurde diese Schwingung mit einer fetten blauen Linie nachgezogen. Sie sieht aus, als weise sie ein gerundetes breites Maximum auf und als stürze die Helligkeit dazwischen in ein tiefes schmales Minimum hinab. Sie ist also keineswegs sinusförmig. Streng periodisch ist diese Schwingung nicht, aber rein zufällig verteilt eben auch nicht (sonst wäre sie mir ja auch nicht aufgefallen). Könnten das QPO (quasi-periodische Oszillationen) sein? Oder doch "nur" Flickering?

Flickering

In Kapitel 10 von [2] steht zu Flickering ...

"Flickering tritt auf vielen Zeitskalen auf. Von schnellen Fluktuationen (einige wenige Sekunden dauernd) zu größeren ("larger") "flares" und "dips", die einige Stunden andauern. Wir werden dadurch daran erinnert, dass der Massentransfer von einem roten Stern auf einen Weißen Zwerg ein turbulenter Prozess ist. Das einzige im Flickering erkennbar Muster ist, dass die länger dauernde Fluktuationen größere Amplituden

besitzen. Flickering scheint vorzugsweise in der turbulenten inneren Akkretionsscheibe zu entstehen, aber zumindest in einigen Systemen auch im "bright spot".

Ein "heller Fleck" (bright spot) befindet sich auf dem Akkretionsring von EX Hya, da aber in EX Hya auch immer "overflow" stattfindet und VEM ("vertically extended material") vom Magnetfeld erzeugt und erfasst wird, halte ich entsprechende turbulente Prozesse auch an diesen Orten für vorhanden/möglich und damit als potenzielle Quellen von Flickering. Diese Vermutung bedarf aber der Bestätigung bzw. Widerlegung.

Quasi-periodische (QPO) und "schnelle strikt periodische" Oszillationen

"Per Definition ist Flickering nicht periodisch. Manchmal jedoch findet Variabilität auf einer bevorzugten Zeitskala statt und erzeugt so quasi-periodic oscillations (QPO). Bei diesen handelt es sich nicht um "strictly periodic oscillations", welche in Lichtkurven intermediäre Polare gesehen werden, sondern die Oszillationen halten nur für einige Zyklen an und verschwinden dann langsam, um von weiteren Oszillationen mit unterschiedlicher Phase oder mit leicht unterschiedlicher Periodenlänge ersetzt zu werden. Solche typischen QPO weisen eine Amplitude von wenigen Prozent und Perioden auf, die zwischen 30 und 300 Sekunden liegen. QPO scheinen der Akkretionsscheibe zu entstammen."

Einige Entstehungsmechanismen werden genannt, aber keine können hier für EX Hya bestätigt oder widerlegt werden.

Und wieder ist ein zusätzliches Problem hinzu gekommen, denn es könnte sich ja vielleicht bei der "5-Minuten-Oszillation" auch um "strictly periodic oscillations" handeln, da diese ja speziell in den Lichtkurven der intermediären Polare auftreten, also bei der Veränderlichenklasse, zu der auch EX Hya gehört. Ich suche also in den erfassten Texten nach "strictly periodic" und finde eine einzige im aktuellen Zusammenhang stehende Arbeit [16].

Hier wird von einer "rapid, strictly periodic oscillation" mit 33,076737 s gesprochen, die im Weißen Zwerg entsteht. Die Autoren entdeckten bei AE Aqr aber auch kohärente Perioden von 16,5 und 33 Sekunden und ziehen daraus den Schluss, dass die beiden letzteren durch "gaseous blobs" hervor gerufen werden, die nahe dem inneren Rand der Akkretionsscheibe entstehen.

Nun besitzt aber EX Hya im Ruhezustand keine Akkretionsscheibe (wohl aber einen Akkretionsring, der ja auch einen inneren Rand aufweist). Zudem ist AE Aqr kein IP, sondern ein Novaähnlicher Veränderlicher. Damit könnte ich das wieder vergessen, denn in [2] wird ja über IP gesprochen. Dann finde ich in [16] den Satz ...

"QPO, die zusätzlich zu oder anstelle von "strikt periodischen Schwingungen" ...

Wenn es sich bei der "schnellen, strikt periodischen Schwingung" um den Spin (die Rotation) von AE Aqr handelt, wäre diese Erscheinung losgelöst von EX Hya zu sehen, der ja eine mit 67 Minuten viel größer Rotationsperiode aufweist. Beziehen sich die "strikt periodischen Schwingungen" der IP bei [2] vielleicht auf andere Phänomene in der Lichtkurve, vielleicht auf solche im Röntgenlicht? Ich beginne langsam, mich

meinem mentalen "period gap" zu nähern, und reiße mich los von der Vorstellung, das jetzt wissen zu müssen. Es gelingt, aber diese Situation ist typisch für viele andere Erlebnisse bei der Literaturrecherche zu EX Hya und absolut unbefriedigend.

Die Periode(n) der "5-Minuten-Oszillation"

Da mir die Literatur bisher keine Klarheit verschaffen konnte, versuche ich nun, die Periodendauer der "5-Minuten-Oszillation" aus der Lichtkurve zu bestimmen. Hierfür zeige ich mit dem Mauszeiger auf die Minima dieser Schwingung und lese in der Informationszeile der Bildbearbeitung den zugehörigen Pixelwert der Zeitachse ab. Ich finde Abstände im Bereich von 3,2 bis 6,5 Minuten. Die Tabellenkalkulation liefert als Auswertung einen Mittelwert von 4,90 Minuten (Median 4,82 Minuten) mit einer Standardabweichung von 1,07 Minuten. Trotz aller Ungenauigkeit beim Ablesen kann das wirklich nicht als "strikt periodisch" angesehen werden. Vielleicht handelt es sich doch um QPO, die bei [2] (Wiederholung in Englisch) wie folgt definiert werden:

"... last for only a few cycles, then die away to be replaced by further oscillations with different phase or with a slightly different period."

Ich hatte vor wenigen Monaten das Periodensuchprogramm Peranso installiert. Ich untersuche hiermit nun die Lichtkurve von EX Hya, betrachte aber jetzt nicht mehr die gesamte Lichtkurve, sondern nur den gleichmäßigen mittleren Teil, der in Abb. 1 mit (7) nummeriert ist. Einige der mit Peranso erstellten Diagramme sind in Abb. 2 zusammengefasst.

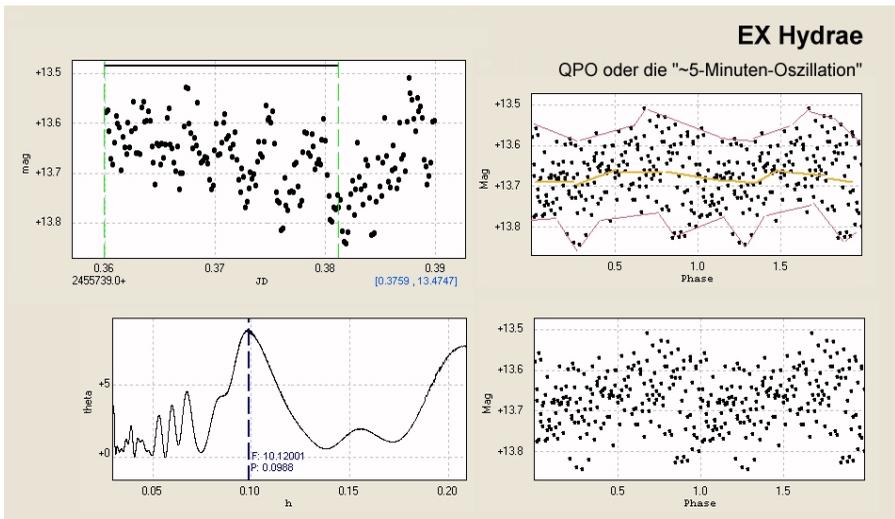


Abb. 2: Lichtkurve (Ausschnitt), Periodogramm u. Phasendiagramm von EX Hydrae, erstellt mit Peranso

Mit der Methode Lomb-Scargle gehe ich auf Periodensuche und finde im Periodogramm im Bereich der kurzen Perioden einige steile Spitzen. In der "Liste der wahrscheinlichen Perioden" befinden sich einige, die bei 5-Minuten liegen ...

Liste der wahrscheinlichen Perioden

Frequenz	Zeit	Theta	c/h Stunden
2.51682	0.3973	28.81	23,8 min
10.39825	0.0962	4.82	5.8 min
11.69029	0.0855	1.23	5.13 min
11.17348	0.0895	1.20	5.37 min

Ich wähle nun den interessanten Bereich zwischen 1,8 und 12,6 Minuten Periodenlänge aus und wiederhole die Periodensuche. Das Periodogramm verändert sich kaum. Die Tabelle der Perioden zeigt jetzt aber statt einer einzigen Periode wie zuvor sehr viele Perioden an: alle mit sehr ähnlicher Periodendauer. Dies ist offenbar die Folge der höheren Zeitauflösung. Der Mittelwert beträgt 0,0983 Stunden, also 5,898 Minuten, ein ähnlicher Wert wie zuvor. Das „Zeit Cursor“ Symbol (zum automatischen Finden der Periode) rastet in die Mitte des Buckels der "5-Minuten-Oszillation" ein und zeigt 0,0987 Stunden = 5,922 Minuten an. Egal was ich mache, als Periode wird immer ein Wert knapp unter 6 Minuten ausgegeben. Aus diesem Verhalten kann keineswegs auf eine feste Periode geschlossen werden.

Nach Klick auf die Schaltfläche für "Phasendiagramm" kann ich den Zeit-Cursor im Periodogramm auch verschieben. Wie bei QPO zu erwarten, stellt sich beim Verschieben an keiner Stelle ein geordneter Anblick im Phasendiagramm ein, es erfolgt kein plötzliches "Einrasten" der Datenpunkte, sie finden nie zu einem "schönen" Kurvenzug zusammen. Mit der automatisch von Peranso gefundenen Periode stellt sich allenfalls ein Hauch von Periodizität ein.

Dieses Verhalten im Phasendiagramm überrascht nicht. Das wäre vielleicht auch die Erklärung für die vielen, sehr ähnlichen Periodenlängen in der Tabelle oben. Die Periode der "5-Minuten-Oszillation" ändert sich ständig, der Vorgang ist eben nicht-periodisch, er sieht nur ungefähr periodisch aus. Und in der Überlagerung im Phasendiagramm verschwindet dann die in der Lichtkurve so deutlichen aufeinander folgenden Schwingungen.

Das alles finde ich inzwischen sehr interessant, weil bisher nie die Gelegenheit bestanden hatte, QPO so tiefgreifend zu analysieren.

Die Form der "5-Minuten-Oszillation"

Warum aber sehen die einzelnen Schwingungen der "5-Minuten-Oszillation" so seltsam aus: mit gerundeten breiten Maxima getrennt durch tiefe schmale Minima? Es könnte sich um ein Artefakt handeln, weil in der Lichtkurve ja keine linearen Flüsse dargestellt werden, sondern als "Magnituden" logarithmierte Flüsse. Was passiert mit einer Sinusschwingung beim Logarithmieren? Diese probiere ich in einer Tabellenkal-

kulation aus und finde meine Vermutung bestätigt. Das Ergebnis ist als Montage in der Abb. 3 zusammen gestellt.

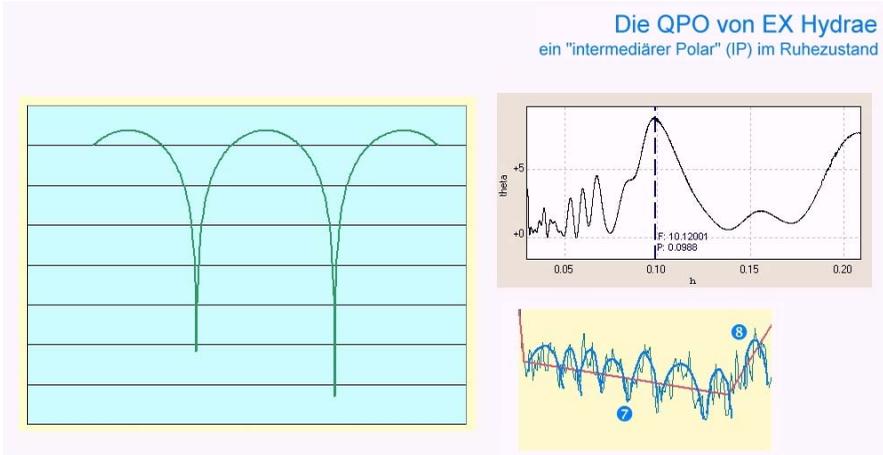


Abb. 3: Periodogramm (erstellt mit Peranso), Lichtkurve und "Simulation" der "5-Minuten-Oszillation" von EX Hydrae (siehe Text)

Zur Ursache der "5-Minuten-Oszillation"

Der sichtbaren vermutlich QPO mit "Perioden" zwischen 5 und 6 Minuten sehen also wie sinusförmige Schwingungszüge aus. Im Kapitel der Polare in [2] wird die Akkretion wie folgt erklärt:

Materie strömt durch einen "Schlauch" (einen engen Kanal) entlang einer Feldlinie des starken Magnetfeldes zum (oder zu den beiden) Magnetpol(en) des Weißen Zwergs. Es kommt zu kreisförmigen Bewegungen aufgrund der Lorentz-Kraft, das führt zu zirkular polarisierter Emission, schaut man direkt in Richtung dieses Schlauchs. Die vom Magnetfeld gefangene Materie ist ionisiert, kreist um die Feldlinien und strömt bzw. stürzt dabei weiter auf den Magnetpol zu.

Schaut man senkrecht auf diese Kreisspirale, sieht man nichts von Kreisen, die Materie bewegt sich nur auf und ab, wir sehen sie von der Kante her ("edge-on"). Folglich wird jetzt linear polarisierte Emission beobachtet.

Könnte die "5-Minuten-Oszillation" auf solche edge-on-Beobachtungen kreisförmiger Bewegung von Materie, von "Klumpen" von Materie, zurückzuführen sein? Sehen wir vielleicht beim schrägen Blick durch den sich mit dem Magnetfeld des Weißen Zwergs um diesen drehenden Akkretionsvorhangs immer gerade die "edge-on"-Bereiche als "5-Minuten-Oszillation"? Warum ist aber die Amplitude gerade der "5-Minuten-Oszillation" so stark, dass sie in der Lichtkurven auffallen?

Aus dem Physikunterricht ist ein Versuch bekannt, wo Elektronen (Kathodenstrahlen) in einem gasgefüllten gläsernen Gefäß auf eine Kreisbahn gezwungen werden, wenn

man die Magnetfeldstärke richtig einstellt. Geschwindigkeit der Elektronen, magnetische Feldstärke und Radius stehen in einer Beziehung. Liegt darin die Erklärung für die beobachtete "5-Minuten-Oszillation" von EX Hya? Welche Physik steht dahinter? Wo passiert das alles?

Diese Fragen müssen in diesem Aufsatz unbeantwortet bleiben. Ihre Beobachtung erfordert die Unterstützung durch Fachastronomen. Aber die Sternfreunde können am Ball bleiben, weiterhin Lichtkurven von EX Hya aufnehmen und auf QPO mit einer solchen "5-Minuten-Oszillation" auswerten.

Und zum Schluss

In diesem Aufsatz wurde die Lichtkurve von EX Hya vorgestellt und der Versuch unternommen, ihren gesamten Verlauf und auch einige Details mit Hilfe der Literatur zu interpretieren. Das verlangt uns Amateuren einige Mühe ab.

EX Hya bildet bei der BAV zusammen mit sieben anderen CV das Programm "Kataklysmische BV" (KB). Es wird in Zusammenarbeit mit der Sektion "Kataklysmische und Eruptive" betrieben [10]. Während dort aber zu Lichtkurvenserien im Ausbruch aufgerufen wird, möchte ich für eine intensive Beobachtung von EX Hya auch im Ruhezustand werben. Erstens ist dieser Veränderliche recht hell und eine Lichtkurve auch im Ruhezustand aufnehmbar. Zweitens sollten wir keine Zeit damit vertun und auf einen der sehr seltenen Ausbrüche warten.

Wir werden durch einen reichen Formenschatz belohnt und können beitragen, bisher erfolgte Beobachtungen zu bestätigen. Kein Sternfreund sollte daher vor EX Hya zurückschrecken.

Oben in diesem dritten Teil hatte ich die Frage gestellt, ob EX Hya einen Akkretionsring oder Akkretionsscheibe aufweist. Die Antwort lautet ...

im Ruhezustand:

"ring-fed" ("accretion curtains") und "stream-fed" ("disc overflow")

im Ausbruch:

"disc-fed" ("accretion curtains") und "stream-fed" ("disc overflow")

bzw. vollständig auf Deutsch ...

im Ruhezustand:

"ring-ge speist" ("Akkretionsvorhänge") und "strom-ge speist" ("Scheiben-Überströmung")

im Ausbruch:

"scheiben-ge speist" ("Akkretionsvorhänge") und "strom-ge speist" ("Scheiben-Überströmung")

Die Fachastronomie wird EX Hya nicht aus den Augen verlieren, zumindest solange nicht, bis sie weiß, wie dieser IP wirklich funktioniert. Auch wir sollten EX Hya nicht

vergessen und ihn weiterhin beobachten, denn kataklysmische Veränderliche sind und bleiben auch in Zukunft interessant, nicht nur die magnetischen.

Ein Tipp noch: Wegen der unterschiedlich langen Perioden von Sternrotation und Umlaufbewegung finden aufeinander folgende Bedeckungsminima immer in anderer "Umgebung" statt. Da aber beide Perioden zu einander im Verhältnis von ungefähr 2/3 stehen, wiederholen sich ähnlich aussehende Bedeckungsminima alle drei Zyklen der Sternrotation. [9] schreibt dazu ...

"orbital cycle variations do not smear out when folded on the spin phase but repeat every 3 spin cycles"

Dieses Wissen lässt sich einsetzen, um bei kleineren Öffnungen etwas besser zurecht zu kommen.

Mit diesem dritten Teil endet die Schilderung meiner Amateurbearbeitung. Möglicherweise wird es Fortsetzungen unter der Rubrik "Aus der Literatur" geben.

Die Aufnahmen für die Lichtkurve entstanden 2011 auf der IAS-Sternwarte Hakos (Namibia).

Literaturverzeichnis

- [2] Hellier, C., 2001. Cataclysmic Variable Stars, How and why they vary, Springer PRAXIS
- [4] Mhlahlo, N., et al., 2007. Spectroscopic Observations of the Intermediate Polar EX_Hydrae in Quiescence, arXiv:0704.0017v1
- [5] Mhlahlo, N., et al., 2007. Outbursts of EX Hya Revisited, arXiv:0706.0887v1
- [6] Pekön, Y., Balman, S., 2010. Orbital and Spin Phase-Resolved Spectroscopy of the Intermediate Polar EX Hya Using XMM-Newton Data, arXiv:1009.4392v1
- [9] Hellier, C., et al., 1987. Time resolved optical spectroscopy of the eclipsing intermediate polar EX Hydra, Mon. Not. R. astr. Soc. 228, 463-481
- [10] Walter, F., 2009. Vorschlag für eine Neugestaltung der BAV-Programme, RB 2009-3,191
- [16] Patterson, J., 1979. Rapid oscillations in cataclysmic variables. III. An oblique rotator in AE Aquari, Astrophys.J. 234, 978-992

Super-Resolution: Photometrie der Veränderlichen in Kugelsternhaufen mit Amateur-Teleskopen

Thilo Bauer

Abstract: *Super-resolution can increase the angular resolution of images. Reliability and fidelity of photometry play an important role, if super-resolution methods shall be applied to astronomy. The scope of super-resolution is ambiguous depending on the field of research. Therefore, a unified concept of digital super-resolution is derived from considerations of optimal adaptation of detector and optics, in case of seeing-limited observations. Images of the globular cluster Messier 13 are obtained with a 20 cm Cassegrain telescope and DSLR, then processed with a novel super-resolution method. Gain in resolution, photometric range and accuracy of measurements of the variable stars are demonstrated from the color-magnitude diagram obtained.*

Einführung

Methoden der hochauflösenden Bildverarbeitung bilden heute einen Quasi-Standard, um auch mit bodengebundenen Teleskopen eine bessere Bildschärfe zu erhalten. *Labeyrie (1970)* schlug die Speckle-Interferometrie vor, um beugungsbegrenzte Autokorrelationen von Doppelsternen trotz Luftunruhe zu erhalten. *Welter & Worden (1980)* haben mit dieser Methode Durchmesser einiger Sterne bestimmt. *Schertl et al. (1995)* konnten mit Speckle-Masking kompakte Sternhaufen in Einzelsterne auflösen. Diese Arbeit zeigt jedoch auch gewisse Grenzen der Speckle-Methoden: Unter Einsatz des ESO 2.2 m Teleskops blieb die Reichweite begrenzt auf die 18. Magnitude, beugungsbegrenzte Auflösung konnte nicht erreicht werden. Verschiedene Methoden der Bildverarbeitung wurden entwickelt und in der Astronomie experimentell gegenüber gestellt, darunter auch der Richardson-Lucy Algorithmus (*Lucy 1974*). *Starck et al. (2002)* zeigen, dass der Algorithmus und seine späteren Modifikationen zu den besten Verfahren der Bildentfaltung gehört (die Aussage ist jedoch auf Simulationsrechnungen und Eigenschaften des Hubble Space Telescope bezogen, daher sollte die Behauptung nicht verallgemeinert werden, Anm. d. Verf.). Spätestens seit den 1990er Jahren existieren verschiedene, neue Ideen und Experimente, weitere Grenzen der Auflösung zu überwinden: *Super-Resolution Verfahren*. Sollten sie in der Astronomie anwendbar sein, stellen sie eine interessante Alternative dar, aus Seeing begrenzten Aufnahmen eine Bildauflösung nahe an der Beugungsgrenze zu erhalten.

Super-Resolution

Aus einer größeren Anzahl veröffentlichter Arbeiten über Super-Resolution sollen hier nur astronomisch relevante Arbeiten betrachtet werden. *Lucy (1992a,b)* und *Sementilli et al. (1993)* geben Abschätzungen für Grenzen und Aufwand an, die Bildauflösung über die Beugungsgrenze hinaus zu steigern. Theoretisch und mit numerischen Simulationen wird die Wahrscheinlichkeit diskutiert, mit solchen Methoden Artefakte in Abhängigkeit von Rauschgrößen zu erhalten. Ein Versuch die Oberfläche von α Ori mit dem HST mittels Super-Resolution abzubilden wurde von *Gilliland & Dupree (1996)* beschrieben. Innerhalb der Computerwissenschaften präsentieren *Abad et al. (2003)*,

Farsiu et al. (2004), *Cristobal et al. (2008)* sowie *Singh et al. (2008)* Techniken, welche das Unterschreiten der Pixeldimension ermöglichen, und verweisen auf mögliche Anwendungen in der Astronomie. *Willett et al. (2004)* entwarfen eine Super-Resolution Methode für die Astronomie basierend auf der Wavelet-Transformation. Die Anwendbarkeit in der Astronomie ist bislang jedoch lediglich behauptet. Ergebnisse beruhen auf numerisch simulierten Bilddaten, ohne auf die Physik der Detektoren einzugehen oder Standardmethoden der Astronomie zu berücksichtigen. Bezieht man Rauschgrößen und Eigenschaften astronomischer Detektoren in die Diskussion ein (*Gilliland 1992*), darf also zunächst bezweifelt werden, dass die Methoden in der Astronomie ohne weiteres anwendbar sind und zu verwertbaren Ergebnissen führen.

Unter den Super-Resolution Algorithmen unterscheidet man solche, die einzelne Bilder untersuchen, und solche, die mit Hilfe statistischer Verfahren mehrere bis sehr viele Bilder analysieren. Statistische Super-Resolution Verfahren sind das Mittel der Wahl für den Anwendungsfall in der Astronomie. Im Folgenden sollen die Mindestanforderungen an ein (digitales) Super-Resolution Verfahren formuliert werden, die geeignet sind, eine Anwendbarkeit in der Astronomie zu garantieren (*Bauer 2011*). Das Nichterfüllen eines dieser Kriterien stellt auch ein KO-Kriterium für eine untersuchte Methode dar, in dem Sinne, dass sie kein Super-Resolution Verfahren darstellt:

1. *Verbesserung des Sampling*: Super-Resolution soll eine höhere Bildauflösung bieten, welche einer Vervielfachung der ursprünglichen Anzahl der Pixel in jeder Dimension (Breite, Höhe) des Bildes entspricht.
2. *Verbesserung der Bildauflösung*: Die spatiale Auflösung oder Winkelauflösung im astronomischen Bild soll eine deutliche Verbesserung der Bildschärfe gegenüber den Eingangsbildern aufweisen.
3. *Photometrische Treue*: In der erhaltenen, überaufgelösten Bildrekonstruktion sollen die gemessenen Verhältnisse der Intensitäten erhalten bleiben.

Diese Anforderungen ergeben auch die Feststellung, *dass man Bildinformation gefunden hat, welche innerhalb der Größe bzw. Abstände einzelner Pixel vorgefunden wurde, unter Beibehaltung der photometrischen Verhältnisse*. Die Vorstellung, mehrere Sterne auch innerhalb der Dimension eines einzigen Pixel getrennt abbilden zu können, muss für den Leser zunächst eine absurde Behauptung darstellen. Sie wird umso kurioser erscheinen, sobald man auch die Frage stellt, wie dies mit einem CCD mit geringen Füllfaktor oder einem RGB-Farbsensor mit Bayer Matrix (etwa bei einer digitalen Spiegelreflex-Kamera) überhaupt möglich sein kann, da hier Lücken zwischen den lichtempfindlichen Flächen existieren. Auf den ersten Blick scheinen obige Anforderungen somit ein unlösbares Problem darzustellen. Rein theoretisch oder mittels Simulationen begründete oder bewiesene Verfahren wird man zudem kritisch hinterfragen müssen, solange die Anwendung nicht mit Astrofotos bewiesen werden kann, die mit einem Teleskop gewonnenen wurden. Um die Plausibilität der Ergebnisse eines Super-Resolution Verfahrens zu überprüfen, erscheint es sinnvoll, erhaltene Ergebnisse mit solchen zu vergleichen, die von anderen Beobachtern mit anderen, größeren Teleskopen ohne Super-Resolution gewonnen wurden. Sowohl Positionen der (zwischen den Pixeln) gefundenen Sterne, als auch die photometrische Auswertung sollte in einem solchen Vergleich reproduziert werden können.

Anpassung von Optik und Detektor

Der Begriff Super-Resolution beschreibt verschiedene Dinge in den unterschiedlichen Disziplinen. So meint man in der Physik, Optik und Astronomie das Unterschreiten der Beugungsgrenze. In der Informationstechnologie beschreibt der Begriff Super-Resolution das Auffinden von Bildinformation im Subpixel-Bereich, oftmals ohne physikalische oder optische Aspekte zu betrachten. Daher erscheint es zweckmäßig den Begriff Super-Resolution derart zu vereinheitlichen, dass man beide Gültigkeitsbereiche von Super-Resolution vereint. Dies ist für den Anwendungsfall der Astronomie möglich und soll hier für die astronomische Beobachtung mit bodengebundenen Teleskopen hergeleitet werden. Sei α der Winkeldurchmesser der Beugungsfigur, D der Durchmesser der Teleskopöffnung und λ die Wellenlänge des Lichts. Das Rayleigh-Kriterium beschreibt nun einen Winkelabstand unter dem zwei Lichtquellen gerade noch getrennt erscheinen:

$$\sin \alpha = 1.22 \lambda / D.$$

Bereits mit kleinen Teleskopen bestimmen atmosphärische Störungen die Bildschärfe astronomischer Aufnahmen. Anstelle der idealen Beugungsfigur wird man in länger belichteten Aufnahmen und mit bodengebundenen Teleskopen ein mittleres Sternprofil erhalten, das einem Gauss-Profil oder in besserer Näherung einer Moffat-Funktion ähnelt (*Moffat 1969*). Unzulänglichkeiten von Teleskop-Montierung und Nachführung, Streulicht, optische Fehler und andere Probleme der (Amateur-) Teleskope liefern weitere Beiträge zur Verschlechterung der Bildschärfe in den Aufnahmen. Die Summe dieser Einflüsse, das Seeing, ergibt in der Praxis oft unsymmetrische, anstelle der theoretischen Sternprofile. So wird man Teleskopoptik und Detektor optimal auf das durchschnittlich oder im günstigen Fall zu erwartende Seeing anpassen (*Geyer 2010*). Das Whittaker-Shannon-Abtasttheorem (auch: Nyquist- oder WKS-Abtasttheorem) fordert, dass die durchschnittliche Halbwertsbreite der Seeingdisk zwei Pixel in der Aufnahme einnehmen soll, um optimale Auflösung und Rauschabstand zu erhalten. Hieraus ergibt sich über das mittlere Seeing für den Standort eine optimale Brennweite für den jeweiligen Detektor. Der Zusammenhang zwischen optimaler Brennweite des Teleskops f_{opt} , mittlerem Winkeldurchmesser der Seeingdisk α_{Seeing} , der so genannte Seeingparameter, und dem Pixelabstand d in Einheiten der Brennweite liefert:

$$\tan(\alpha_{Seeing} / 2) = d / f_{opt}.$$

Verlängert man die Brennweite über das Abtasttheorem hinaus, so wird das Licht auf eine steigende Fläche und Anzahl der Pixel verteilt. Damit gewinnt das Detektorrauschen gegenüber dem natürlichen Poisson-Rauschen der Lichtquanten an Einfluss, die Grenzgröße sinkt allmählich mit steigender Brennweite. In der Praxis des Teleskop-Designs wählt man eher eine optimistische Anpassung der Optik, um auch der Wahrscheinlichkeit Rechnung zu tragen, dass man ein besseres Seeing vorfindet. Ein einfaches Rechenbeispiel: Eine CCD Kamera mit Pixelabstand $10 \mu\text{m}$ und ein typisches Seeing von $3''$ ergeben eine optimale Brennweite f_{opt} von 1375 mm . Die gleiche, optimale Brennweite ist anzunehmen für eine Farbkamera oder DSLR mit Bayer-Farb-Matrix, bei welcher der Pixelabstand mit $5 \mu\text{m}$ angegeben ist, da hier die gesamte Bayer-Farb-Matrix als ein Bildelement aufgefasst werden muss. Daher ist die Angabe der Pixelgröße im Falle einer solchen Farbkamera mit 2 zu multiplizieren. Hersteller-

angaben unterschlagen gelegentlich den Füllfaktor des Detektors, weswegen die angegebene Dimension nicht die Größe der Pixel, sondern deren Abstand meint, der sich aus der Anzahl der Pixel pro Kantlänge des Bilddetektors ergibt. Auf Pixel interpolierende Techniken, wie sie von einigen Astroprogrammen angeboten werden, um die vom Kamerahersteller angegebene, nominelle Pixelauflösung der einzelnen Farbpixel zu erhalten, sollte generell verzichtet werden. Man kann für solche Methoden zeigen, dass sie zwar die Lücken zwischen den Farbpixeln auffüllen und so die Auflösung verdoppeln, jedoch zu Artefakten und sogar Verzerrung und Erhöhung der Rauschgrößen des Einzelbildes führen können (*Bauer 2008b*). Derartige Effekte sind unter anderem an deformierten und verbreiterten Histogrammen der Rauschwerte anstelle einer Gauss-Verteilung erkennbar. Diese Interpolationsalgorithmen kann man übrigens zu den Super-Resolution Verfahren zählen, die Einzelbilder analysieren. Die Erfolge solcher Methoden fallen sehr begrenzt aus und setzen für ein gutes Gelingen a priori Wissen über die im Bild enthaltenen Objekte voraus. Allgemein wird man in der Astronomie jedoch keine Annahmen über die beobachteten Objekte treffen können, denn man ist ja gerade am Aussehen der Objekte interessiert.

Ausgehend von optimaler Anpassung von Kamera und Detektor an das zu erwartende Seeing, findet man nun unmittelbar die gesuchte Vereinheitlichung des Begriffs *Super-Resolution*. Unter der Annahme, dass Super-Resolution Verfahren unter diesen Voraussetzungen auch tatsächlich funktionieren, beinhalten sie nun auf unterschiedlichen Skalen sowohl das Unterschreiten der Pixeldimension, als auch das Erreichen oder gar Unterschreiten der Beugungsgrenze ab einer bestimmten Steigerung der Auflösung. An dieser Stelle wird freilich schon im Vorgriff vorausgesetzt, dass solche bildgebenden Verfahren tatsächlich existieren und anwendbar sind. Der eigentliche Beweis steht jedoch noch aus.

Beliebigkeit der Auflösungsgrenze

Eine interessante Schlussfolgerung wurde von *Den Dekker & Van den Bos (1997)* formuliert. Die Autoren analysierten den Begriff der Auflösung in vielfacher Hinsicht und in mehreren Disziplinen (u.a. Optik und Informationstheorie). Sie stellen abschließend fest, dass jegliche Festlegung einer Auflösungsgrenze willkürlich gewählt ist. So stellt also auch das Rayleigh Kriterium keine echte Grenze im Sinne einer physikalischen Barriere dar, sondern lediglich eine willkürlich gewählte Grenze (das nahe stehende Dawes Kriterium beschreibt in der Tat eine bessere Auflösung verglichen mit dem Rayleigh Kriterium, beruht jedoch auf physiologischen Untersuchungen der visuellen Beobachtung und ist daher auf die Informationstheorie nicht ohne weiteres anwendbar, Anm. d. Verf.). Unter Berücksichtigung der Arbeiten von *Lucy (1992a,b)* sowie *Sementilli et al. (1993)* ist die Bildauflösung in gewisser Weise durch die Physik begrenzt, jedoch steigerungsfähig, maßgeblich limitiert durch das verfügbare Signal-Rauschverhältnis und durch die Gesamtzahl detektierter Photoquanten. So bleibt das Unterschreiten der klassischen Beugungsgrenze mit einem gewissen bis erheblichen Aufwand verbunden (Steigerung der Belichtungszeit), welcher den Arbeiten zu entnehmen ist. Auch optische Experimente zeigen bereits die Möglichkeit einer Steigerung der optischen Auflösung, etwa durch gezielten Einsatz obstruierter Optiken, z.B. beim Cassegrain Teleskop, sowie dem Phasenkontrast- oder Interferenzkontrast-Mikroskop.

Beobachtungen von Messier 13

Der galaktische Kugelhaufen Messier 13 (NGC 6205) ist gut untersucht. Ein photoelektrisch mit dem 200“ Palomar Teleskop bestimmtes Farben-Helligkeits-Diagramm (FHD) wurde bereits von *Sandage (1970)* präsentiert. Die Messungen der Sternhelligkeiten blieben hier auf einen äußeren Ring mit mehr als 7' Radius um das Zentrum begrenzt, da die Sterne ansonsten nicht ohne Blend-Effekte durch Nachbarsterne vermessen werden konnten. *Piotto et al. (2002)* präsentieren neuere CCD Beobachtungen mit dem Hubble Space Telescope (HST). Mit der besseren Auflösung des HST konnten dabei auch Sterne im Zentrum des Haufens einbezogen werden. *Kopacki et al. (2003)* zählen mehr als 30 Veränderliche Sterne in Messier 13 auf und führen neben neu entdeckten Sternen vom Typ RR Lyrae, SX Phoenicis und BL Herculis auch Besonderheiten einiger der Sterne an. Diese Befunde lassen bereits ein langfristiges Beobachtungsprogramm sinnvoll erscheinen. Betrachtet man die Größe der Teleskope, mit denen bisherige Resultate gewonnen wurden, erscheint die Möglichkeit solche Beobachtungen mit Amateurteleskopen durchzuführen zunächst sehr begrenzt – auch aufgrund der hohen Sterndichte im Zentrum der Kugelhaufen.

Eigene Beobachtungen von M13 wurden am 4. August 2009, 23:10h MEZ mit einem 20cm Cassegrain Teleskop (f/6.5) durchgeführt. Als Kamera diente eine astromodifizierte Canon EOS 40D. Der interne UV/IR Blockfilter wurde hier gegen ein Klargas getauscht, das auch Beobachtungen im UV und IR ermöglicht. Für die Belichtungen wurde ein Astronomik UV/IR Blockfilter verwendet, um Messungen in den Filterbereichen *r*, *g* und *b* (rot, grün und blau) zu erhalten. 285 Aufnahmen von Messier 13 wurden jeweils 30 Sekunden bei ISO 800 belichtet. Von dieser Serie wurden 100 Aufnahmen manuell aussortiert und der Verarbeitung nicht zugeführt, da sie Nachführfehler oder deutliche Seeing Artefakte aufwiesen. Für die Kalibration wurden jeweils 200 Aufnahmen für Bias, Flatfield und Dunkelstrom gewonnen und gemittelt. Die Belichtungszeit für Flatfield und zugehörigen Bias betrug 1/250 s je Einzelbelichtung. Die Einzelaufnahmen von Messier 13 wurden mit einer seit 2007 entwickelten Softwarearchitektur automatisch verarbeitet, welche auf Java und C Code basiert und bereits früher beschrieben wurde (*Bauer 2008a*). Erster Schritt des Super-Resolution Verfahrens ist die Bestimmung der Bildbewegung zwischen den Einzelbildern mit einem automatischen Verfahren, das präzise Positionen der Sterne mit bis zu 1/50 pix Genauigkeit liefert. Anschließend werden die Bilder zu einem höher aufgelösten Komposit addiert. Das Verfahren wurde bereits in verschiedenen Himmelsregionen an Galaxien, Sternhaufen und Nebeln mit langen Belichtungszeiten getestet (*Bauer 2008a, 2009, 2011*). Der letzte Schritt zu einem überaufgelösten Bild geschieht nun durch Verwendung einer neuen Methode der Bildentfaltung, welche das Richardson-Lucy Verfahren übertrifft und verglichen mit dieser Methode eine erheblich verbesserte Bildauflösung im Falle von Super-Resolution liefert (*Bauer & Weghorn 2012, in Vorbereitung*).

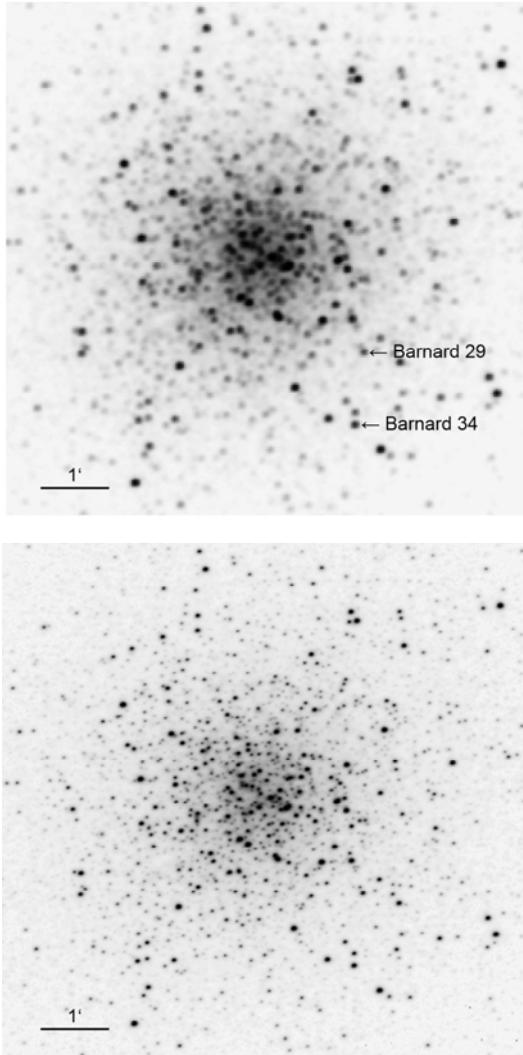


Abbildung 1: Oben: Komposit aus 185 Aufnahmen von Messier 13. Die Bildauflösung ist begrenzt durch Pixelgröße und Seeing und beträgt $1.83''/\text{pix}$. Unten: Super-Resolution Ergebnis, das aus der gleichen Bildserie gewonnen wurde. Die Bildauflösung liegt nun bei $0.45''/\text{pix}$. Die zahlreichen, besser aufgelösten Mehrfachsterne sind teilweise aus Klumpen lediglich ein Pixel großer Strukturen aus der Originalauflösung hervorgegangen. Die gefundenen Sterne können anhand von Aufnahmen mit dem Hubble Weltraum Teleskop bestätigt werden. Verwendete Kalibrationssterne sind markiert. Norden ist oben.

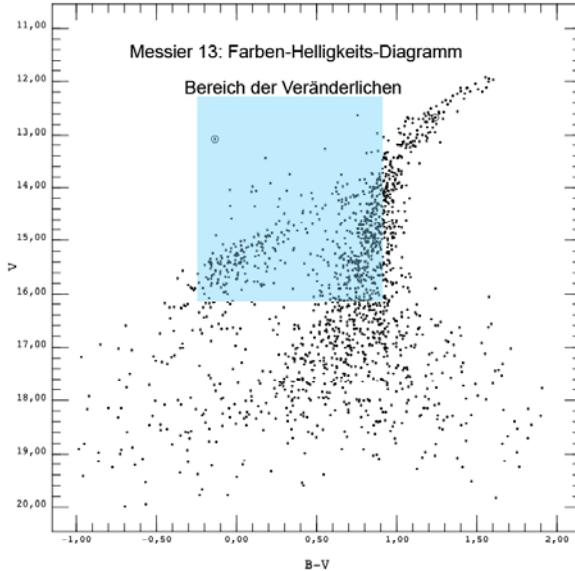


Abbildung 2: Das Farben-Helligkeits-Diagramm (FHD) aus der photometrischen Auswertung des mittels Super-Resolution erhaltenen Bildes (Abb. 1, unten). Sterne sind mit einfacher Blendenphotometrie automatisch vermessen worden. Die beiden Referenzsterne sind mit Kreisen markiert. Die Anzahl detektierter Einzelsterne konnte von knapp 500 bei normaler Pixelauflösung auf knapp 1900 im überaufgelösten Bild gesteigert werden. Die Struktur der Hauptsequenz und des blauen Astes für das Zentrum des Haufens ist gut definiert und bestätigt den Gewinn an aufgelösten Sternen. Die horizontale Lücke im blauen Ast offenbar professionell bearbeiteter FHDe (*Sandage 1970, Piotto et al. 2002*) ist offenbar Folge der Selektion eingetragener Sterne. In eigenen Messungen ist der blaue Ast deutlich dichter besetzt mit RR-Lyrae-Sternen und anderen Veränderlichen im markierten Bereich bei Magnituden von $V=12$ bis $V=16$. Der zu erwartende Messfehler (als Funktion der Helligkeit) kann aus der Streuung des Diagramms abgeschätzt werden, welche jedoch auch eine Folge der Variabilität der Sterne im Helligkeitsbereich des blauen Astes ist.

Kalibration

Mittlere Wellenlängen, Breite und Verlauf der Transmission der Farbfilter sowie der Verlauf der Empfindlichkeitskurve des Detektor wird bei Farbkameras dazu führen, dass gemessene Farbhelligkeiten vom Standard abweichen. Um die gemessenen b und g Helligkeiten einer DSLR mit guter Genauigkeit in das Johnson BV System umzurechnen, muss die Kalibration der Helligkeiten mindestens zwei Vergleichssterne einschließen. Diese sollten vom Spektraltyp und der Farbe her möglichst unterschiedlich sein, um auch die Farbdifferenzen mit geringem Fehler erfassen zu können. Im Experiment wurden die in Abb. 1 markierten Referenzsterne verwendet, die zwei extreme

Positionen im Roten und Blauen besetzen. Dies sind Barnard 34 ($B=13.91$, $V=12.67$), ein roter Riese auf der Hauptreihe, und Barnard 29 ($B=12.98$, $V=13.14$), ein heißer postAGB Stern, der vorwiegend UV emittiert und daher in Farbaufnahmen deutlich blau erscheint. Die Kalibration wurde nun wie folgt durchgeführt. Es wird angenommen, dass die gemessenen g Helligkeiten den V Helligkeiten des Standards gut entsprechen: $V = g$. Der Farbindex wurde mit einem linearen Ansatz aus der bekannten Farbdifferenz $B-V$ der beiden Referenzsterne bestimmt. Aus den gemessenen Intensitäten ergeben sich die instrumentellen $b-g$ Werte. Einsetzen der $b-g$ Messwerte und Umstellen der Gleichung liefert nun die gesuchte Transformation der Messwerte. Für die Beobachtung ergab sich: $B-V = 1.67(b-g) - 0.83$. Die Filtersysteme der DSLR und des Johnson BV Systems schneiden und integrieren unterschiedliche Teile der gekrümmten Planck-Kurven der Sternspektren. Die Annahme, dass die instrumentellen g Helligkeiten den V Helligkeiten entsprechen, ist somit nur eine grobe Näherung. So findet man in der professionellen Literatur stets die V Magnituden als Funktion des Farbindex der Sterne bestimmt (*Rey et al 2001*). Solche Näherungen erfordern mehr als zwei Sterne zur Kalibration. *Piotto et al. (2002)* beschreiben eine Transformation der Helligkeiten mittels Polynomen höherer Ordnung und sogar iterative Durchläufe der einzelnen Sterne (die hier beschriebene Technik zur Kalibration darf jedoch bezweifelt werden und könnte auch die unterschiedlichen Deformationen der in der Arbeit abgebildeten FHDs der Kugelhaufen erklären, Anm. d. Verf.). Die Transformationsgleichungen sind für jede Kamera und jede Beobachtung individuell zu bestimmen, da Helligkeiten und Farben der Sterne auch von den aktuellen, atmosphärischen Bedingungen zum Zeitpunkt der Beobachtung, sowie der Höhe der Objekte über dem Horizont abhängen. Für die Wiedergabe eines FHD in dieser Arbeit ist die beschriebene Kalibration jedoch ausreichend, um einen Beleg für die Wirksamkeit der durchgeführten Super-Resolution Verfahrens zu finden. Das erhaltene FHD stimmt bereits sehr gut mit dem von *Sandage (1970)* präsentierten Diagramm überein.

Kritische Diskussion

Die bisher veröffentlichten Super-Resolution Verfahren in der Informatik und Informationstheorie entziehen sich insofern einer Überprüfbarkeit, als eine Anwendbarkeit in der Astronomie von den Autoren bislang nur behauptet wurde und die Verfahren nur mit Hilfe simulierter Bilddaten oder konventionellem Fotomaterial gezeigt wurden. Typische Eigenschaften astronomischer Bilder und die Physik der Abbildung auf dem Detektor werden so in der Diskussion ausgeblendet, weshalb die behauptete Anwendbarkeit der Verfahren in der Astronomie bezweifelt werden muss. Um auch mit dem realen Detektor eine hohe Bildauflösung zu erhalten ist bei astronomischen Rohdaten naturgemäß eine sehr gut wirksame Rauschunterdrückung zwingend erforderlich. Die hier dargestellten Ergebnisse eines neuen Super-Resolution Verfahrens und der Vergleich mit früher veröffentlichten Farben-Helligkeits-Diagrammen, welche mit Großteleskopen gewonnen wurden, belegen, dass dennoch mindestens ein Verfahren existiert, dass die gestellten Anforderungen erfüllt. Theorie und Details zum hier beschriebenen Super-Resolution Verfahren würden den Rahmen dieses Artikels sprengen und sollen der jeweiligen Erstveröffentlichung vorbehalten bleiben. Es ist gezeigt, dass die Anwendung der Methode insbesondere mit kleinen Teleskopen gute Erfolge hinsichtlich der Steigerung der Auflösung und dem Erhalt der Photometrie erbringen kann.

Erstmalig konnten auch Veränderliche nahe dem Zentrum von Messier 13 mit einem Amateurteleskop photometrisch nachgewiesen werden.

Schlußbemerkungen

Ausgehend von optimaler Anpassung von Optik und Detektor lassen sich die unterschiedlichen Ideen vom Begriff Super-Resolution innerhalb der Astronomie vereinen in einer einzigen Methode. Eine Super-Resolution Methode hat diesen Namen jedoch erst dann verdient, wenn bewiesen ist, dass sie die formulierten Anforderungen vollständig erfüllt. Rauschgrößen in der Astronomie stellen hier zweifellos eine weitere Hürde dar, welche als Anforderung zu formulieren wäre. Erste Bildrekonstruktionen von Messier 13 mit einer neu entwickelten Super-Resolution Technik bilden einzelne Sterne auch dann noch sicher ab, wenn ihre Abstände geringer sind, als der Abstand der Pixel der Originalaufnahmen. Die helleren Veränderlichen können bis zum Zentrum gut aufgelöst und photometrisch untersucht werden. Sowohl Vergleichsaufnahmen mit dem HST, als auch das erhaltene Farben-Helligkeits-Diagramm bestätigen die Plausibilität der Ergebnisse. Das Projekt zur Beobachtung der Veränderlichen in Messier 13 steht jedoch erst am Anfang. Super-Resolution Techniken eröffnen neue Möglichkeiten in der Beobachtung mit bodengebundenen Teleskopen. Große Speicherkapazitäten und leistungsfähige Computer sind jedoch eine Voraussetzung für die Umsetzung eines solche Vorhabens. Der Aufwand für die Verarbeitung eines überaufgelösten Bildes liegt mit einem leistungsfähigen Intel Mac oder PC in der Größenordnung von Stunden, was eine weitere Automatisierung der Methode und der photometrischen Auswertung für die zeitaufgelöste Photometrie der Veränderlichen erforderlich macht.

Referenzen

- Abad J., Vega M., Molina R., Katsaggelos A., 2003, in Proc. IEEE ICASSP '03 Vol. 3. IEEE, pp 709–712.
- Bauer T., Weghorn H., 2012. In preparation.
- Bauer T., 2011. Proc. IADIS International Conference CGVCVIP 2011, p. 49-59, Rome, Italy, 2011, ISBN 978-972-8939-48-9.
- Bauer T., 2009. Proc. IADIS Multiconference, CGVCVIP 2019, Algarve, Portugal June 20-22, p. 3-15, ISBN: 978-972-8924-84-3.
- Bauer T., 2008a. Proc. IADIS Multiconference on Computer Science and Information Systems 2008, Amsterdam, Netherlands, p. 83-90, ISBN 978-972-8924-63-8.
- Bauer T., 2008b. In Proc. of the 4th Ann. Meeting on Information Technology & Computer Science, BA-University of Cooperative Education, Stuttgart, Germany, 27.
- Cristóbal G., Gil E., Sroubek F., Flusser J., Miravet C., Rodriguez F. B., 2008, Proc. of the SPIE, Advanced Signal Processing Algorithms, Architectures, and Implementations XVIII, 7074, 70740C.
- Den Dekker A., Van den Bos A., 1997, Laser Physics, 6, 548.

- Farsiu S., Robinson D., Elad M., Milanfar P., 2004, *International Journal of Imaging Systems and Technology*, 14, 47.
- Geyer, E. H., 2010. *Jenaer Jahrbuch zur Technik und Industriegeschichte*, Vol. 13, ISBN 978-3-939718-56-7.
- Gilliland R. L., 1992, in Howell S. B., ed., *Astronomical CCD observing and reduction techniques. Details of Noise Sources and Reduction Processes*. Astronomical Society of the Pacific, San Francisco, CA, p. 68.
- Gilliland, Ronald L., Dupree, A. K., 1996, *ApJ*, 463, L29–L32.
- Johnson, H. L. & Morgan, W. W., 1953, *ApJ*, 117, 313.
- Kopacki G., Kolaczowski Z., Pigulski A., 2003, *A&A*, 398, 541.
- Labeyrie A., 1970, *A&A*, 6, 85.
- Lucy L. B., 1974, *AJ*, 79, 745.
- Lucy L. B., 1992a, *AJ*, 104, 1260.
- Lucy L. B., 1992b, *A&A*, 261, 706.
- Moffat, A. F. J., 1969, *A&A*, Vol. 3, p. 455.
- Piotto G., King I. R., Djorgovski S. G., Sosin C., Zoccali M., Saviane I., De Angeli F., Riello M., Recio-Blanco A., Rich R. M., Meylan G., Renzini A., 2002, *A&A*, 391, 945.
- Rey, S.-C., Yoon, S.-J., Lee, Y.-W.; Chaboyer, B.; Sarajedini, A., 2001, *AJ*, 122, 6, 3219.
- Sandage A., 1970, *ApJ*, 162, 841.
- Schertl D., Hofmann K.-H., Seggewiss W., Weigelt G., 1995, *A&A*, 302, 327.
- Sementilli P. J., Hunt B. R., Nadar M. S., 1993, *Journal of the Optical Society of America A: Optics, Image Science, and Vision*, 104, 2265.
- Singh M. K., Tiwary U. S., Kim Y.-H., 2008, *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, 2008.
- Starck, J. L., Pantin, E., & Murtagh, F. 2002, *PASP*, 114, 1051
- Welter, G. L.; Worden, S. P., 1980, *ApJ*, 242, 673-683.
- Willett R. M., Jermyn I., Nowak R. D., Zerubia J., 2004. In *Astronomical Data Analysis Software and Systems (ADASS) XIII*, Proc. of the conf. Vol. 314., Astronomical Society of the Pacific, p. 107.

Aus den IBVS (6011 – 6030)

Wolfgang Grimm

Modellierung von W-UMa-Systemen mit kurzer Periode auf Basis der Lichtkurve

(IBVS 6012)

Für eine Reihe von W-UMa-Sternen wurden auf Basis der beobachteten Lichtkurve die Systemparameter bestimmt. Alle Sterne gehören zu dem Untertyp W (die massereichere Komponente ist kühler als der Begleiter), sind massearme Kontakt-Systeme und haben eine Periode kürzer als 0.3 Tagen. Die Gesamtmasse der Systeme ist kleiner als 1.4 Sonnenmassen.

Entwicklungsmodelle gehen davon aus, dass diese Systeme aus getrennten Doppelsternen mit einer Periode von etwa 2 Tagen durch Verlust von Drehimpuls über magnetisierten Sternwind entstehen. Beide Komponenten sind Hauptreihensterne mit einem Alter von 8 – 9 Milliarden Jahren. Die Entwicklung der Umlaufbahn wird durch den Massentransfer und den Verlust von Drehimpuls bestimmt, wobei letzterer dominiert. Dadurch schrumpft der Radius der Umlaufbahn schnell, was zum Verschmelzen der Komponenten führt.

Alle Sterne dieser Arbeit wurden durch die ASAS-Überwachung gefunden. Während der Analyse wurden verschiedene Parameter variiert, besonders das Temperaturverhältnis und die Bahnneigung. Die Temperatur der Hauptkomponente wurde auf Basis des V-I -Index bestimmt. Bei einer Reihe von Sternen wurden die erhaltenen Systemparameter mit Angaben aus anderen Untersuchungen verglichen, wobei keine großen Differenzen festgestellt wurden.

ZZ Cyg – Grundlegende Parameter

(IBVS 6016)

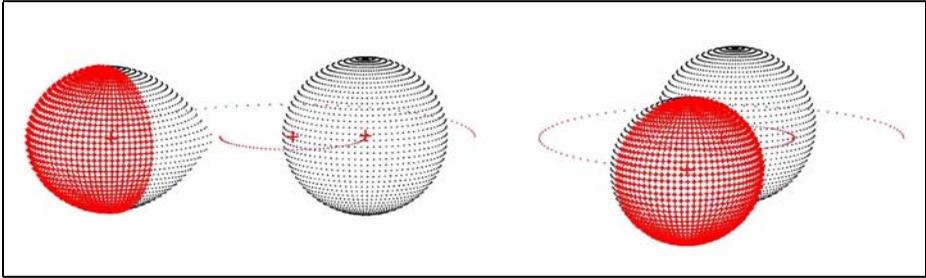
ZZ Cyg wurde 1907 als Veränderlicher entdeckt und als Algol-System klassifiziert. Bei späteren Beobachtungen wurden kleine Schwankungen in der Helligkeit der Hauptkomponente gefunden, so dass diese als δ -Scuti-Veränderlicher eingestuft wurde.

Trotz vieler weitere Beobachtungen und Arbeiten zu ZZ Cyg erfolgten keine Radialgeschwindigkeitmessungen.

In dieser Arbeit werden Helligkeitsmessungen im Ic-Band und spektroskopischen Messungen zur Bestimmung der Radialgeschwindigkeit ausgewertet. Erschwert wurden die Beobachtungen durch einen nahe stehenden Stern, der wahrscheinlich nicht zum System gehört. Aus den gewonnenen Daten wurden zwei Modelle des Systems erzeugt. Zum einen ergibt sich ein Algol-System bei dem der zweite Stern sein Roche-Volumen ausfüllt. Das andere Modell geht von einem komplett getrennten System, wobei jedoch die Nebenkomponekte ihr Roche-Volumen fast ausfüllt.

In beiden Modellen wird ein dunkler Fleck auf der Nebenkomponekte angenommen zur Erklärung eines Helligkeitsabfalls zwischen Phase 0.6 und 0.9. Dieser Fleck nimmt fast die gesamte vom Hauptstern abgewandte Hemisphäre ein (siehe auch Abbil-

dung). Eine Veränderlichkeit der Hauptkomponente vom δ -Scuti-Typ wurde nicht gefunden.



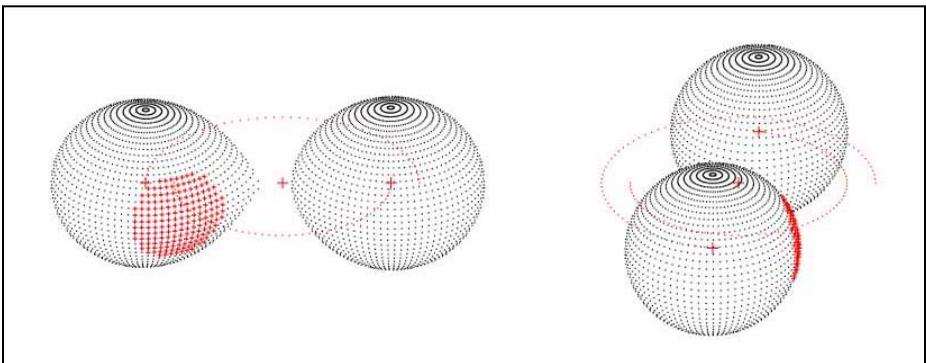
V881 Per – Ein getrennter Bedeckungsveränderlicher mit Sternflecken (IBVS 6017)

V881 Per wurde 2004 im Rahmen des ROTSE-1-Projekts entdeckt und als EW/KW-Stern klassifiziert. Eine erneute Entdeckung erfolgte 2007 im Rahmen des Super-WASP-Überwachungsprogramms. Diesmal wurde als Typ ein Vorhauptreihenstern (Pre-Main Sequence Star) angenommen. Eine weitere Analyse erfolgte bisher nicht.

2010 beobachtete der Autor den Stern intensiv in den Bereichen V, Rc und Ic. Zusätzlich wurden mehrfach Spektren aufgenommen zur Bestimmung der Radialgeschwindigkeit.

Bei der Modellierung von V881 wurde wegen der Einstufung als EW-Stern mit einem System im Überkontakt begonnen. Dies führte jedoch nicht zu einer befriedigenden Lösung. Erst bei Annahme eines halb (wie Algol) oder ganz getrennten Systems ergaben sich zu den Beobachtungen passende Modelle. Da ein Algol-System jedoch eine entwickelte Komponente enthält wird es kaum in einer Sternentstehungsregion zu finden sein. Daher wurde mit der Annahme eines getrennten Systems weiter gearbeitet.

Da die Maxima zwischen den Bedeckungen ungleich hell sind, wurden Sternflecken angenommen. Die beste Lösung ergab ein Fleck auf der zweiten Komponente.



Für die Annahme, dass V881 Per bzw. eine der Komponenten ein T Tauri-Stern ist ergeben sich keine Anzeichen. So fehlen sprunghafte Helligkeitsänderungen und Emissionslinien im Spektrum.

Korrelation von Periode und Alter bei Bedeckungsveränderlichen in Sternhaufen (IBVS 6021)

Ein Sternhaufen ist eine Gruppe von Sternen, die am gleichen Platz zu nahezu gleicher Zeit aus einer homogenen Gas- und Staub-Wolke geboren wurden. Daher sind sie wichtig für zur Erforschung der Mechanismen der Sternentstehung und Entwicklung. Doppelsterne erlauben die Bestimmung der Massen der Komponenten und weiterer Parameter wie Radius und Dichte. Es wird angenommen, dass sich die Periode im Laufe der Entwicklung durch magnetische Bremsung verkürzt.

Diese Studie konzentriert sich auf Bedeckungsveränderliche vom Typ β Lyrae (EB) und W UMa (EW), die sich in offenen und Kugel-Sternhaufen befinden. Benutzt wurden 159 Sterne (35 EB und 124 EW) in 34 offenen Haufen sowie 56 Sterne (6 EB und 50 EW) in Kugel-Haufen.

Für EB-Sterne lässt sich eine gute lineare Korrelation zwischen der Periode und dem Alter des Haufens (egal welchen Typs) finden. Bei den EW-Sternen ist die Korrelation wesentlich schlechter. Außerdem wurde nur ein EW-Stern in einem offenen Haufen gefunden, wobei die Zugehörigkeit fraglich ist. Bei der gemeinsamen Betrachtung aller Sterne ergibt sich eine nichtlineare Korrelation.

Die Verkürzung der Periode ist bei offenen Haufen, die jünger als 600 Millionen Jahre sind recht stark. Möglicherweise wird ein Teil der Bahnenergie des Doppelsternsystems beim nahen Vorübergang eines dritten Sterns übertragen. Bei älteren Sternhaufen sind die Perioden dann nahezu konstant.

Periodenanalyse der Änderungen des Profils der H α -Linie beim Be-Doppelstern π Aqr (IBVS 6023)

π Aqr ist ein schnell rotierender ($v \cdot \sin i \sim 300\text{km/s}$) BE-Doppelstern, dessen Spektrum schon seit 1911 untersucht wird.

Bekannt sind Übergänge von der Phase als Be-Stern in einen normalen B-Stern sowie für kurz- und langzeitliche Änderungen des Profils der Balmer-Linie des Wasserstoffs. Die Emissionslinien haben gelegentlich asymmetrische doppelte Intensitätsspitzen. Das Intensitätsverhältnis der violetten zur roten Seite wird als V/R bezeichnet. Die Änderung des V/R-Wertes der H α -Linie aus dem Zeitraum zwischen 2004 und 2011 wurden von Ernst Pollmann auf Periodizität untersucht. Es ergab sich eine Periode von 83.8 Tagen, die nahe bei der Umlaufperiode des Doppelsternsystems von 84.1 Tagen liegt.

Weitere Beobachtungen von π Aqr sind erwünscht.

Lichtkurven des Sterns V1647 Ori während des zweiten Ausbruchs in VRclc

(IBVS 6025)

V1647 Ori ist ein Stern vor Erreichen der Hauptreihe (PMS = pre-main sequence). Er wurde bei einem Helligkeitsanstieg um 5 Größenklassen 2004 von Jay McNeil entdeckt. Das Maximum dauerte rund 2 Jahre. Danach sank die Helligkeit auf den Wert vor dem Ausbruch. Das deutliche Emissions-Spektrum im Optischen und nahen IR ist typisch für einen PMS-Stern. Die Spektralstruktur im Infraroten und der lange Ausbruch sind Hinweise, V1647 als FUor-Veränderlichen zu klassifizieren.

2008 begann ein erneuter Ausbruch, der wieder die gleiche Helligkeit wie der Erste erreichte. Bei beiden Ausbrüchen zeigte sich eine starke H α -Linie mit blau verschobener Absorption. Bei beiden Ausbrüchen entspricht das photometrische Verhalten dem eines FUor-Objekts. Andererseits entsprechen die spektralen Eigenschaften während diesem Ausbruch denen eines EXor-Sterns.

Aus den IBVS (kurz gefasst)

Wolfgang Grimm

6011, 6014, 6018, 6026, 6029:

Diese IBVS beinhalten Minimumszeiten für viele Bedeckungsveränderliche. Darunter sind auch BAV-Programmsterne. IBVS 6026 ist die BAV Mitteilung 225. Diese enthält auch Maximumszeiten von pulsierenden Veränderlichen.

6015: In diesem IBVS sind fotometrische Maxima von 64 Delta-Scuti-Sternen mit großer Amplitude aufgeführt. Außerdem werden für einige der Sterne auch neue aus der Auswertung der Beobachtungen gewonnene Elemente angegeben.

6027: AZ Cas ist ein Bedeckungsveränderlicher mit der sehr langen Periode von rund 9.3 Jahren. Die Komponenten sind ein Riese und ein Überriese. Zu der demnächst stattfindenden Bedeckung und kurz darauf folgenden Periastron-Passage erfolgt in diesem IBVS ein Beobachtungsaufruf. Weitere Informationen zu dem Stern sind in dem **Artikel von Frank Walter** in diesem Rundbrief sowie im **Beobachtungsaufruf** auf der BAV Website zu finden.

BAV-Treffen in Hartha 2012

Lienhard Pagel

Das jährliche Regionaltreffen der BAV in Hartha fand am 4. und 5. Mai in der Bruno-H.-Bürgel Sternwarte und im Hotel Flemmingener Hof statt. Es nahmen 29 Mitglieder und Gäste teil.

Erstmalig wurde das Programm bereits am Freitagabend mit einer Software-Vorführung begonnen. Nach dem sich die meisten Teilnehmer in den frühen Abendstunden im Biergarten versammelt hatten, sind alle Teilnehmer in den Konferenzraum umgezogen und haben vor und nach dem Abendessen an der Vorführung von Software teilgenommen.

Erik Wischnewski hat einige Sternfelddateien mit MUNIWIN fotometriert, während die interessierten Sternfreunde an der Leinwand zusehen konnten. Anschließend hat er das Programm „Fitswork“ vorgestellt und dessen Bedienung erläutert. *Frank Walter* hat uns danach die Fotometrie an Hand einer kleinen Bilderserie mit AIP4WIN demonstriert. Zum Schluss hat *Lienhard Pagel* mit seinem Programm „Starmeter“ etwa 100 Dateien einer Serie von RR GEM fotometriert und die Auswertung der Lichtkurve gezeigt.

Die Vorführung der Software war von regen Diskussionen begleitet. Am Sonnabend wurde eingeschätzt, dass dieser neue Programmpunkt nützlich gewesen sei und bei weiteren BAV-Veranstaltungen fortgesetzt werden könne.

Das Vortragsprogramm begann am Sonnabend um 9.30 Uhr mit der Begrüßung durch *Lienhard Pagel*. Im anschließenden Vortrag wurden Vorhaben der BAV und deren Bearbeitungsstand erläutert. Das Vorhaben der Aufstellung eines Remote-Teleskops wurde ausführlich besprochen. Eine Test-Vorrichtung mit einer Canon EOS 1100D und einem 80 mm Spiegelobjektiv auf einer MEADE Montierung LXD55 wurde live per remote vorgeführt und die Bedienung der Software erläutert.

Im zweiten Vortrag hat *Joachim Hübscher* über den Stand der Einführung der neuen Datenstrukturen gesprochen. Die zukünftig zu sammelnden Daten wurden festgelegt und alle inhaltlichen und organisatorischen Rahmenbedingungen geschaffen. Die Regelungen sind in den BAV Blättern Nr. 16 beschrieben, die jeweils in aktuellster Version auf unserer Website zu finden sind. Alle Teilnehmer äußerten ihre Bereitschaft, die CCD-Bilder für den zentralen BAV-Server bereit zu stellen, über 780.000 CCD-Bilder sind dort bereits gespeichert.

Anschließend hat *Frank Walter* über das Thema: „Beobachtung von Bedeckungsveränderlichen: Eine Lichtkurve ist mehr als die Senke um das Minimum herum“ referiert. Es sollen zukünftig neben den Haupt- und Nebenminima bei ausgewählten Sternen auch komplette Helligkeitsverläufe beobachtet werden.

Im Nachmittagsprogramm hat *Manfred Rätz* über BD AND, ein Bedeckungssystem mit interessantem (B-R), referiert. *Tilo Bauer* sprach über „Super-Resolution: Die

Photometrie von Veränderlichen in Kugelsternhaufen und Galaxien“. Dieses Thema wird im vorliegenden BAV Rundbrief ausführlich behandelt. Anschließend stellte *Frank Vohla* vernachlässigte Mira-Sterne vor und *Stefanie Rätz* hat Ergebnisse des Satelliten Kepler in einem Überblick vorgestellt. Ein Vortrag von *Lienhard Pagel* zur Ermittlung der Genauigkeit der Zeitpunkte für Maxima und Minima in Lichtkurven schloss das Vortragprogramm ab.

In der anschließenden Diskussion über Tutorials wurde eine Einführung in das Programm „VarEphem“ von *Jörg Hanisch* vorgeführt. Die Einführung wurde als vertonter Film im flv-Format präsentiert. Der Film ist von *Jörg Hanisch* erstellt worden. Die Qualität von Ton und Bild sind gut. Die Dateigröße ist beachtlich klein. Für ca. 10 Minuten Präsentation werden etwa 30 MB benötigt. Nach Diskussion wurde das flv Format als geeignet befunden und zum Standard für die BAV festgelegt. Als Plattform für die Präsentation wurde YouTube als geeignet angesehen. Thematische Einführungen, Beobachtungsanleitungen und Auswertemethoden sollten in diesem Format erstellt werden und auf der Plattform YouTube angeboten werden.

Am Samstagabend wurde in lockerer Runde astronomische Themen und Nahe liegendes diskutiert.



Abb. 1: Teilnehmer-Foto

Hinterere Reihe stehend von links nach rechts:

Peter B. Lehmann, Klaus Häußler, Dietmar Böhme, Thomas Berthold, Frank Vohla, Peter Frank, Andreas Barchfeld, Rainer Gröbel, Franz Agerer, Erik Wischnewski, Ulrich Schmidt, Thilo Bauer, Frank Walter, Thorsten Lange, Rudolf Obertriffter, Klaus Bernhard, Wolfgang Grimm, Hans Jungbluth

Vordere Reihe sitzend von links nach rechts:

Max-Johann Pagel, Klaus Retzlaff, Sylvia Gerlach, Doris Jungbluth, Joachim Hübscher, Lienhard Pagel, Eyck Rudolph, Jörg Neumann, Kerstin Rätz, Manfred Rätz, Stefanie Rätz

Unser Ehrenvorsitzender Helmut Busch ist verstorben

BAV-Vorstand

Am 6. Mai 2012, fast zeitgleich zum diesjährigen Hartha-Treffen der BAV, verstarb unser Ehrenvorsitzender Helmut Busch am gleichen Ort. Seit seinem Schlaganfall im Jahr 2008 lebte er nicht mehr ansprechbar in einem Pflegeheim.

Helmut Busch war Lehrer und erbaute mit seinen Schülern schon 1953 die erste „Schulsternwarte“ in Hartha. Ab 1956 entstand dann nach und nach die heutige Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte. Höhepunkte wie die Harthaer Himmelsdurchmusterung, die Gründung des Arbeitskreises Veränderliche Sterne (AKV) im Kulturbund der DDR und die astronomische Lehrfortbildung sind eng mit dem Namen Helmut Busch verbunden. Nach der Wende und dem Zusammenschluß des AKV mit der BAV betreute er lange Zeit die Sektion Bedeckungssterne.

Seine Verdienste um die Beobachtung der Veränderlichen oder besser sein gesamtes Lebenswerk beschrieb Manfred Rätz anlässlich einer Ehrung Buschs in einem umfassenden Artikel im BAV Rundbrief 3-2007, S. 166ff.

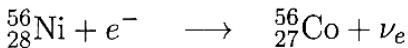
Wir werden Helmut Busch stets ein ehrendes Andenken bewahren.

Erratum aus BAV Rundbrief 2-2012 „Die Lichtkurve der Supernova 2011dh in M51“

David Walker

Aus Versehen wurden im o. g. Beitrag teilweise falsche Formeln bei der Umwandlung von Nickel in Cobalt und von Cobalt in Eisen von mir ausgegeben.

Die Formeln lauten richtig:



und



Es entstehen u. a. Neutrinos, keine Antineutrinos. Ich bitte um freundliche Beachtung.

Zum Weg der Bibliotheks-Auflösung von Professor Geyer

Werner Braune

Ich beschreibe unser BAV-Bemühen zur Hilfe für Prof. Geyer bei der Auflösung seiner umfassenden Bibliothek. Es zeigte sich, dass Beteiligte mit Entscheidungen schnell sein sollten, zumal wenn Selbstabholung organisiert werden muss.

Ende November 2011 entschied Prof. Geyer, jetzt 81 jährig, die während seiner Sternwartenleitung aus eigenen Mitteln angeschafften Bestände seiner Bibliothek abzugeben. Dies wurde aufgrund der Sternwarten-Auflösung am Hohen List bei Daun notwendig. Aus seiner Neigung zu den Amateuren heraus und als BAV-Mitglied aufgrund seiner Verbundenheit zu Veränderlichen, bekam die BAV eine Liste der umfangreichen Literatur aus Periodika und Katalogen mit zwei Hinweisen: Diese steht geschenkt gern für die BAV oder andere Interessierte zur Verfügung und die Abholung muss bei ihm erfolgen.

In der BAV schnell abgestimmt teilte ich ihm am 8.12. die wenigen ausgesuchten BAV-Wünsche zu Veränderlichen mit. Hintergründige Idee war die Abholung über Gisela Maintz (Bonn) und das Mitbringen zur BAV-Tagung in Jena. Jetzt lief meinerseits das weitere Literaturangebot zur VdS (Fachgruppen). Erst Nachfragen ergaben am 20.1. Werner Celnik mit Interesse an ESO und Abholung. Deshalb unmittelbar Wolfgang Meyer zum WFS-Interesse gefragt und zwei Posten weg. Er sagte: Ein Brief an den WFS-Vorstand blieb noch unbearbeitet. Ich stellte den Rest, z.B. SuW seit Bestehen, ins BAV-Forum. Sogleich meldete sich Stefan Hümmerich telefonisch. Er käme von Braubach (Raum Koblenz) gern zum Hohen List. Das BAV-Forum war ohne weitere Resonanz. Also mein Brief an Prof. Geyer mit Bestandszuordnung und Abholer Celnik und Hümmerich. E-Mail an Celnik und Maintz, die persönlich und über die Universität als Träger der Sternwarte Abholprobleme hatte, zur Orientierung.

Am 30.1. schrieb Prof. Geyer, er habe alles der Humboldtstiftung für Bulgarien überlassen, weil er aufgrund seiner Erfahrung mit Studenten in Osteuropa dort einen sinnvollen Einsatz sieht. Zudem wird die Abholung organisiert. Ich sagte Celnik und Meyer für die WFS ab. Stefan Hümmerich konnte sich nach dem Angebotsstand viel erwarten. Das wurde enttäuscht. Ich konnte ihn nur um die Abholung des BAV-Bereichs bitten, wobei er die ihn interessierenden BAV-Rundbriefe und die GCVS behalten kann. Ich bat Prof. Geyer um einen Termin mit Hümmerich. Da noch nichts passierte, gab ich nach bisheriger Umschreibung des Anbieters mit „Hoher List“ nun Stefan Hümmerich die Telefon-Nummer und Anschrift von Prof. Geyer.

Ein Besuch mit intensivem Gedankenaustausch auch über Geyers langjährige Beobachtungen und ggf. deren Bearbeitung durch Hümmerich kam am 25.2. zustande. Weitere Besuche waren nötig. Die BAV überließ daher Stefan Hümmerich die GuL. Am 29.3. hatte Stefan Hümmerich alles beisammen. Sein Besuch der BAV-Tagung in Jena ist aber nicht möglich, da er drei kleine Kinder hat und die Reise teuer ist. Aber eine Verabredung mit Dietmar Bannuscher zur Abholung ginge. Dietmar hatte sich zwischenzeitlich schon angeboten, selbst zu Prof. Geyer zu fahren. Am 28.4. erfolgte das Treffen zwischen Stefan Hümmerich und Dietmar Bannuscher in Koblenz mit angenehmem Kennenlernen und zur Übergabe. Auf diesem Weg wird der BAV-Bibliothekseingang im September in Jena sein.

Tätigkeitsbericht der Sektion „Bedeckungsveränderliche“ 2010-2012

Frank Walter

Beobachtungen und Ergebnisse

Wer Genaueres zur Statistik des Beobachtungseinganges zu BV wissen möchte, den verweise ich auf die regelmäßig von Joachim Hübscher veröffentlichten Zahlen. Zusammenfassend lässt sich daraus ablesen, dass die Ermittlung von Minimumzeitpunkten für BV im Berichtszeitraum ungebrochen groß ist, ebenso der Rückgang von visuellen Beobachtungen und die Zunahme der Anwendung von CCD-Kameras. Im Berichtszeitraum erschienen die BAV-Mitteilungen 209, 212, 214, 215, 220 und 225 mit insgesamt ca. 4.400 Minima zu BV aus CCD-Beobachtungen. Dem gegenüber stehen lediglich 15 visuell gewonnene Minima (BAVM 213, 218). Das führt zur

- Vernachlässigung von hellen Sternen, denn im begrenzten Gesichtsfeld einer CCD-Kamera fehlen oft geeignete helle Vergleichsterne.
- Vernachlässigung von Langperiodischen und solchen BV mit langer Bedeckungsdauer (D), die die Beobachtung in mehreren Nächten und die Zusammenfügung einer Lichtkurve aus mehreren Kurvenabschnitten erforderlich machen.

Die auch bei Amateuren automatisierten Teleskope mit CCD-Kamera erzeugen große Mengen von Minimumzeiten. Der ständig wachsende Umfang der Lichtenknecker Database (LkDB) bezeugt das.

Neue Trends:

- Es werden immer mehr Sterne beobachtet, die als BV erkannt werden, jedoch noch keinen „offiziellen“ Variablennamen haben und deshalb auch nicht im GCVS oder der LkDB erscheinen. In vielen Fällen handelt es sich um Entdeckungen aus jüngerer Zeit und häufig sind es Sterne mit einer Helligkeit unter mag 13.0, die CCD-Beobachtern ohne größere Schwierigkeiten zugänglich sind.
- Die Bedingungen für Beobachtungen am eigenen Gerät werden in Deutschland immer schlechter. Deshalb weichen einige Amateure auf die Auswertung von Datenbanken (z.B. ASAS) aus, die im Internet zur Verfügung stehen. So werden Veränderliche entdeckt und als BV klassifiziert.

Veröffentlichungen der BAV-Mitglieder

Im Berichtszeitraum haben BAV-Mitglieder in den BAV Publikationen häufig über BV berichtet. Kaum ein Rundbrief ist erschienen, in dem nicht mindestens ein Beitrag zum Thema enthalten war. Themenschwerpunkte der Arbeiten:

- Periodenbestimmung bisher unbekannter BV
- Bestimmung verbesserter Elemente von BV

- Klärung von Lichtkurvendetails
- Entdeckung von BV durch Auswertung von Datenbanken

Den Autoren sei an dieser Stelle sehr herzlich gedankt. Sie haben gezeigt, dass wir Amateure durchaus beachtliche Erkenntnisse gewinnen können.

Aktivitäten des Ansprechpartners der Sektion

- **Pflege Beobachtungsprogramme**
Zu Beginn des Jahres 2010 wurden die Beobachtungsprogramme für BV neu zusammengestellt, das Circular wurde entsprechend modifiziert. Anregungen für Änderungen der Programme sind sehr willkommen.
- **Monatlicher Aufruf BV**
Ich erstelle weiterhin für jeden Monat einen Beobachtungsauftrag für Programmsterne, deren weiter Verfolgung erwünscht ist.
- **Einleitung von Kampagnen (eps AUR, AZ CAS)**
Von 2009 – 2011 lief unsere Beobachtungskampagne zu eps Aur, deren Ergebnisse ich gesammelt und laufend veröffentlicht habe. Mitte dieses Jahres habe ich eine neue Kampagne zur Verfolgung eines weiteren langperiodischen BV ($P = 9.3$ Jahre) angestoßen. Sie läuft bis Ende 2013, und ich hoffe auf eine rege Beteiligung (siehe Beitrag in diesem Rundbrief).
- **Pflege LkDB**
Ich pflege die Lichtenknecker Database, indem ich laufend die Veröffentlichung über Minima zu BV verfolge, die mir im Internet zur Verfügung stehen (BAVM, IBVS, OEJV, AAVSO usw.). In der Regel erscheint jährlich einmal ein Update der LkDB auf unserer Webpage. Die aktuelle Version 4.5 (veröffentlicht März 2012) enthält 2075 Bedeckungsveränderliche mit fast 170.000 Minima. Um die Aktualisierung und Darstellung der LkDB im Internet kümmert sich Wolfgang Grimm. Er hat einen neuen, stark verbesserten (B-R)-Kurvengenerator entwickelt, der hoffentlich bald freigegeben wird. W. Grimm sei an dieser Stelle für seine Kreativität und seine Arbeit sehr herzlich Dank gesagt. Ohne sie wäre die LkDB nicht zu dem auch international beachteten Hilfsmittel für die langfristige Beobachtung der BV geworden.

Frank Walter
Denninger Str. 217
81927 München
089-9 30 27 38
walterfrk@aol.com

Bericht der Sektion Delta-Scuti-Sterne

Gerold Monninger

Der Bericht der Sektion Delta-Scuti-Sterne war bereits fertig gestellt, als mir Joachim Hübscher per E-Mail die aktuellen BAV-Mitteilungen 225 zukommen ließ. Also hieß es schnell nochmal zurück an den Schreibtisch, denn die vielen neuen Beobachtungsergebnisse sollten hier nicht fehlen. Zeigen sie doch, dass Delta-Scuti-Sterne innerhalb der BAV in den letzten Jahren wieder eine zunehmende Aufmerksamkeit erfahren haben. Aber wie systematisch wurden in der Vergangenheit unsere BAV-Programmsterne beobachtet? Abbildung 1 gibt darauf die Antwort. Darin werden erstmals unsere Beobachtungsaktivitäten aus den vergangenen 12 Jahren in einer Übersicht dargestellt.

Beobachtungen der BAV-Programm-Sterne 2010-2012

Im Zeitraum 2010-2012 wurden von den 26 Veränderlichen des aktuellen Delta-Scuti-Programms 19 Sterne beobachtet. Auch wenn VX Hya und der helle AI CVn schon seit mehreren Jahrzehnten im BAV-Programm aufgeführt sind, haben G.-U. Flechsig und L. Pagel sie jetzt erstmals ins Visier genommen. Das Programm wird von vielen fleißigen Mitgliedern getragen, wofür ich mich als Ansprechpartner dieser Sektion herzlich bedanken möchte.

Die insgesamt 187 Maxima wurden beobachtet von: M. Wischnewski (84), G. Monninger (47), F. Agerer (20), L. Pagel (19), K. Alich (7), Team Marinus Gymnasium (3), G.-U. Flechsig (2), P. Frank (1), C. Moos (1), E. Wischnewski (1), N. Wischnewski (1), G. Wollenhaupt (1).

Erfreulich ist die Tatsache, dass sehr erfahrene Beobachter wie F. Agerer und P. Frank, die überwiegend bei den Bedeckungsveränderlichen zu Hause sind, auch kurzperiodische DSCT-Veränderliche in ihr Programm mit aufnehmen und ihre Erfahrungen mit einbringen. Die Faszination am Sternenhimmel und die Beobachtung veränderlicher Sterne ist aber keine Frage des Alters. Das zeigt das beachtenswerte Ergebnis des 10-jährigen N. Wischnewski, der vor wenigen Wochen seine erste Lichtkurve von XX Cyg an die BAV eingereicht hat (Abb. 2).

Entdeckungen neuer Delta-Scuti-Sterne durch die BAV

In den vergangenen Jahren ist es Mitgliedern der BAV durch Data-Mining am PC im warmen heimischen Wohnzimmer oder am Fernrohr unter sternklarem Himmel wieder gelungen, neue Veränderliche zu entdecken - darunter auch viele Delta-Scuti-Sterne.

2010 veröffentlichte F. Agerer in den Peremennye Zvezdy die Entdeckung von 26 neuen Veränderlichen, von denen er 9 als DSCT-Sterne klassifizieren konnte [1]. Zwei weitere DSCT-Veränderliche, darunter einen High Amplitude Delta-Scuti-Stern (HADS) wurden von G. Monninger in den Reports on New Discoveries IBVS 5998 und IBVS 6100 publiziert [2], [3].

Durch Folgebeobachtungen eines bereits entdeckten kurzperiodischen Veränderlichen konnten K. Bernhard, P. Frank und C. Srdoc GSC 03949-00386 als doppelperiodischen HADS klassifizieren und als BAVM 224 in den IBVS 6013 der interessierten Fachwelt bekannt geben [4].

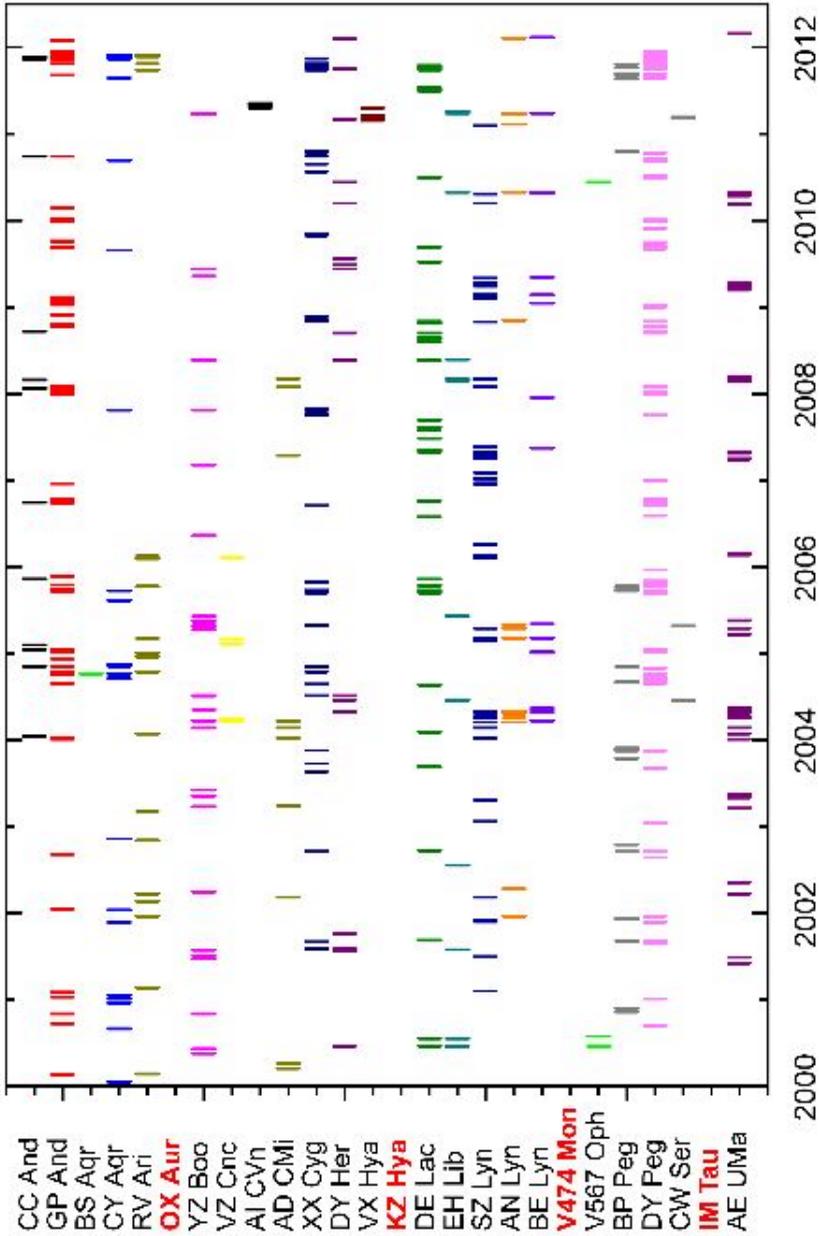


Abb. 1 Übersicht der Beobachtungen des BAV-Programms Delta-Scuti-Sterne (DS) in den vergangenen 12 Jahren.

Durch Kombination von Data-Mining und Folgebeobachtungen gelang ebenfalls die eindeutige Zuordnung der beiden Veränderlichen GSC 03851-00240 und GSC 01924-01134 zur Gruppe der HADS vom Autor dieses Berichts in Zusammenarbeit mit D.I. Hoffman [5], [6].

BAV-Beobachtungen und die Fachastronomie

Durch die in den IBVS veröffentlichten BAV-Ergebnisse aufmerksam geworden, erhielten wir Anfang des Jahres erstmals die Anfrage von E. Rodriguez nach unseren photometrischen Messungen in V und I von einem unserer Programmsterne zur weiteren Analyse. E. Rodriguez, Wissenschaftler am Instituto de Astrofísica de Andalucía in Granada (Spanien), forscht bereits seit vielen Jahren auf dem Gebiet der Delta-Scuti-Veränderlichen. Es ist erfreulich, dass die Ergebnisse langjähriger systematischer Beobachtungen durch uns Amateure in der wissenschaftlichen Welt immer wieder gerne gefragt sind.

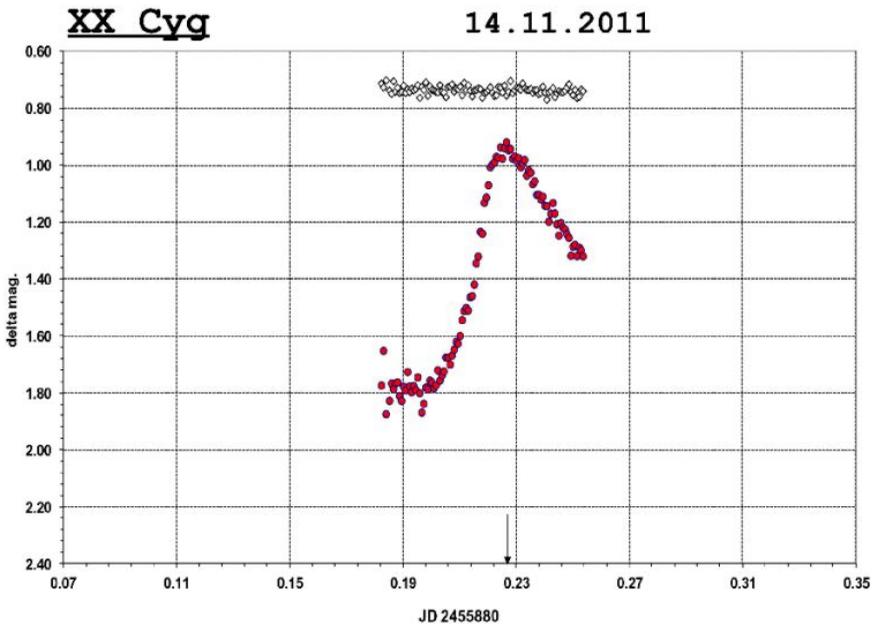


Abb. 2 Erfolgreiche Nachwuchsarbeit: Der 10-jährige Niklas Wischnewski hatte seinem Vater Markus beim Beobachten veränderlicher Sterne oft über die Schulter geschaut und nun seine erste „eigene“ Lichtkurve – die des Delta-Scuti-Veränderlichen XX Cyg – an die BAV gesandt. Das sehr schöne Ergebnis entstand am Scopos ED Apo 66/400 mit CCD Meade DSI Pro II und V-Filter. Belichtungszeit: 50 sec..

Ausblick

Das BAV-Programm Delta-Scuti-Sterne wurde zuletzt im Jahre 1990 durch Edgar Wunder überarbeitet. Es enthält im wesentlichen die zu jener Zeit bekannten HADS-Veränderlichen. Zusätzlich finden wir aber auch sehr helle und bis heute sehr selten beobachtete Veränderliche der 5. bzw. 6. Größenklasse mit kleineren Amplituden ($A_V \approx 0.2$ mag) wie IM Tau oder OX Aur, die nicht zur Gruppe der HADS gerechnet werden.

Wie aus Abb. 1 ersichtlich, finden die zuletzt genannten Sterne bisher kein Interesse unter den Beobachtern. Mit kleinen Kompakt- oder DSLR-Kameras wäre es sicher lohnenswert, sich an diesen hellen Veränderlichen zu versuchen. Von den sehr südlich stehenden Veränderlichen gibt es ebenfalls keine Einträge in der BAV-Datenbank. Diese Sterne sind von Deutschland aus sehr schwierig zu beobachten, denn sie stehen oft im Dunst sehr niedrig über dem Horizont. Sehr auffällig ist die Verteilung der Sterne des BAV-Programms in Rektaszension. Sie zeigt leider sehr eindrücklich, dass gerade in den langen Winternächten sehr wenige HADS zur Beobachtung bereit stehen.

Seit der letzten Überarbeitung des BAV-Programms Delta-Scuti-Sterne hat sich in der Astronomie sehr viel ereignet. Verbesserungen in der Beobachtungstechnik sowie Beobachtungsprogramme wie den All Sky Automated Survey (ASAS) insbesondere den Northern Sky Variability Survey (NSVS) mit der Beobachtung von über 14 Millionen Sternen im Helligkeitsbereich bis etwa $V \sim 15,5$ mag, haben sich als wahre Fundgruben für die Entdeckung neuer Veränderlicher insbesondere der HADS erwiesen. Einige dieser Veränderlichen werden inzwischen systematisch durch die BAV beobachtet.

Nach der BAV-Tagung in Recklinghausen haben sich M. Wischniewski und der Autor Gedanken gemacht, das BAV-Programm zu überarbeiten und zu erweitern. In den Vereinsstatuten ist zu lesen: „Erst eine Beobachtungsreihe, die sich über einen längeren Zeitraum erstreckt, ist von großem Wert und lässt Rückschlüsse auf die physikalischen Eigenschaften veränderlicher Sterne zu.“ Das gilt ganz besonders für die kurzperiodischen Delta-Scuti-Veränderlichen, bei denen Periodenänderungen oft erst nach vielen Jahren systematischer Beobachtung festgestellt werden können.

Viele unserer Programmsterne mit langen Beobachtungsreihen werden daher im Programm bleiben. Auch für die Fachastronomen sind diese Delta-Scuti-Sterne weiterhin im Fokus des Interesses, so dass wir deren Arbeit auch zukünftig unterstützen können. Die sehr südlich stehenden Sterne und jene ohne Beobachtungen durch die BAV werden wir aus dem Kern-Programm nehmen. Durch die Vielzahl neu entdeckter Veränderlicher stehen uns jetzt auch über die langen Winternächte hinweg viele interessante HADS als lohnenswerte Beobachtungsobjekte zur Verfügung.

[1] Agerer, F., 2010, PZP vol. 10, 13

[2] Monninger, G., 2011, IBVS 5998, Report No. 10

[3] Monninger, G., 2011, IBVS 6100, Report No. 1

[4] Bernhard, K., Srdoc C., Frank P., 2012, IBVS 6013 (BAVM 224)

[5] Hoffman, D.I., Monninger, G., 2011, IBVS 5099, Report No. 7

[6] Monninger, G., Hoffman, D.I., 2011, IBVS 6099, Report No. 2

Aktivitätsbericht des Fachbereiches „Spektroskopie“

Ernst Pollmann

Details vorwegnehmend kann gesagt werden, dass sich in der BAV- Veränderlichenbeobachtung die einander ergänzenden Disziplinen Photometrie und Spektroskopie im visuellen Spektralbereich in 2011/12 erfreulich positiv entwickelt haben. Hier die Übersicht im Einzelnen:

1. Der Beitrag im BAV-RB 1(2001) „H α -Spektroskopie und V-Variationen des Be-Sterns 28 Tauri (Plejone)“ verdeutlichte beispielhaft in der Gegenüberstellung von V-Helligkeiten & H α -Emissionsstärke diese Sinnhaftigkeit in der Langzeitbeobachtung.
2. Dagegen stand das besondere Ereignis der Periastronpassage des Doppelsternsystems δ Sco im Juli 2011 eher im Fokus spektroskopischer Radialgeschwindigkeitsmessungen. Eine bereits im Sommer 2010 am OHP in Südfrankreich mit der professionellen Astronomie verabredete Kampagne führte zu unerwarteten Ergebnissen im Radialgeschwindigkeitsverlauf, die die Existenz eines dritten Körpers im System δ Sco nicht ausschließen. In einem baldigen SuW-Aufsatz wird auf dieses Ereignis im Detail eingegangen.
3. Eine ganz ausgezeichnete Zusammenarbeit konnte in einem Beitrag im BAV-RB 4(2011) vorgestellt werden: „VV Cep-Helligkeitsmessungen mit einer Digitalkamera und spektroskopisches H α -Monitoring“, eine Zusammenarbeit von Béla Hassforther und dem Verfasser dieses Berichtes. Dieser Beitrag unterstrich eindrücklich die Möglichkeiten einer Zusammenarbeit von Photometrikern und Spektroskopikern im Sinne von Langzeitmonitorings.
4. Die internationale Beobachtungskampagne „Photometrie und Spektroskopie an P Cygni“ als Gemeinschaftsprojekt von AAVSO, ASPA und BAV hat seit dem Start November 2008 bis heute zu ziemlich ermutigenden Resultaten geführt. Ziel der Kampagne ist die Fortführung von Untersuchungen aus der professionellen Astronomie zum Monitoring des intrinsischen H α -Linienflusses auf Basis von H α -Äquivalentbreitenmessungen und der photometrischen V-Helligkeit des Sterns. Hervorheben möchte ich an dieser Stelle die ganz außerordentlich wertvollen V-Helligkeitsmessungen von unserem Mitglied Wolfgang Vollmann mit 0.01-0.02 mag DSLR-Genauigkeit. Im AAVSO-Journal (Volume 40, 2012) ist mit dem Beitrag „International Observing Campaign: Photometry and Spectroscopy of P Cygni“ des Verfassers und unserem Mitglied Thilo Bauer dieses Langzeitprojekt mit seinen bisherigen Ergebnissen im Detail vorgestellt worden.
5. Auch am Langzeitmonitoring des Be-Sterns γ Cas ist W. Vollmann neben unserem Kooperationspartner Ferenc Puskas (Ungarn) mit DSLR-Helligkeitsmessungen maßgeblich beteiligt. Der Aufsatz im BAV-RB 1(2012) „H α -Emission und V-Korrelationen als Sonden von Be-Sternscheiben“ beschreibt über γ Cas hinaus an den Sternen κ Dra, 4 Her, 88 Her, V1294 Aql und η Cen den im Titel des Aufsatzes angedeuteten Informationsgehalt.

Bericht der Sektion Exoplaneten

Manfred Rätz

Die Erforschung der Exoplaneten ist zur Zeit eines der dynamischsten Forschungsthemen der Astronomie. Ein Teil dieser Exoplaneten, die Transitplaneten, erzeugen beim Vorübergang vor ihrem Mutterstern eine Art von Bedeckungslichtwechsel. Somit ist dieser Typ für uns Veränderlichenbeobachter natürlich von Interesse. Vor diesem Hintergrund wurde im Herbst letzten Jahres die Sektion Exoplaneten ins Leben gerufen. Ich habe mich für diese Sektion als Ansprechpartner zur Verfügung gestellt und sehe meine Aufgabe vor allen in der Anregung zur Mitarbeit auf diesem Gebiet und der Unterstützung von interessierten Sternfreunden.

So wurden beispielsweise schon mehrere Vorträge zu diesem Thema gehalten, teilweise schon vor Gründung der Sektion (Boheta 2010, CCD-Tagung Kirchheim 2011, Lehrerweiterbildung Jena 2012). Artikel zu diesem Thema erschienen in der SuW, dem BAV Rundbrief und dem VdS-Journal. Zwei Schülern, die sich im Rahmen von Hausarbeiten dem Thema Exoplaneten annahmen, wurde versucht, mit Rat und Tat zur Verfügung zu stehen.

Ich werde weiterhin die Entwicklung auf diesem Gebiet verfolgen und auf interessante Ergebnisse und Projekte hinweisen. Die Zusammenarbeit mit den Profiastronomen werde ich versuchen zu intensivieren und allen Sternfreunden, die sich diesem Gebiet widmen, hoffe ich ein kompetenter Ansprechpartner zu sein.

Bericht der Sektion Mirasterne

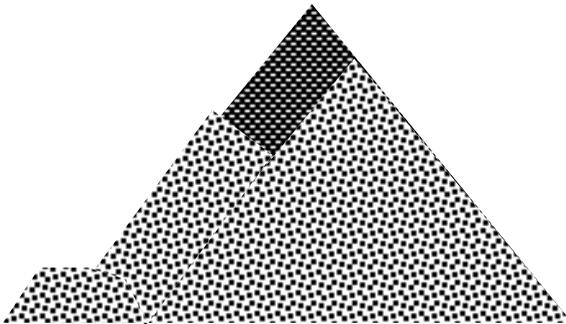
Frank Vohla

In den letzten Jahren nahm die Anzahl der Beobachtungen von Mirasternen kontinuierlich ab, was bekanntlich mit einer verbreiteten Abwendung vom visuellen Beobachten zu tun hat. In der letzten Zeit gab es Entwicklungen, die diesen Abwärtstrend möglicherweise bremsen oder stoppen können.

Ein eher defensiver Teil ist die Pflege des BAV-Programms. Werden Sterne jahrelang nicht beobachtet, können die (B-R)-Werte weglafen. Das hat u.a. zur Folge, dass die Prognosen im BAV-Circular schlechter werden. Grundsätzlich ist möglich, Maxima aus leicht zugänglichen internationalen Einzelbeobachtungen (AAVSO) zu ermitteln, um die (B-R)-Kurven zu vervollständigen. Das ist jedoch im Vergleich zur Verwendung fertiger BAV-Lichtkurvenblätter zeitaufwändig. Zudem gibt es Mirasterne, die weltweit vernachlässigt werden. Deshalb wurden im Jahr 2010 die lange nicht beobachteten Sterne identifiziert und zur Beobachtung empfohlen. Das waren elf Sterne. Von sechs dieser Sterne wurden inzwischen Maxima bestimmt. Bei RU Her läuft in diesem Sommer ein erfolversprechendes Maximum. Die vier Übrigbleibenden sind schwierig,

lichtschwach oder mit jahreszeitlich ungünstigen Maxima in den kommenden Jahren. Neue Lücken können jederzeit entstehen, z.B. wenn die Maxima bei einer Periode von ungefähr 365 Tagen jahrelang nicht nachts zu sehen sind. Auch aus anderen Gründen geraten hin und wieder Sterne in Vergessenheit. Solche Bestandsaufnahmen sollten also gelegentlich wiederholt werden.

Die Ergebnisse der Wiederbeobachtungskampagne sind im Rundbrief 2-2012 S.100ff dargelegt. Mein Vortrag in Hartha bestand im Wesentlichen aus diesen Ergebnissen und einer Spekulation über das verspätete Maximum von TW Per. Während die vorangegangenen Maxima (B-R) um 60 Tage hatten, sprang das letzte Maximum auf 99 Tage. Zudem war das Maximum sehr schwach. Gelegentlich ist bei Mirasternen zu beobachten, dass der Helligkeitsanstieg zusammenbricht und das Maximum danach sehr schwach ausfällt. Ich prüfte daher eine Analogie zu einem Erdbeben.



Das gesamte Dreieck mit dunklem Hintergrund stellt einen Berg vor dem Erdbeben dar, der helle Bereich den Zustand danach. Lichtkurven „zusammengerutschter“ Maxima sehen so aus. Der Gipfel liegt rechts vom ursprünglichen. Das Maximum käme analog dazu verspätet. Solche Maxima von R Aur und U Her zeigten keine ungewöhnlichen (B-R)-Werte. Daher ist die Vermutung widerlegt. Es ist nun wichtig, dass TW Per weiterbeobachtet wird. Das nächste Maximum wird irgendwann zwischen Ende November und Ende Dezember erwartet.

Inzwischen zeichnen sich positive Entwicklungen bei der Anzahl der Mirasternbeobachter ab. Sehr positiv zu sehen ist, dass nun mehrere BAV-Mitglieder Mirasternen fotometrisch beobachten. Damit hat diese moderne Beobachtungsmethode bei den Mirasternen Einzug gehalten, was der krisenhaften Entwicklung der visuellen Beobachtung entgegen wirkt. Allerdings gibt es auch Anzeichen für eine Stabilisierung bei der visuellen Beobachtung. Im Veränderlichenforum auf astrotreff.de heißt der aktivste Thread „Aktuelle Schätzungen an sonst. Veränderlichen“. Manche User, die dort Beobachtungen veröffentlichen, sind nicht Mitglied der BAV. Hier gibt es also Reserven. Schöne Ergebnisse werden auch durch Datamining gewonnen. S.Hümmerich durchforstet Datenbanken, wie ASAS-3 und OGLE und entdeckt dabei Mirsterne. Auch die konventionelle Methode des Plattenschätzens in Sonneberg behält Bedeutung, was ein Beitrag von D. Böhme und E. Splittgerber zu LL Gem im BAV Rundbrief 3-2011 belegt.

Bericht der Sektion „Halb- und Unregelmäßige Veränderliche“

Roland Winkler

Mit den nachfolgenden Ausführungen möchte ich die Aktivitäten der Sektion kurz darstellen.

Die Schwerpunkte in der letzten Zeit waren:

Beobachtungsempfehlungen auf der BAV-Website: Zur Zeit werden diese nur sporadisch ergänzt

Tabelle mit den aktuellen Helligkeiten: Diese Tabelle ist auf der Sektionsseite abrufbar und immer auf den aktuellsten Stand

Veröffentlichungen im BAV-Rundbrief: Beiträge über interessante Halb- und Unregelmäßige werden von den Beobachtern veröffentlicht. Weiterhin werden die Ergebnisse nach Durchsicht in den BAV-Mitteilungen veröffentlicht.

Die Sektionsarbeit beschränkte sich auf folgende Punkte:

Es wurden aktuelle Beobachtungshinweise auf interessante Veränderliche auf der Sektionsseite veröffentlicht.

Weiterhin war die Bearbeitung von Anfragen ein weiterer wichtiger Punkt in der Sektionsarbeit. Die Anfragen waren meist kurz. Über das BAV-Forum kam kaum etwas. Dies liegt wohl an der geringen Zahl von Beobachtern. Die Korrespondenz erfolgt daher direkt an die private E-Mail-Adresse. Einige Beobachter sind nur über den Postweg erreichbar.

Es wird vorwiegend visuell beobachtet, CCD oder andere Verfahren werden bei der Beobachtung nicht eingesetzt. In den letzten Jahren haben sich die Ergebnisse auf wenige Beobachter beschränkt. Einige Beobachter haben neben dem SR-Standardprogramm eigene umfangreiche Beobachtungsprogramme.

Kurzer Ausblick:

Als wichtigster Punkt ist die Korrespondenz mit den Beobachtern zu nennen. Dies gilt auch für Anfragen usw. Meist erfolgt dies per E-Mail, jedoch sind einige nur über den traditionellen Postweg erreichbar.

Weiterhin sind regionale Treffen zum praktischen Austausch geplant. In der Region Leipzig gibt es immerhin drei aktive Beobachter. Vorträge für Volkssternwarten wären ein weiterer Aspekt, um diese interessante Gruppe von veränderlichen Sternen einen größeren Personenkreis bekannter zu machen. Beiträge im BAV Rundbrief über interessante Veränderliche dieser Rubrik sollen und werden regelmäßig veröffentlicht.

Sektion CCD-Beobachtung 2010 - 2012

Wolfgang Quester

Die Bezeichnung meiner Tätigkeit als „Sektion CCD-Beobachtung“ ist übertrieben. Ich fühle mich als Ansprechpartner für Probleme, die bei der Beobachtung mit CCD-Kameras auftreten. Allerdings werden viele solche Fragen ans BAV-Forum gestellt und dort auch von kompetenten Mitgliedern beantwortet. Im Jahr 2012 war von mir wenig dazu zu lesen. Krankheitsbedingt konnte ich längere Zeit nur sporadisch meine Post abfragen. Hinzu kommt, dass vermehrt DSLRs zur Fotometrie eingesetzt werden, mit denen ich nur geringe Erfahrung habe. Meine eigenen Resultate damit befriedigen mich noch nicht.

Leider werden immer noch sehr wenig Minima oder Maxima mit Filtern des UBVRI-Systems gemessen. Besonders die Zeiten von unsymmetrischen Maxima der physisch Veränderlichen, die sich sowieso nicht so einfach auswerten lassen, können vermehrt streuen, wenn die Messungen in unterschiedlichen und z. T. nicht definierten Wellenlängen erfolgen. Ein schon mehrfach gefordertes einheitliches Auswerteverfahren für solche Maxima sehe ich allerdings nicht. Warum nicht die ganze Lichtkurve aufnehmen – möglichst mit verschiedenen Filtern – anstatt sich auf die Maxima (oder bei Bedeckungsveränderlichen auf die Minima) zu beschränken?

Bericht der Sektion Kataklysmische Sterne

Thorsten Lange

In den BAV Rundbriefen aus dem Berichtszeitraum (4/2010 bis 2/2012) war die Sektion wieder regelmäßig und mit einer ähnlich hohen Anzahl von Artikeln und Autoren vertreten wie in den vorangegangenen zwei Jahren: Der Sektionsleiter hatte sechs Quartalsberichte verfaßt. Weitere 23 Artikel (19 im letzten Berichtszeitraum) kamen von Hans-Günter Diederich (6), Klaus Wenzel (6), Wolfgang Kriebel (2), Thorsten Lange (2) sowie mehreren weiteren Autoren.

Die Anzahl der Beobachtungen geht leider weiter dramatisch zurück. Erstmals seit vermutlich 20 Jahren wurden im Jahr 2010 gerade einmal 2037 Einzelbeobachtungen an Kataklysmischen Sternen vorgenommen. Auch die Anzahl der aktiven Beobachter sank mit 17 auf ein historisches Minimum. Dafür stieg die Beobachtungszahl im Jahr 2011 deutlich auf 3367 durch 19 Beobachter an.

Josch Hamsch ist weiterhin sehr aktiv mit seinen umfangreichen Aufnahmereihen und taucht dadurch häufig mit Beiträgen um Vsnet sowie in Veröffentlichungen als Autor auf. Ähnlich wie Josch Hamsch können vielleicht bald auch andere BAV-Mitglieder über Remote-Teleskope ihre wissenschaftlichen Beiträge leisten.

Aus der Sektion Kataklysmische Sterne: Aktivitäten zwischen Februar und Juli 2012

Thorsten Lange

Nova 1923 in M31

Am 11. Dezember 1923 entdeckte Edwin Hubble eine Nova im Andromedanebel: M31N 1923-12c. Inzwischen wurden über 800 Novae in M31 beobachtet. Am 21. Januar 2012 fanden K. Nishiyama und F. Kabashima die Nova 2012 K und meldeten die Position als PNV J00423804+4108417. Wie sich herausstellte, stehen beide Novae an der selben Position und kommen deshalb womöglich vom selben Stern!

SN 2012AW in M95

Drei Astronomen entdeckten unabhängig voneinander diese Supernova (PSN J10435372+1140177) in der Galaxie M95 = NGC 3351 mit einer Helligkeit um 15 mag am 17. März. Dem Spektrum zufolge handelte es sich um ein Typ II-Supernova. Die Entdeckung erfolgte wenige Tage nach dem Ereignis und noch in der ansteigenden Phase der Helligkeit. Das Maximum wurde vermutlich Anfang April erreicht. Noch im Juli lag die Helligkeit bei 13.5 mag, so dass die SN von mehreren BAV-Mitgliedern über längere Zeit verfolgt werden konnte.

N2012 Cen

Am 24. März wurde diese Nova mit einer Helligkeit von 9 mag entdeckt und fiel schnell wieder auf 12 mag am 4. April.

N2012 Oph

Diese Nova wurde am 23. März mit 9.2 mag entdeckt und erreichte ein Maximum von 9.0 mag. Bist Ende März fiel die Helligkeit auf 10 mag und zehn Tage später lag auf 11.8 mag. Josch Hamsch beobachtete am 14. April einen möglichen Wiederanstieg um eine Größenklasse.

N2012-1 Sgr

Am 21. April begann eine Serie von Nova-Ausbrüchen im Sternbild Sagittarius: 9.6 mag zeigte die erste Nova bei ihrer Entdeckung und fiel bis Juni auf 14 mag ab.

N2012-2 Oph

Am 26. Mai wurde die Entdeckung einer weiteren Nova in diesem Sternbild bekannt gegeben, die sich auf sieben Tagen alten Aufnahmen gezeigt hatte. Die Helligkeit lag zum Zeitpunkt der Entdeckung bei 10.5 mag.

X Ser = Nova 1903

Die alte und langsame Nova X Ser zeigte am 30. Mai ihren zweiten jemals beobachteten Zwergnovaausbruch nach dem Jahr 2009. Das Maximum der Nova betrug vor mehr als 100 Jahren 8.9 mag, das aktuelle Ereignis lag um 14.8V mag.

N2012-2 Sgr

Entdeckt von Koichi Itagaki und Yukio Sakurai (beide Japan) zeigte diese Nova am 26. Juni 10 mag. Innerhalb von weniger als zwei Wochen sank die Helligkeit um drei Grö-

ßenklassen. Der Vollständigkeit halber soll die dritte Nova in Sgr nicht unerwähnt bleiben, sie zeigte aber nur 18 mag.

N2012-4 Sgr

Am 7. Juli entdeckten vier Beobachter unabhängig voneinander dieses helle Ereignis mit 8 mag bei einer Deklination von -27 Grad. Die Helligkeit fiel direkt langsam ab und lag nach einer Woche nur noch bei 9 mag.

N2012-5 Sgr

Am 16. Juli entdeckte Tadashi Kojima (Japan) diese Nova mit 12.6 mag.

Gamma-Cas-Sterne

Auf Wunsch eines Beobachters gehe ich hier auf die Entwicklung bei den meistens vernachlässigten GCAS-Sternen während der letzten Jahre ein. Die folgende Liste zeigt alle in der BAV Einzelbeobachtungsdatenbank verzeichneten Mitglieder der Sternfamilie. Die Beobachtungen stammen von der BAV, aus dem VSNET und von der AAVSO.

KX And: Mehr oder weniger regelmäßig von Jörg Neumann beobachtet zeigt dieser Stern Schwankungen zwischen 6.8 mag und 7.3 mag.

Gamma Cas liegt seit seinem letzten Buckel mit 1.8 mag im Jahr 1999 im Bereich 2.1 mag bis 2.3 mag.

V1322 Cyg wurde bis 2006 häufig von Jörg Neumann beobachtet und zeigt seitdem in den BAV-Daten große Lücken. Die Helligkeit schwankt zwischen 9.0 mag und 9.7 mag.

BN Gem liegt um 6.5 mag, ist aber kaum etwas für visuelle Beobachter.

OT Gem wird wieder hauptsächlich von Herrn Neumann beobachtet, ist aber durch den Helligkeitsbereich von 6.2 mag bis 6.7 mag durchaus interessant. Die Tendenz zeigte vom Jahr 2005 mit 6.5 mag einen kleinen Anstieg bis 2009 und seitdem wieder leicht fallende Werte.

RZ Lac soll laut GCVS zwischen 8.2 und 9.3 mag schwanken.

EW Lac liegt für visuelle Beobachter seit Jahren unverändert bei 5.3 mag.

V644 Mon liegt ebenfalls visuell unverändert bei 6.9 mag.

Chi Oph ist einer der GCAS-Sterne mit der meisten Aktivität: Von Mai 2005 bis Februar 2007 lag die Helligkeit bei 4.7 mag und stieg dann für wenige Monate bis auf 4.3 mag an, bevor sie bis September 2009 wieder um 4.6 mag bewegte. Bis Mitte 2010 verzeichneten die Beobachter einen weiteren langsamen Anstieg auf 4.3 mag.

V2048 Oph schwankt um 4.7 mag.

V451 Ori lag um das Jahr 1997 herum bei 8.7 mag, fiel bis zum Jahr 2003 auf 9.5 mag und verweilt seitdem in diesem Stadium.

Lambda Pav wird seit mehr als zehn Jahren von den südlichen Beobachtern ziemlich konstant bei 4.2 mag geschätzt.

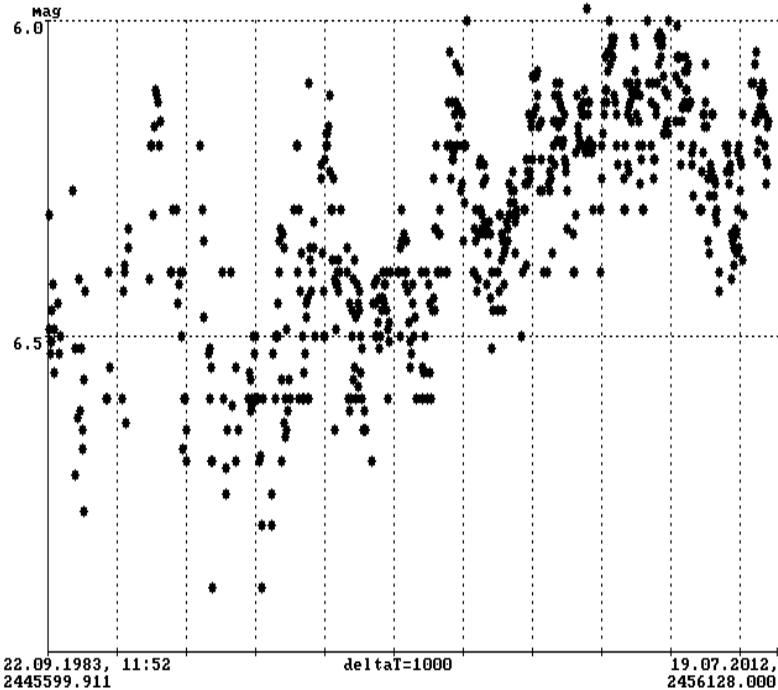
V361 Per ist ein weiterer Stern mit einiger Aktivität und gehört zu den am intensivsten verfolgten GCAS-Sternen in der BAV. In den letzten fünf Jahren lag die Helligkeit mit geringen Schwankungen bei 9.5 mag.

X Per zeigt die am dichtesten besetzte Lichtkurve aller GCAS-Sterne. Die beispielsweise über 10 Tage gemittelte Kurve zeigt einen schönen Verlauf, der von einer Art Minimum 1991/2 bei 6.6 mag mit zwei kleinen Buckeln bis zu einer Art Maximum mit 6.1 mag im Jahr 2007/8 führte. Seitdem fällt die Helligkeit über einen weiteren Buckel gegen Ende 2011 leicht abwärts.

Delta Sco zeigt kein besonderes Verhalten. Nachdem Ende des Jahres 2004 ein mehrjähriges Hoch mit bis zu 1.5 mag geendet hatte, liegt die Helligkeit seitdem zu meist unter 2.0 mag und erreichte lediglich im August 2011 für kurze Zeit 1.8 mag.

BU Tau ist ein weiterer Stern mit dichter Lichtkurve. Um 1998 herum zeigte er ein Maximum von 5.0 mag und fiel seitdem in der gemittelten Lichtkurve bis heute auf 5.5 mag ab.

Zeta Tau scheint für visuelle Beobachter in den vergangenen zehn Jahren fast konstant um 2.9 mag zu sein.



X Per aus Beobachtungen von BAV, VSNET und AAVSO, gemittelt über 10 Tage.

Literatur

- [1] VSNET Alert, <http://ooruri.kusastro.kyoto-u.ac.jp/mailman/listinfo/vsnet-alert>
- [2] AAVSO Newsletter, <http://www.aavso.org>

Ansprechpartner-Bericht Umgebungskarten

Kerstin Rätz

In Herges-Hallenberg ist eine größere Sammlung von Umgebungskarten stationiert, welche in den BAV-Blättern Nr. 6 erfasst ist. Zum großen Teil sind es AAVSO-Karten, es sind aber auch z. B. ungarische Karten und auch einige neuere von der BAV dabei.

Die in Papierform vorliegenden Karten können zwar für Interessenten kopiert werden, haben aber einen Nachteil: sie werden nicht aktualisiert. Teilweise sind die Vergleichs-sternhelligkeiten recht alte Angaben. Deshalb griffen wir in letzter Zeit hauptsächlich auf die von der AAVSO ins Internet gestellten Karten zurück. Diese ließen sich bis vor kurzem als GIF-Dateien herunterladen und ausdrucken. Wenn ein Sternfreund Karten bestellte, wurden die Karten immer direkt aus dem Internet geholt, in der Hoffnung, dann immer aktuelle Karten zu erhalten.

Jetzt gibt es bei der AAVSO einen Kartengenerator. Damit kann man sich ganz nach Wunsch einzelne Karten generieren und dabei selbst bestimmen, z. B. wie die Grenzgröße sein soll, ob Norden oben oder unten ist u. v. m. Diese Methode ist für die Beschaffung einzelner Karten günstig – hier kann man sicher sein, immer eine aktuelle Karte zu erhalten. Nur für die Wünsche einzelner Sternfreunde mit ganzen Listen von Sternen ist der Kartengenerator ungünstig, da die Erstellung von einer nach der anderen Karte dafür zu zeitaufwändig ist.

Bis vor kurzem konnte man meistens (nicht immer!) noch auf das Kartenverzeichnis (Kartenindex) bei der AAVSO zugreifen, aber seit der Existenz des Kartengenerators liegt die Annahme nahe, dass – falls noch verfügbar – diese Karten im Verzeichnis von der AAVSO keine Updates mehr erfahren. Aktuell war ein Zugriff auf den Kartenindex nicht möglich, es ist nicht auszuschließen, dass die AAVSO diese Funktionalität eingestellt hat.

Wenn nun alles in Veränderung begriffen ist, so wird nach einer Möglichkeit gesucht, auch weiterhin die Kartenwünsche von Sternfreunden zu erfüllen, welche nicht die Möglichkeit haben, selbst Karten aus dem Internet herunterzuladen.

Jahr	Bestell./Beobach.	Karten	Jahr	Bestell./Beobach.	Karten
1998/9	8/8	354	2010	1/1	46
2000	5/4	107	2011	3/1	41
2001	6/6	330	2012	3/3	51 bis August
2002	5/3	439			
2003	3/2	117			
2004	1/1	88			
2005	1/1	71			
2006	2/1	156			
2007	4/2	470			
2008	1/1	144			
2009	1/1	101			

Sektion 'Auswertung und Publikation der Beobachtungsergebnisse':

BAV-Publikationen und aktueller Beobachtungseingang

Joachim Hübscher

Zusammenstellung der Maxima und Minima in den BAV Mitteilungen

Auf Grund des enormen Zuwachses an CCD-Messungen von Maxima und Minima werden die Zusammenstellungen in den IBVS zukünftig bis zu viermal jährlich erfolgen und nicht mehr nur zweimal, wie bisher. Visuelle Maxima und Minima werden weiterhin jährlich (Redaktionsschluss 31. August) veröffentlicht.

Veröffentlichungen unserer Mitglieder ohne BAV Mitteilungen-Nummer

PZP Vol. 12 N 1 (16.02.2012)

Titel New Mira Variables from the ASAS-3 Database

Autoren Hümmerich, S., Bernhard, K.

Link <http://www.astronet.ru/db/varstars/msg/1252197>

IBVS 5999 Report No.7 (20.05.2011)

Titel Observations of variables <http://www.konkoly.hu/cgi-bin/IBVS?5999>

Autoren Hoffmann, D., Monninger G. Stern GSC 03851-00240

IBVS No.6100 Report No. 1

Titel Reports on new Discoveries <http://www.konkoly.hu/cgi-bin/IBVS?6100>

Autor Monninger, G. Stern GSC 03202-00370

IBVS No.6100 Report No. 4

Titel Reports on new Discoveries <http://www.konkoly.hu/cgi-bin/IBVS?6100>

Autor Monninger, G. Stern USNO-B1.0 1191-0155860

IBVS No.6100 Report No. 5

Titel Reports on new Discoveries <http://www.konkoly.hu/cgi-bin/IBVS?6100>

Autoren Hümmerich, S., Bernhard, K. Stern GSC 02504-01101

IBVS No.6100 Report No. 6

Titel Reports on new Discoveries <http://www.konkoly.hu/cgi-bin/IBVS?6100>

Autoren Hümmerich, S., Bernhard, K. Stern USNO-B1.0 1221-0206959

Posteingang der Sektion Auswertung vom 2.5. bis 29.7.2012

Es sind jeweils das Datum des Posteingangs, das BAV-Beobachterkürzel und die Anzahl der Lichtkurvenblätter angegeben.

02.05.12	WN	16	02.06.12	WTR	4	28.06.12	MZ	10
12.05.12	VLM	1	05.06.12	SV	2	10.07.12	SV	4
13.05.12	MS/FR	30	06.06.12	AG	289	18.07.12	DIE	1
14.05.12	VLM	1	13.06.12	SV	2	20.07.12	BHE	8
16.05.12	GB	23	17.06.12	WLH	1	24.07.12	SV	3
26.05.12	SV	2	17.06.12	WZL	1	29.07.12	SCI	13
31.05.12	MON	76	22.06.12	NMN	7			
31.05.12	VLM	1	27.06.12	SV	2			

Maxima und Minima im Kalenderjahr 2012

Stand: 29. Juli 2012

Beobachter		visuell	CCD ohne Filter	CCD mit Filter	Exo- planeten	MiniMax- Daten
Franz Agerer	AG		262	29		291
Dietmar Böhme	BHE		31			
Werner Braune	BR	4				
Martin Dietrich	DIE		1			
Gerd-Uwe Flechsig	FLG			3		
Peter Frank	FR		112			112
Rainer Gröbel	GB		8	15		
Hans Jungbluth	JU		10			10
Wolfgang Kriebel	KB	1				
Gerold Monninger	MON		8	111		
Wolfgang Moschner und Peter Frank	MS/FR		30			
Gisela Maintz	MZ		33			23
Jörg Neumann	NMN	42				
Lienhard Pagel	PGL			80		49
Wolfgang Quester	QU			18		2
Kerstin und Manfred Rätz	RCR/RAT		115			115
Kerstin Rätz	RCR	8				
Wolfgang Schubert	SCB	6				
Ulrich Schmidt	SCI		41			
Peter Sterzinger	SG		2			
Jörg Schirmer	SIR		1			1
Arthur Sturm	SM	1				
Helmut Strüver	SV	15				
Wolfgang Vollmann	VLM		4			
Guido Wollenhaupt	WLH		1			
Markus Wischnewski	WN			91		
Niklas Wischnewski	WNI			3		
Frank Walter	WTR		3	1		4
Edgar Wunder	WU			3		
Wolfgang Wenzel	WZL	1				
Summe	1.094	78	662	354	0	607

Die Beobachtungsstatistik wird seit dem letzten BAV Rundbrief anders als früher gegliedert. Uns ist wichtig, dass zu sehen ist, wer bereits CCD-Messungen mit Farbfiltern durchführt und uns auch die MiniMax-Daten zusendet.

Beobachtungsmeldungen an die BAV

Die BAV Blätter Nr. 16, in denen die Regelungen hierfür ausführlich beschrieben sind, wurden in den vergangenen Monaten mehrfach aktualisiert. Es gab Anregungen unserer Beobachter und Verbesserungen der Texte und Abbildungen. Inzwischen ist auf der BAV-Website die Revision 2.0 verfügbar.

Begriffserklärungen BAV Rundbrief 3-2012

Christoph Held

Nachfolgend sind die in diesem BAV Rundbrief neu aufgetretenen Begriffe erklärt. Eine Begriffssammlung seit BAV Rundbrief 4/2008 befindet sich im BAV-Web unter "Nützliches".

Kepler Satellit

Ein im März 2009 von der NASA gestartetes Weltraumobservatorium welches sich in einer heliozentrischen Umlaufbahn befindet und dessen primäre Aufgabe die Entdeckung von Exoplaneten ist. Kepler ist ein Schmidtteleskop mit einem Durchmesser von 1.4 m und einer freien Öffnung von 0.95 m.

Kepler photometriert permanent 145.000 Hauptreihensterne um Exoplaneten mittels der Transitmethode zu entdecken.

Neben 2300 Exoplanetenkandidaten, davon über 200 mit erdähnlicher Masse, wurden auch über 2100 klassische Bedeckungsveränderliche entdeckt.

Lorentz Kraft

Eine Kraft, die ein magnetisches oder elektrisches Feld auf eine elektrische Ladung ausübt. Benannt ist sie nach dem Physiker und Mathematiker Hendrik Anton Lorentz.

Die Bezeichnung ist allerdings uneinheitlich. Während die Lorentzkraft im engeren Sinne von magnetischen Feldern auf bewegte Ladungen ausgeübt wird, wird gelegentlich noch die Coulombkraft unterschieden, die von elektrischen Feldern auf unbewegte Ladungen wirkt.

Pan-STARRS

Panoramic Survey Telescope & Rapid Response System. Ein auf Hawaii im Aufbau befindliches Teleskopsystem zur kontinuierlichen Überwachung des Sternhimmels. Es soll aus vier jeweils 1,8 m Teleskopen bestehen. First Light des ersten Prototyps PS1 war im Juni 2006. Bei den Teleskopen, die ein drei Grad großes Gesichtsfeld erreichen, werden auch neuartige Technologien zur Verringerung der Seeingeinflüsse verwendet. Hauptsächlichste Aufgabe von Pan-STARRS ist die Überwachung des erdnahen Raums und die Suche nach potentiell gefährlichen Asteoriden und Kometen.

$v \sin i$

Ein Problem bei der Messung der Rotationsgeschwindigkeit eines Sterns liegt in der meist unbekanntem Orientierung der Rotationsachse des Sterns.

Bei einer Sicht direkt auf den Pol würde man keinerlei Dopplerverschiebung der Spektrallinien messen, während man die volle Rotationsgeschwindigkeit messen würde, wenn die Drehachse senkrecht zur Blickrichtung steht.

Man misst also nur das Produkt der äquatorialen Rotationsgeschwindigkeit und dem Sinus des Winkels i zwischen der Blickrichtung und der Drehachse.

Der Sinus eines Winkels ist kleiner oder gleich 1, so dass man immer nur eine untere Grenze der wahren Rotationsgeschwindigkeit erhält.

BAV-Materialien für Beobachter Veränderlicher Sterne

BAV Einführung in die Beobachtung Veränderlicher Sterne

Die vierte, ergänzte und erweiterte Auflage des bewährten Buches liegt seit Oktober 2009 vor. W. Braune, B. Hassforther und W. Quester beschreiben aus jahrzehntelanger Erfahrung die Beobachtungsvorbereitung, die Beobachtung und die Auswertung der Ergebnisse. CCD-Technik und visuelle Beobachtung sind ausführlich erläutert. Prof. Dr. E. Geyer gibt eine Übersicht der astrophysikalischen Grundlagen. Die 4. Auflage enthält wesentliche Erweiterungen weiterer Autoren zum Thema Auswertung.

318 Seiten, 118 Abbildungen, 10 Tabellen, Format 16 x 22,5 cm, glanzfolienkaschiert **22,00 €**

BAV-Umgebungskarten

Gedruckt auf Karton DIN A5 (solange der Vorrat reicht)

Bedeckungsveränderliche	- Standardprogramm 2010	32 Karten	4,00 €
RR-Lyrae-Sterne	- Standardprogramm	30 Karten	4,00 €
Delta-Scuti-Sterne		27 Karten	3,50 €
Cepheiden	- Feldstechersterne	20 Karten	3,00 €
Cepheiden	- Teleskopische Sterne	35 Karten	4,50 €

Auf CD-ROM im Format JPEG

Sämtliche oben aufgeführten BAV-Umgebungskarten, zusätzlich

Bedeckungsveränderliche	- Beobachtung erwünscht 2010	87 Karten	
Bedeckungsveränderliche	- Langperiodisch 2010	62 Karten	
RR-Lyrae-Sterne	- Programm 90	57 Karten	10,00 €

Hinweis: Für Mirasterne, Halb- und Unregelmäßige, Eruptive und Kataklysmische werden von der BAV die bewährten AAVSO-Karten verwendet. Sie sind unter folgendem Link zu finden: www.aavso.org/observing/charts/vsp/. Bei Fragen hilft Kerstin Rätz (s.Vereinsseite) gern weiter.

BAV Blätter Hilfsmittel zur Vorbereitung und Auswertung von Beobachtungen

1	Kleines Programm - Elf Umgebungskarten für Einsteiger	2. Aufl., 2009	16 S.	2,00 €
2	Tabellen - JD und Tagesbruchteile	4. Aufl., 2007	8 S.	1,00 €
3	Lichtkurvenblätter - Dokumentation von Maxima und Minima	5. Aufl., 2008	16 S.	2,00 €
5	Der Sternhimmel - Mit griechischen Buchstaben aller Sterne	2. Aufl., 2008	4 S.	0,50 €
7	Feldstechersterne - Veränderliche bis zur Grenzgröße 8,5 ^m	3. Aufl., 2006	4 S.	0,50 €
8	Die Übung der Argelandermethode (mit CD-ROM)	3. Aufl., 2010	12 S.	4,00 €
16	Beobachtungen für die BAV	neu 1. Aufl., 2011	5 S.	1,00 €

BAV Informationspaket Die sinnvolle Erstausrüstung für Einsteiger

BAV Einführung,

BAV-Umgebungskarten (Drei gedruckte Sätze (Bedeckungsveränderliche Standardprogramm 2010, RR-Lyrae-Sterne Standardprogramm, Cepheiden Feldstechersterne), BAV Blätter komplett,

BAV Circular mit aktuellen Jahresvorhersagen zu den BAV-Programmen.

37,50 €

BAV-Materialien auf der BAV-Website!

Sämtliche BAV-Blätter und BAV-Umgebungskarten können unentgeltlich herunter geladen werden.

neu

Bestellungen bitte an:

BAV, Munsterdamm 90, 12169 Berlin oder zentrale@bav-astro.de
Porto wird zusätzlich in Rechnung gestellt, wir bitten dafür um Verständnis.

BAV-Veröffentlichungen

BAV Mitteilungen Die Beobachtungsergebnisse der BAV seit 1950, mehr als 210 Publikationen.

BAV Rundbrief Das Mitteilungsblatt für unsere BAV-Mitglieder erscheint 4xjährlich seit 1952.

BAV Circular Daten und Jahresvorhersagen zu den Veränderlichen der BAV-Programme.

BAV Dateien Sämtliche Maxima und Minima der BAV seit 1950, über 47.000 Ergebnisse.

Unsere Mitglieder erhalten die BAV Mitteilungen, den BAV Rundbrief und das BAV Circular regelmäßig. Alle BAV-Veröffentlichungen sind auf der BAV Website verfügbar.

