

Aus den IBVS

Wolfgang Grimm

Eine Studie des hellen RR-Lyrae-Sterns CN Cam (IBVS 5805)

Nach der Entdeckung durch Strohmeier und Knigge (1961) wurde CN Cam als Bedeckungsveränderlicher klassifiziert. Weitere Untersuchungen zeigten, dass es ein RR-Lyrae-Stern vom Typ ab ist. Weitere Untersuchungen ergaben, dass CN Cam nicht nur einer der hellsten RRab-Sterne ist ($V_{\max} = 9.53m$), sondern auch zu denjenigen mit den kleinsten Amplituden (0.35m in V und 0.47m in B) gehört.

Neue Beobachtungen zeigten, dass die früher gemessenen Werte für Helligkeit und Amplitude weitgehend korrekt sind. Weiterhin wurden bei verschiedenen Phasen die Radialgeschwindigkeiten spektroskopisch bestimmt.

Wie andere Autoren darstellten, kann das Verhältnis schwerer Elemente zu Wasserstoff ("Metallizität") aus der Form der Lichtkurve und der Periode abgeleitet werden. Aus diesen Auswertungen ergibt sich eine absolute Helligkeit $M_v = +0.62m$. Annahmen über die Extinktion führen zu einer Entfernung von 594 pc. Mittels Werten für die Parallaxe und die Eigenbewegung haben die Autoren die galaktischen Koordinaten bestimmt.

Daraus ergibt sich, dass CN Cam im galaktischen Halo steht mit einer deutlich rückläufigen Bewegungsrichtung. Daher gehört er wohl zu einer Population akkretierter Halo-Sterne.

Erste BVRI Lichtkurve und Analyse des Algol-Sterns DI Hya (IBVS 5808)

DI Hya ist ein Bedeckungsveränderlicher mit der kurzen Periode von rund 0,6 Tagen. Die Maxima sind gleich hell, das Nebenminimum nur flach, jedoch bei längeren Wellenlängen tiefer, was auf einen deutlichen Temperaturunterschied der Komponenten deutet. Der Stern wurde an mehreren Nächten im Januar 2006 beobachtet. Mit jedem Filter wurden rund 350 Beobachtungen gewonnen.

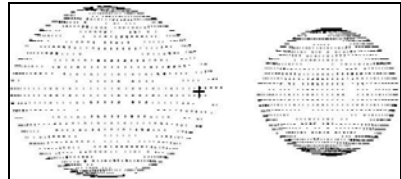
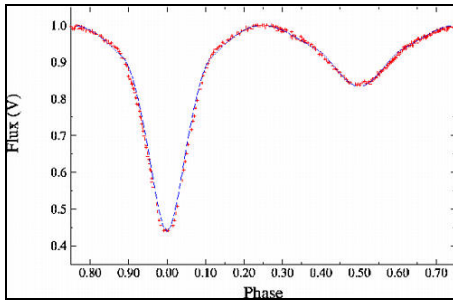
Da keine spektroskopisch bestimmten Radialgeschwindigkeiten bekannt sind, mussten einige Annahmen für die weitere Analyse gemacht werden. So wurde von einem Massenverhältnis $q = 0.42$ und einer Inklination $i = 83^\circ$ ausgegangen.

Es ergaben sich 2 mögliche Konfigurationen: ein komplett getrenntes System und ein halbgetrenntes System, bei dem die Hauptkomponente ihr Roche-Volumen ausfüllt. Da die Massenverhältnisse der beiden Modelle stark voneinander abweichen, wird ein aus der Radialgeschwindigkeit bestimmter Wert für genauere Analysen benötigt.

Die Autoren arbeiteten weiter mit dem halbgetrennten Modell. Danach hat die Hauptkomponente $2,01 M_\odot$ und hat sich kaum von der Hauptreihe entwickelt. Die 2. Kom-

ponenten hat $1,42 M_{\odot}$ und ist weiter entwickelt. Aus der Lichtkurve ergeben sich keine Hinweise auf Sternflecken.

Die folgenden Abbildungen zeigen links die Beobachtungen überlagert einer theoretischen Lichtkurve. Rechts ist ein Modell des Systems zu sehen. Das Kreuz kennzeichnet den Schwerpunkt des Gesamtsystems, der noch innerhalb der Hauptkomponente liegt. Diese ist durch die Anziehungskraft des 2. Sterns deutlich verformt.



Erste Analysen der Lichtkurven der Über-Kontakt-Doppelsterne EY Cas und NO Vul (IBVS 5812)

EY Cas ist ein Bedeckungsveränderlicher vom W-UMa-Typ mit einer Periode von 0,48 Tagen und einer Helligkeit im Maximum von 13.9m.

Für die Analyse wurden die Spektraltypen mit F2 und F1.5, sowie die Temperatur der 2. Komponenten mit 6700K angenommen. Die beobachtete Lichtkurve zeigt eine Verformung bei Phase -0.15, was möglicherweise durch Sternflecken verursacht werden. Nur durch Analyse der Lichtkurve kann die Masse der Komponenten nicht bestimmt werden. Dies ist nur durch weitere spektroskopische Beobachtungen möglich.

Ansonsten liegen die gewonnenen Werte in guter Übereinstimmung mit denen anderer Über-Kontakt-Systemen. Bemerkenswert ist der hohe Grad an Über-Kontakt von $F = 0.66$ (siehe auch Abb. unten links).

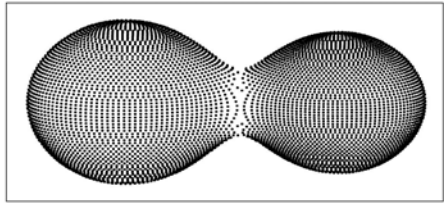
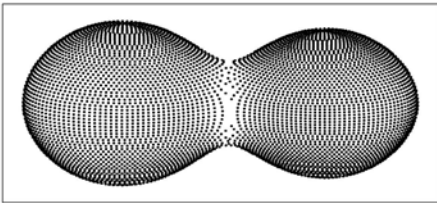
NO Vul ist ebenfalls ein Bedeckungsveränderlicher vom W-UMa-Typ mit einer Periode von 0,37 Tagen und einer Helligkeit im Maximum von 12.83m. Haupt- und Nebenminimum haben unterschiedliche Tiefe. Die Spektraltypen sind F8 und F8.5. Die Oberflächentemperatur wurde mit 6100K angenommen.

Aus den Beobachtungen wurde ein Modell des Systems berechnet, das unten rechts zu sehen ist.

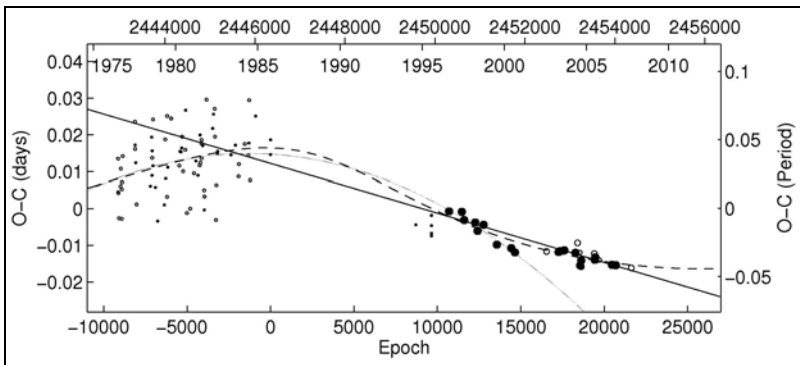
Aus 108 Minimumszeiten wurde eine B-R-Kurve erstellt (siehe unten). In einer früheren Analyse wurde für die Periode ein zusätzlicher quadratischer Term angenommen

(schwache strich-punktierte Linie im Diagramm). Die neueren Minima weichen jedoch von dieser Kurve ab. Ein Lichtzeit-Effekt könnte diese Abweichung erklären (gestrichelte Linie). Die Periode wäre etwa 64 Jahre mit einer halben Amplitude von 0.016 Tagen bei einer Exzentrizität von 0.41. Der ursächliche Körper hätte eine Masse von etwa $0.36 M_{\odot}$, was zu einem Spektraltyp von M2 führt. Der Beitrag zum Gesamtlicht ist etwa 1%.

Zur Klärung dieses Punktes werden weitere Minimumsbeobachtungen von NO Vul in den nächsten Jahren benötigt.



3D-Darstellung der Bedeckungsveränderlichen EY Cas (links) und NO Vul (rechts) bei Phase 0.25. Die Hauptkomponente ist jeweils der linke Stern.



B-R-Diagramm von NO Vul.

Photometrische Analyse eines neuen W-UMa-Systems in Vulpecula (IBVS 5824)

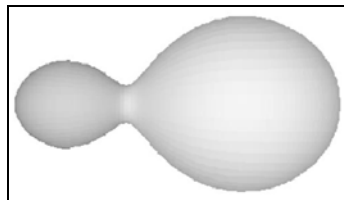
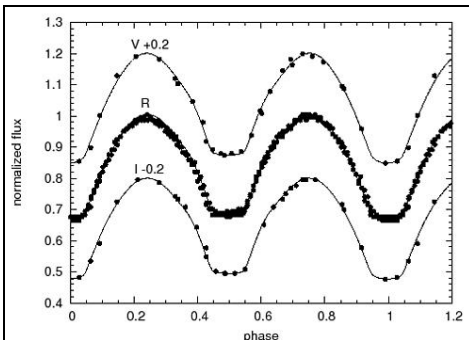
Im Rahmen eines Programms zur Beobachtung der Zwergnova VW Vul stellten die Autoren die Veränderlichkeit des Sterns GSC2.3 N32O092280 fest. Dies war auch schon in ASAS berichtet worden, jedoch ohne weitere Angaben zu Typ oder Periode.

GSC2.3 N32O092280 wurde daraufhin in mehreren Nächten im Juli 2007 mit einer CCD-Kamera und BVR_{CLC}-Filter beobachtet. Es zeigten sich Minima mit einer Tiefe von einige Zehntel Magnituden und einer Periode von rund 0.19 Tagen. Eine genauere

Analyse ergab eine leicht unterschiedliche Tiefe aufeinander folgender Minima, was typisch für W-UMa-Sterne ist. Damit ergibt sich eine Periode von rund 0.385 Tagen. Die relativ lange Dauer der totalen Bedeckung ($\sim 0.1P$) deutet auf ein extremes Massenverhältnis der beiden Sterne. Außerdem lässt sich damit darauf schließen, daß wir fast genau auf die Kante der Bahnebene schauen (Inklination nahe 90°).

Weitere Analysen der Daten führten zu folgenden Werten für das System: $M_1/M_2 = 0.195$, $T_1 = 6100$ K, $T_2 = 5912$ K. Damit ist GSC2.3 N32O092280 ein W-UMa-Stern vom A-Typ im Überkontakt, bei dem das Hauptminimum durch einem Transit der kleineren Komponente vor dem größeren Hauptstern entsteht.

Hier noch ein Diagramm mit den theoretischen Lichtkurven für die versch. Filter und darüber die Beobachtungspunkte sowie eine schematische Darstellung des Systems. Deutlich ist die fast konstante Helligkeit während der totalen Bedeckung zu sehen.



Entdeckung einer mit kurzer Periode pulsierenden Komponente beim Bedeckungsveränderlichen Y Leonis (IBVS 5826)

Y Leo ist ein Bedeckungsveränderlicher mit einer Periode von 1.68 Tagen, und einer Helligkeit zwischen 10.09 und 13.2. Die Hauptkomponente hat eine Masse von $2.6 M_\odot$ und den Spektraltyp A3.

Die Autoren beobachteten Y Leo in 3 Nächten Anfang 2008 mit CCD-Kamera und V-Filter, jeweils außerhalb des Hauptminimums. Dabei konnten Helligkeitsänderungen mit einer Amplitude von etwa 0.1m festgestellt werden. Eine genauere Analyse zeigte, dass die Veränderungen periodisch sind mit einer Frequenz von rund 35 Zyklen/Tag d.h. einer Periode von rund 41 Minuten. Dies deutet darauf hin, dass die Hauptkomponente ein δ -Scuti-Stern ist. Zur genaueren Klärung werden noch weitere Beobachtungen benötigt.

Bestätigung des RRd-Typs von V458 Her (IBVS 5840)

V458 Her wurde von Hoffmeister entdeckt und als RR-Lyrae-Stern vom Typ c mit einer Periode von rund 0.36 Tagen klassifiziert. Aus der Analyse von Daten des Northern Sky Variability Survey wurde der Stern der Gruppe der Sterne mit doppeltem Pulsationsmodus RRd mit einer Basisperiode von 0.48374 Tagen und einem Periodenverhältnis von 0.7442 zugeordnet. Nach der Analyse von ASAS-Daten wurde diese Zuordnung angezweifelt.

Im Juli/August 2007 und April/Mai 2008 wurde V458 Her u.a. vom BAV-Mitglied F.J. Hamsch zur Klärung der Klassifikation beobachtet. In der Analyse der Daten konnten weitere Frequenzen leicht identifiziert werden. Dabei hat die erste Oberschwingung die größte Amplitude.

V965 Cyg: ein Bedeckungsveränderlicher aus A- und F-Sternen mit starker magnetischer Aktivität ? (IBVS 5845)

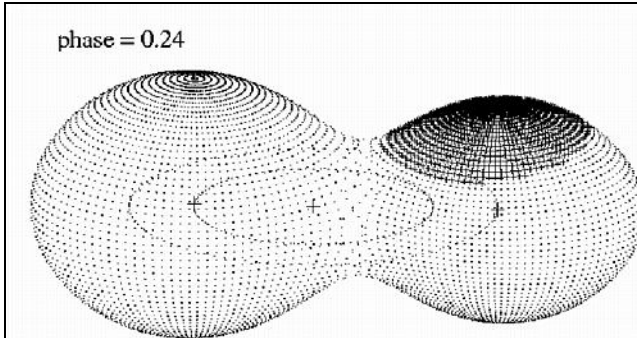
V965 Cyg wurde von Wachmann entdeckt. Zunächst war unklar, ob es sich um einen Bedeckungsveränderlichen vom W-UMa-Typ oder einen RR-Lyr-Stern handelt. Inzwischen ist die W-UMa-Natur gesichert mit einer Periode von rund 0.64 Tagen. Die Amplitude beträgt etwa 1m bei einer Helligkeit von 13.9m im Maximum.

Der Stern wurde in mehreren Nächten im Juli 2004 am Lowell-Observatorium mittels CCD-Kamera und UBVRI-Filtern beobachtet. Aus dem (B-V)-Wert ergibt sich, dass der Hauptstern den Spektraltyp A3 und eine Oberflächentemperatur von 8725K hat.

Die Analyse der nur 12 beobachteten Minima deutet auf einen möglichen quadratischen Term in den Ephemeriden. Hier sind weitere genaue Minimabeobachtungen dringend erforderlich.

Auch weitere Parameter des Sternsystems wurden bestimmt. So ergibt sich eine Temperatur von 7800K für den Sekundärstern und ein Massenverhältnis m_2/m_1 von 0.65. Die beiden Komponenten bilden ein Überkontakt-System mit einem 'fill-out'-Faktor von 76 % (d.h. die Sterne füllen den Raum zwischen innerem und äußerem Roche-Potential zu 76% aus). Außerdem befindet sich auf Sekundärstern ein großer heißer Fleck in der Polregion. Dies ist ein Indiz für starke magnetische Aktivitäten (siehe auch die schematische Darstellung weiter unten).

Die Autoren äußern die Vermutung, dass das V965 Cyg-System bald instabil wird und die beiden Sterne verschmelzen. Das Resultat wäre ein Stern vom FK CrB-Typ. Ein Hinweis auf die Entwicklung wäre eine abnehmende Periode. Daher verdient V965 Cyg weiterer Beobachtung.



Schematische Darstellung des Bedeckungsveränderlichen V965 Cyg

Aus den IBVS (kurz gefasst)

Wolfgang Grimm

5801, 5802, 5806, 5809, 5814, 5820, 5830, 5835, 5837, 5843:

In diesen IBVS sind für viele Bedeckungsveränderliche, darunter auch immer wieder BAV-Programmsterne, Minimumszeiten angegeben. Die Ergebnisse stammen teils aus CCD-, teils aus lichtelektrischen Beobachtungen. IBVS 5802 ist BAVM 186 und IBVS 5830 ist BAVM 193.

5811: Aus der Auswertung von Sonneberger Fotoplatten des Bereichs um α Oph wurden für 10 R-Lyrae-Sterne die bisher weitgehend unbekanntenen Elemente bestimmt.

5823: Im Rahmen des GEOS-Programms zur Überwachung von RR-Lyrae-Sternen werden 727 Maximumszeiten von etwa 150 Sternen aus den Beobachtungen zwischen Juli und Dezember 2007 angegeben.

Vom arXiv-Pre-Print-Server:

Dank der Hinweise von Hans-Günter Diederich im BAV-Forum (Dank an ihn für die Arbeit) bin ich auf einen Artikel im arXiv-Pre-Print-Server gestoßen, der sich mit dem zukünftigen Vorgehen bei der Auswertung von Lichtkurven Bedeckungsveränderlicher beschäftigt.

Im Folgenden habe ich Teile von Abstrakt und Einleitung zusammengefasst. Der komplette Artikel (rund 50 Seiten, 6MB) kann über <http://de.arxiv.org/pdf/0807.1724v1.pdf> abgerufen werden.

Methode zur Bestimmung der physikalischen Eigenschaften von Bedeckungsveränderlichen mittels künstlicher Intelligenz. I. Das EBAI Projekt.

Aus der Analyse der Lichtkurven von Bedeckungsveränderlichen (BV) können fundamentale Daten der Sterne gewonnen werden. Trotz der Bedeutung der Resultate für viele Bereiche der Astrophysik erfolgten diese Untersuchungen erst für wenige hundert BV. Die derzeitige Vorgehensweise erfordert hohen Einsatz des Bearbeiters, vor allem beim ersten Schritt der Analyse. Dies ist zur Zeit der Engpass in der Auswertung.

Bis 2020 werden durch Beobachtungsprogramme von der Erde und aus dem Welt- raum (z.B. OGLE, ASAS, Hipparcos, Gaia) Millionen neuer BV-Lichtkurven anfallen. Ausgereifte Programme zur Analyse der Lichtkurven stehen bereit. Eine Schlüsselstelle für die automatische Analyse ist die Angabe von passenden Anfangsparametern. Diese werden bisher vom Bearbeiter aufgrund von Expertenwissen erstellt, ein zeit- aufwändiger Prozess. Dieses Verfahren ist in Zukunft nicht mehr einsetzbar für die massenhaft anfallenden Daten.

Inzwischen gibt es mehrere Ansätze zur automatischen Analyse der Lichtkurven. Teil- weise arbeiten sie mit vereinfachten Sternmodellen, teilweise wird die LK mit Muster- kurven verglichen, um Startwerte für die weitere Rechnung zu erhalten. Letzteres benötigt noch viel Rechenzeit.

Die Herausforderung ist, die Vorteile hoch entwickelter Modelle zu nutzen und dabei die Rechenzeit begrenzt zu halten. Das EBAI-Projekt (Eclipsing Binaries via Artificial Intelligence) führt künstliche neuronale Netze (Artificial Neural Network (ANN)) ein. Diese sind darauf ausgerichtet, mittels des Modells von Wilson und Devinney sehr effizient die Analyse der Lichtkurven von BV durchzuführen.

Mit über 33.000 künstlichen Lichtkurven wurde das ANN trainiert, um Werte für die Parameter T_1/T_2 , $(R_1 + R_2)/a$, $e \cdot \sin \omega$, $e \cdot \cos \omega$ und $\sin i$ auszugeben. Das Ganze dauerte auf einer 2 GHz-CPU nur wenige Sekunden. Die Daten können dann als Ein- gabe für weitere Programme (z.B. mit WD-Code) zur Gewinnung eines Sternmodells benutzt werden. Zum weiteren Test wurden die Lichtkurven von 50 BVs aus dem Ca- talog and Atlas of Eclipsing Binaries (CALEB) sowie 2580 Lichtkurven der OGLE- Überwachung verwendet. Die Erfolgsrate, definiert durch eine Abweichung von weni- ger als 10 Prozent bei den erhaltenen Parametern, lag bei den OGLE-Daten bei etwa 90% und bei fast 100% bei dem CALEB-Mustersatz. Das verwendete Programm soll allgemein zugänglich gemacht werden.