Coralie Neiner,

Die Datenbank "BeSS" für Spektren von Be-Sternen

Artikel erschienen im
Journal für Astronomie Nr. 24,
Vereinszeitschrift der Vereinigung der Sternfreunde e.V. (VdS).

Bereitgestellt durch die VdS-Fachgruppe Spektroskopie.

Referenz:
C. Neiner, VdS-Journal Nr. 24 (2007) 9ff

Diese Datei ist nur für Ihren persönlichen Bedarf bestimmt. Änderungen sowie die Vervielfältigung auf einem anderen physischen oder virtuellen Datenträger sind untersagt!

Die Datenbank „BeSS“ für Spektren von Be-Sternen

von Dr. Coralie Neiner (aus dem Englischen übersetzt von E. Pollmann)

Be-Sterne sind sog. Nicht-Überriesen B-Sterne, in deren Spektrum mindestens einmal die Balmerlinien des Wasserstoffs als Emission in Erscheinung treten. In der Sternklassifikation steht darum das „e“ bei Be-Sternen für Emission. Diese Eigenschaft trifft auf ungefähr 20% aller Sterne des B-Typs im Feld unserer Galaxis zu und kann sogar einen größeren Anteil in anderen Umgebungen einnehmen (z.B. in der Magellanschen Wolke). Einige späte O- und frühe A-Sterne zeigen ebenfalls solche Emissionen und werden als eine erweiterte Klasse der Be-Sterne angesehen.

Die Phase der Emission in den optischen und infraroten Linien des Wasserstoffs (Abb.1) und mehrerer anderer Ionen wird als sog. Be-Phänomen bezeichnet und spiegelt Veränderungen in der Struktur der zirkumstellaren Hülle wider (Abb. 2). Diese werden höchstwahrscheinlich durch die Prozesse des episodischen Massenausstoßes des Zentralsterns verursacht. Die Gründe für die Entstehung des Be-Phänomens sind auch heute immer noch ungeklärt. Es ist aber allgemein akzeptiert, dass die Hüllen von Be-Sternen nach außen hin wegen der hohen Rotationsgeschwindigkeiten des Zentralstern abgeflacht sind.

Diese Rotationsgeschwindigkeiten sind jedoch normalerweise geringer als die kriti-

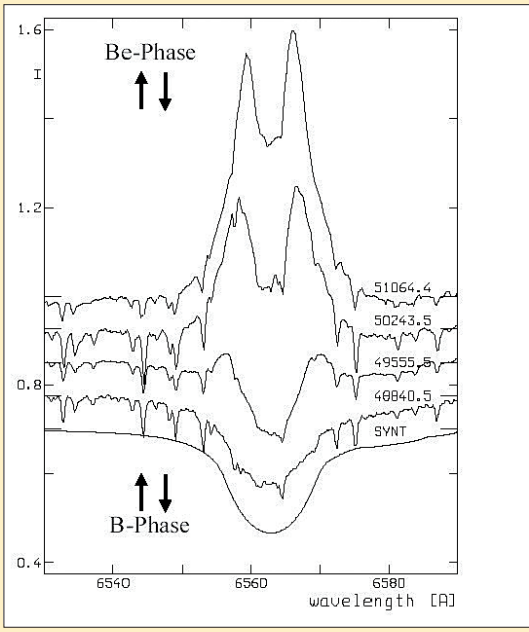


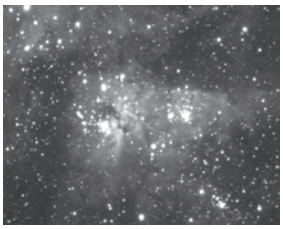
Abb. 1: Der Prozess der Typumwandlung B > Be > B > Be am Beispiel der Wasserstoff-Hα-Linie des Sterns Omikron And

ASTROCOM – Kompetenz auf breiter Basis

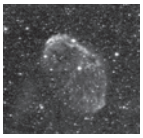
NEU! WATEC WAT-120N+ astronomische Video-Kamera: Überzeugend durch hohe Lichtempfindlichkeit, sehr gute Bildschärfe, einfache Bedienung und jetzt auch Kurzzeit-Belichtungen!

Die neue Watec-Kamera WAT-120N+ definiert als prädestinierte Deep-Sky-Kamera neue Maßstäbe in der Video-Astronomie. Sie kann bis zu 10 Sekunden belichten und hat eine viel bessere Signalqualität als bisher verfügbare vergleichbare Modelle; eine inhomogene Aufhellung des Hintergrundes ist praktisch nicht vorhanden. Das Bild der WAT-120N+ erscheint deutlich schärfer.

Die Kamera ist mit ihren 44mm x 44mm x 63mm extrem kompakt und macht praktisch an keinem Teleskop Befestigungsprobleme – mit einem kleinen Objektiv versehen kann man ohne Übertreibung von einer „Hosentaschen-Kamera“ sprechen! Das Bedienpanel der WAT-120N+ ist über ein ca. drei Meter langes Kabel mit der Kamera verbunden; der „Belichtungszeitverlängerungsfaktor“ kann in Zweierpotenzen von 2x bis 512x gewählt werden, wodurch sich eine minimale Belichtungszeit von 1/50 sec. und eine maximale von 10 Sekunden ergibt. Zusätzlich sind kurze Belichtungszeiten von 1/125, 1/250, 1/500, 1/1000 und 1/2000 sec möglich – ideal für helle Objekte wie Mond und Planeten!

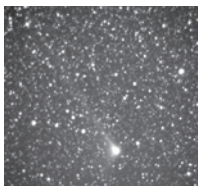


Sehr hilfreich ist hier die schnelle Reaktion der Kamera auf veränderte Einstellungen: Wenn von 1/50 sec. auf 10 sec. umgestellt wird, erscheint das erste lang-belichtete Bild auch wirklich nach 10 Sekunden – kein mi-



nutenlanges Warten, bis die volle Empfindlichkeit erreicht ist!

Schon mit sehr kleinen Instrumenten kann man spektakuläre Ergebnisse erreichen! Mit einem 70mm-Refraktor, einem H-alpha-Filter und der WAT-120N erreichte Martin Elsässer durch Addition von 552 Einzelbildern zu je 10 sec. Belichtungszeit dieses hervorragende Resultat (NGC 6888 „Crescent-Nebula“, links, © Martin Elsässer, München). Und mit gar nur einem Mini-Objektiv (F=25mm bei f/1,4) erreichte Hanns Ruder, Tübingen, diese spektakulären Aufnahmen des Kometen C/2002 T7 Linear (rechts) und mit einem 80/400mm Teleskop des Eta Carinae Nebels (links unten, jeweils 40 Bilder addiert). Weitere Infos auf www.astrocom.de!



WAT-120N+ Kamera mit Fernbedienung ..... *auf Anfrage*
Focal-Reducer 0,5x, C-Mount-Adapter und Preise für komplette Sets ..... *auf Anfrage*

ASTROCOM Binokular-Ansatz

Neues Modell (siehe Bild rechts) – jetzt werden die Okulare statt mit Klemmschrauben mit einer komfortablen Ringklemmung fixiert! Kein seitliches Dejustieren, kein versehentliches Verlieren der Klemmschrauben!

Mittlerweile diskutiert man schon lange nicht mehr, „ob“ binokulares Sehen einen Vorteil bringt, sondern „mit welchem Bino“ man an seinem Teleskop die besten Ergebnisse erzielt. Zu Recht, denn binokulares Sehen ist gegenüber der monokularen Betrachtung astronomischer Objekte **um Klassen besser!** Viele Stunden Beobachtung – ohne Ermüdungserscheinungen, ohne Überanstrengung der Augen, und mit phantastischen Ergebnissen! So könnte man es in Kurzform ausdrücken. Der subjektiv 3-dimensionale Anblick der Objekte durch zwei Augen entspannt nicht nur die Augenmuskulatur – das Gehirn nimmt auch Details wahr, die bei „ausgeschaltetem“ zweiten Auge sonst nicht wahrnehmbar sind. Beobachter schildern immer wieder den erhöhten Detailreichtum, berichten über klarere Farben und eine bessere Nutzung der Vergrößerung.

Unser Binokular-Ansatz kann an allen Teleskopen mit 1¼ Anschluß benutzt werden und nimmt 1¼-Okulare auf. An Newton- und anderen Teleskopen, die die erforderlichen 100mm Fokussierweg nicht besitzen, ist der Einsatz mit Hilfe unserer 1,6x MagniMax dennoch möglich!

Technische Daten:
- Freie Öffnung 23mm
- Augenabstand stufenlos einstellbar zw. 52mm und 75mm
- Dioptrien-Ausgleich durch gefühlvolles Drehen der Okularsteckhülsen
- Justierte Prismen – keine Doppelbilder!
- Solides Metallgehäuse mit 1¼ Okularsteckhülsen
- Einsteckhülse besitzt 1¼ Filtergewinde
- Geringer optischer Weg (nur 100mm)
- Leichtgewicht: Nur 500 Gramm (ohne Okulare)

ASTROCOM Binokular-Ansatz mit Aufbewahrungsbox ..... ***nur € 145,00***
AC555 MagniMax 1,6x Barlow-Linse (für Newtons, etc.) ..... ***nur € 42,00***

Viele weitere interessante Produkte sowie eine aktuelle Schnäppchenliste mit günstigen Angeboten finden Sie im Internet unter **www.astrocom.de**!

ASTROCOM GmbH/Abt. 0 • Fraunhoferstr. 14
D-82152 MARTINSRIED / MÜNCHEN
☎ ☺ (089) 8583 660 • Fax (089) 8583 6677
eMail: service@astrocom.de • www.astrocom.de

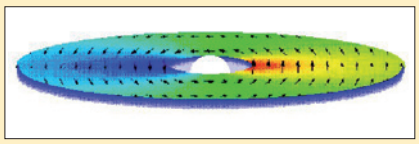


Abb. 2:
Schematische Darstellung einer rotierenden, zirkumstellaren Be-Sternscheibe, deren Entstehungsursachen bis heute noch nicht eindeutig geklärt sind.

schen Werte, bei denen dieZentrifugalkraft Sternmaterial wegschleudert. Darum ist die Zentrifugalkraft selbst nicht ausreichend, um die Bildung einer Scheibe um diese Sterne zu erklären. Es sind daher noch andere Mechanismen für ein zusätzliches Drehmoment erforderlich, um den Massenausstoß zu erklären. Die z. Zt. wichtigsten vorgeschlagenen Erklärungen sind Stoßwellen in einem nichtradialen Pulsationsmodell und das Vorhandensein magnetischer Felder.

Be-Sterne durchlaufen auf allen Zeitskalen Veränderungen bezogen auf unterschiedliche physikalische Phänomene, allen voran die schnellen periodischen Variationen hinsichtlich der Rotation (Abb. 3) und Pulsation (Abb. 4).
Außerdem beobachtet man Langzeitvariationen, die mit den stellaren Winden und der Sternscheibe selbst verknüpft sind. Schließlich gibt es die episodischen Variationen der Materieausbrüche des Zentralsterns, die mit einem Massetransfer in die Scheibe einhergehen. Deshalb bleiben Be-Sterne auch heute noch, eineinhalb Jahrhunderte nach ihrer Entdeckung, für die professionellen Astronomen ein Mysterium und für die Amateure faszinierende Objekte. Tatsächlich hält die Beobachtung eines Be-Sterns immer wieder neue Überraschungen bereit, selbst wenn der gleiche Stern bereits vorher untersucht worden ist. Weder sind zwei Be-Sterne, noch sind zwei Spektren eines gegebenen Be-Sterns identisch. Amateurbeobachtungen von Be-Sternen sind darum sehr zahlreich und haben oft zu professionellen Studien dieser Objekte beigetragen.

Obwohl die kurzzeitigen Variationen von Be-Sternen leicht durch Beobachtungen während einiger Tage oder Wochen studiert werden können, erfordert die Studie von Langzeitphänomenen oftmals eine Sammlung von Beobachtungsmaterial aus mehreren Dekaden. Die Untersuchung der spektralen Langzeitvariationen eines Be-Sterns ist darum normalerweise auf alle gesammelten und verfügbaren Spektren angewiesen. Dies kann jedoch u. U. zu einem enormen Arbeitsaufwand anwachsen, wenn Daten über die ganze Welt verteilt sind, zudem nur in unterschiedlichen Formaten verfügbar sind und darüber hinaus nur kleine Informationsbestandteile in unterschiedlichen Datensätzen vorliegen. Außerdem sind die durch Amateure erhaltenen Spektren normalerweise der professionellen Astronomie weder bekannt noch verfügbar, obwohl sie wichtige wissenschaftliche Informationen enthalten. Dies ist der Grund, weshalb es wichtig erscheint, alle verfügbaren Spektren von Be-Sternen an einem Ort, in einem einheitlichen Format, mit allen relevanten Informationen für die spätere Analyse zusammenzufassen, um so auch einen leichteren Austausch zwischen den professionellen und den Amateurastronomen zu ermöglichen.

Mit diesem Ziel entstand die Idee der Zusammenarbeit zwischen der professionellen und der Amateurastronomie in Form einer Be-Sternspektrum-Datenbank: BeSS, http://basebe.obspm.fr. BeSS ist ein neues, von der gesamten weltweiten Beobachtergemeinde zu verwendendes, auf Be-Sterne ausgerichtetes Werkzeug. Es enthält einen Katalog von allen (~2000) bekannten Be-Sternen mit ihren Parametern und sammelt verfügbare Spektren, die von professionellen und Amateurastronomen gewonnen wurden.

BeSS ist dabei eine Zweiwege-Datenbank: Daten und Spektren können herunter und hoch geladen werden. Damit erlaubt sie der gesamten Be-Stern-Gemeinschaft einen Datenaustausch von Beobachtungen von diesen Objekten:
Der Be-Sternkatalog und die Spektrensammlung können direkt auf der Webseite von BeSS oder via virtuellem Observatorium durch Eingabe des Sternnamens, oder auch der Sternhelligkeit, der Koordinaten, des Beobachtungsortes oder des Beobachternamens abgefragt werden. Der Benutzer erhält Informationen über den Stern (stellare Parameter) oder über die Spektren (Beobachtungsdatum, Instrument, etc.). In naher Zukunft wird es möglich sein, interaktiv Spektren zu visualisieren.

Die BeSS-Datenbank ist anfänglich mit Spektren, die in verschiedenen anderen Datenbanken enthalten waren (z.B. ELODIE-Archiv des OHP (Observatoire de Haute-Provence) oder GAUDI des Satelliten COROT), gefüllt worden. Professionelle und Amateurastronomen, die Be-Sternspektren besitzen, sind eingeladen, diese in BeSS einzustellen. Dafür ist es allerdings erforderlich, ein Formblatt auf der BeSS-Webseite auszufüllen und ein erstes Be-Sternspektrum bereitzustellen. Das Format dieses Spektrums wird automatisch beim Hochladen bezüglich seines Inhaltes durch einen Administrator geprüft. Dabei gelten die gleichen Kriterien hinsichtlich Annahme/Zurückweisung sowohl für die professionellen wie für die Amateurspektren, um die Brauchbarkeit und Richtigkeit der Daten sicherzustellen.

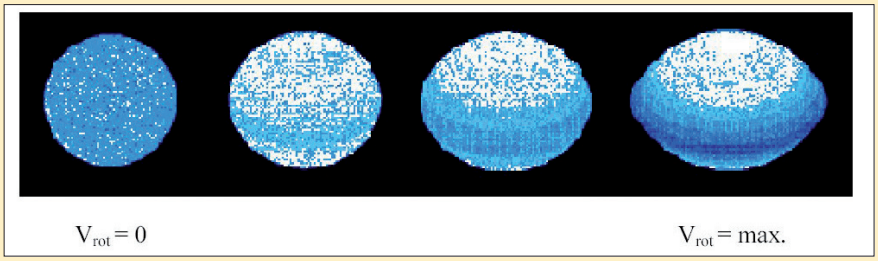


Abb. 3:
Zunehmende Rotationsgeschwindigkeit im Laufe der Entwicklung eines Be-Sterns

Sobald das erste Spektrum eines Nutzers von den BeSS-Administratoren validiert worden ist, erhält er durch eMail ein Login mit Kennwort für die Datenbank. Danach ist dem Benutzer erlaubt, seine Sternspektren abzulegen. Allerdings werden durch die Administratoren auch weiterhin in regelmäßigen Abständen Spektren der Benutzer kontrolliert. Die in BeSS abgelegten Spektren müssen der BeSS-Formatspezifikation entsprechen. Die Spektren müssen einfache FITS-Dateien einschließlich Header mit einigen vorgeschriebenen Schlüsselworten sein.

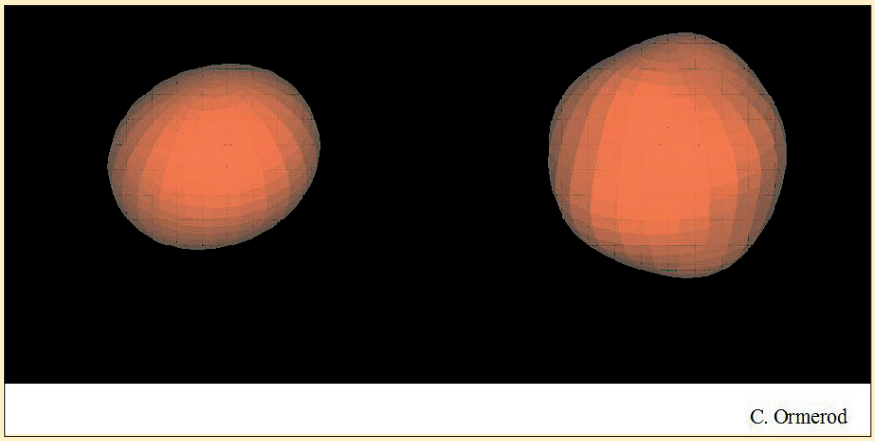


Abb. 4:
Computersimulationen zur Verdeutlichung (hier zweier unterschiedlicher sog. Moden) von nicht-radialen Pulsationen, wie sie in Be-Sternen beobachtet werden können.

In den meisten der von Amateuren verwendeten Programme zur Spektrenreduktion sind diese Formatspezifikationen integriert. Auf der BeSS-Webseite befindet sich die komplette Dokumentation des Formats. Außerdem steht ein Werkzeug zur Verfügung, mit dem die Dateien auf ihre Formatkonformität überprüft werden können. Der Benutzer wird beim Hochladen seiner Spektren nach Details bezüglich des zur Spektrenaufnahme verwendeten Instrumentariums, nach dem Beobachtungsort und dem Autor der Spektren gefragt, falls dies nicht schon vorher in BeSS registriert wurde. Auf diese Weise wird den Benutzern, die Spektren von BeSS herunterladen, alle notwendigen Informationen zu diesen Daten vollständig bereitgestellt.

Die BeSS-Datenbank wird besonders nützlich für die professionellen Astronomen im Fall von Studien zum Langzeitverhalten des Be-Phänomens sein, da es Spektren über mehrere Dekaden bereitstellt. Zugleich erlaubt BeSS Amateurastronomen den Austausch ihrer Spektren mit der professionellen Astronomie zur wissenschaftlichen Verwendung sowie das Herunterladen professioneller Daten für ihre eigenen Arbeiten. Allerdings wird BeSS nur dann erfolgreich sein, wenn Beobachter, die Be-Sternspektren besitzen, diese tatsächlich auch dort ablegen.
Wir benötigen deshalb unbedingt Ihren Beitrag!

Observatoire de Paris - Site de Meudon
5, place Jules Janssen
92195 Meudon

Spektroskopie der wachsenden zirkumstellaren Scheibe im Binärsystem δ Scorpii

von A. Miroshnichenko[1,2], K. Bjorkman[1], N. Morrison[1], J. Wisnieswski[1], N. Manset[3], H. Laveto[4], M. Grosso[4], E. Pollmann[5], Ch. Buil[6] und D. Knauth[7] (Auszug aus A&A 408, 305-311, 2003, übersetzt u. gekürzt v. E. Pollmann)

Einleitung

Der Stern δ Sco ist ein exzentrisches binäres System mit einer Periode von ~10.6 Jahren und einer der hellsten Sterne am Himmel, dessen Bahn durch interferometrische Beobachtungen während etwa 20 Jahren verfolgt worden ist (Hartkopf et al. 1996). Bis vor kurzem zeigte das System keine Linienemission. Coté & van Kerkwijk (1993) ermittelten eine schwache Doppelpeakemission nahe dem Periastron 1990, wobei jedoch von einer Zunahme der Linienstärke in den Jahren danach nichts berichtet wurde.

Eine stufenweise Zunahme der Helligkeit von δ Sco im sichtbaren Spektralbereich wurde nahe dem darauf folgenden Periastron im Juni 2000 beobachtet (Otero et al. 2001). Spektroskopische Beobachtungen im daraufhin einsetzenden Monitoring führten zur Entdeckung der Linienemission. Eine Studie des Hα-Linienverhaltens, wie bereits im Artikel 1 berichtet, führte durch Analyse der Linien-Radialgeschwindigkeiten (Vr) zu einer Verfeinerung des binary-Orbits, sowie zur Erklärung für die 2 Monate dauernde Minimumshelligkeit bezogen auf das Periastron, sowie zu dem Vorschlag, dass dieser beobachtete Ausbruch langlebiger sein würde. Insbesondere wurden von Miroshnichenko et al. (2001) die Bahnexzentrizität e = 0,94 (±0,01) und der Neigungswinkel der orbitalen Rotationsachse in Bezug auf die Sichtlinie I = 38° (±5°) ermittelt.

Die Emissionslinienprofile, die im Spektrum von δ Sco gesehen werden können, sind sehr ähnlich denen von klassischen Be-Sternen und werden vermutlich in zirkumstellaren, abgeflachten quasi-Kepler-Scheiben gebildet. Die Struktur solcher Scheiben ist bis heute noch nicht vollständig verstanden. Nur sehr wenige Sterne haben bis heute dahingehend Scheiben entwickelt oder ihre Scheiben verloren, wie etwa der Stern π Aqr (Bjorkman et al. 2002), der seine Scheibe über einen Zeitraum von ~ 6 Jahren verlor, oder auch 60 Cyg (Koubsky et al. 2000), welcher Langzeit-Emissionslinienveränderungen von etwa ~10 Jahren zeigte.

Die Übergangsstadien jedoch, von fehlender Scheibe hin zu voll ausgebildeter Scheibe und wieder zurück, sind bisher nicht gut dokumentiert worden. Vor kurzem stellte Rivinius et al. (1998) eine ausführliche spektralanalytische Studie der frühen Stadien der Scheibenentwicklung um den Be-Stern μ Cen dar, die die bis jetzt einzige Studie in ihrer Art war. Beobachtungen dieser Art sind sehr wichtig, um die Mechanismen der Scheibenbildung und

[1] Ritter Observatorium, Universität Toledo, USA, [2] Pulkovo Observatorium, St. Petersburg, Russland, [3] CFHT Corporation, Kamuela, USA, [4] Complejo Astronomico El Leoncito, San Juan, Argentinien, [5] Sternwarte Vereinigung der Sternfreunde Köln, [6] Castanet-Toulouse, Frankreich, [7] John Hopkins Universität, Baltimore, USA