SPEKTRUM

Mitteilungsblatt
über

Astro-Spektroskopie für Amateure

Herausgeber:
Ernst Pollmann
Emil-Nolde-Str.12
51375 Leverkusen

Ausgabe Nr. 49 (01/2015)
ISSN: 1869-4454

Einzelheft als pdf-Datei: 2,00 €

Impressum
Das Mitteilungsblatt SPEKTRUM erscheint halbjährlich jeweils im April und Oktober in der alleinigen Herausgeberschaft von Ernst Pollmann, 51375 Leverkusen, Emil-Nolde-Straße 12.
Redaktionelle Bearbeitung: Roland Bücke, Ernst Pollmann
Für den Inhalt sind die Autoren selbst verantwortlich.

Kontakt
Ernst Pollmann
Emil Nolde Straße 12
51375 Leverkusen

eMail: ernst-pollmann@t-online.de
Telefon: 0214-91829

Achtung: geänderte Bankverbindung:
Konto Nr. 1010392019
Bankleitzahl: 37560092
Volksbank Rhein-Wupper eG, Leverkusen
IBAN: DE56375600921010392019
BIC: GENODED1RWL

Inhalt

		Seite
R. Walker:	Tanz der Komponenten im Doppelsternsystem alpha Virginis	1
M. König:	Der Einstieg in die Spektroskopie mit dem DADOS-Gitterspektrographen	3
E. Pollmann:	Regelpublikationen von Amateuren bei der IAU	5
B. Koch:	Das Spektrum des Kometen C/2014Q2 Lovejoy	6
S. Hess:	Der Spektrograph BACHES	7
A. L. Calvente:	Preliminary Resolution Study LHIRES III with holographic grating 3600 l/mm	13
J. Ferreira:	Nova Delphini Low Resolution Spectroscopy	20
F. Cochard:	Why do we observe Be stars?	22
E. Pollmann:	Die Periastronpassagen von 28 Tau 2012-2015	25

Tanz der Komponenten im Doppelsternsystem alpha Virginis

(von Richard Walker)

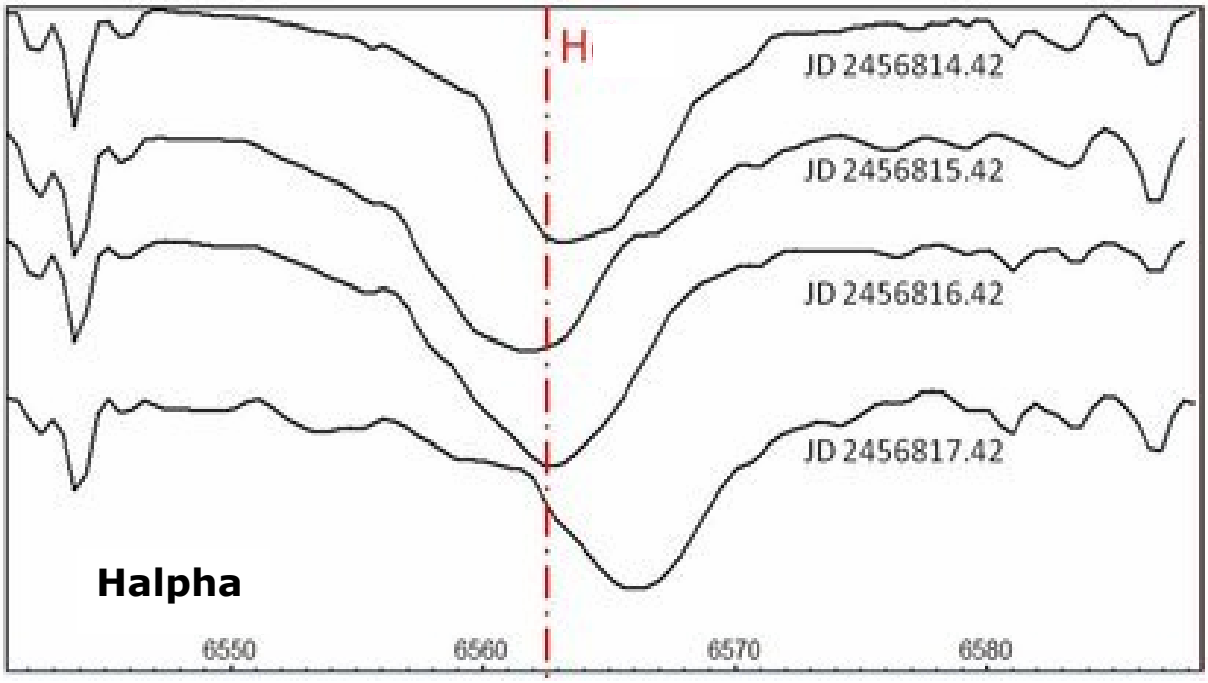
Spica, oder α Vir, ist ein eng umlaufendes Doppelsternsystem mit einer Orbitalperiode von 4.01 Tagen. Hier umkreisen sich zwei Giganten der frühen B-Klasse (B1 III-IV und B2 V) in einem mittleren Abstand von nur 0.12 AE (~18 Mio km)! Im Gegensatz zur A-Komponente, welche sich bereits auf den Riesenast zubewegt, befindet sich die B-Komponente noch auf der Hauptreihe. Deren absolute Leuchtkraft ist daher ca. 8x schwächer. Mit dem SQUES Echelle Spektrographen von Martin Huwieler konnte ich vom 5. bis 8. Juni 2014 einen vollen Viertagesorbit der Hα- und der HeI 6678-Linie dokumentieren (siehe nachfolgende Abb.) Bei Hα wurden die einfach zu identifizierenden Wasserlinien manuell mit der VSpec-Funktion "Operations/Interpole zone" wegretuschiert. So war es möglich, je am linken und rechten Rand eine atmosphärische - und somit unbewegte H_2O Linie - als optische Referenz stehen zu lassen. Die Eichung der Wellenlänge erfolgte mit Hilfe der atmosphärischen Wasserlinien. Bei der HeI 6678-Linie entspricht die Eichung der Echelle Ordnung 34, welche mit der Relco He/Ne/Ar "Lampe", kalibriert wurde.

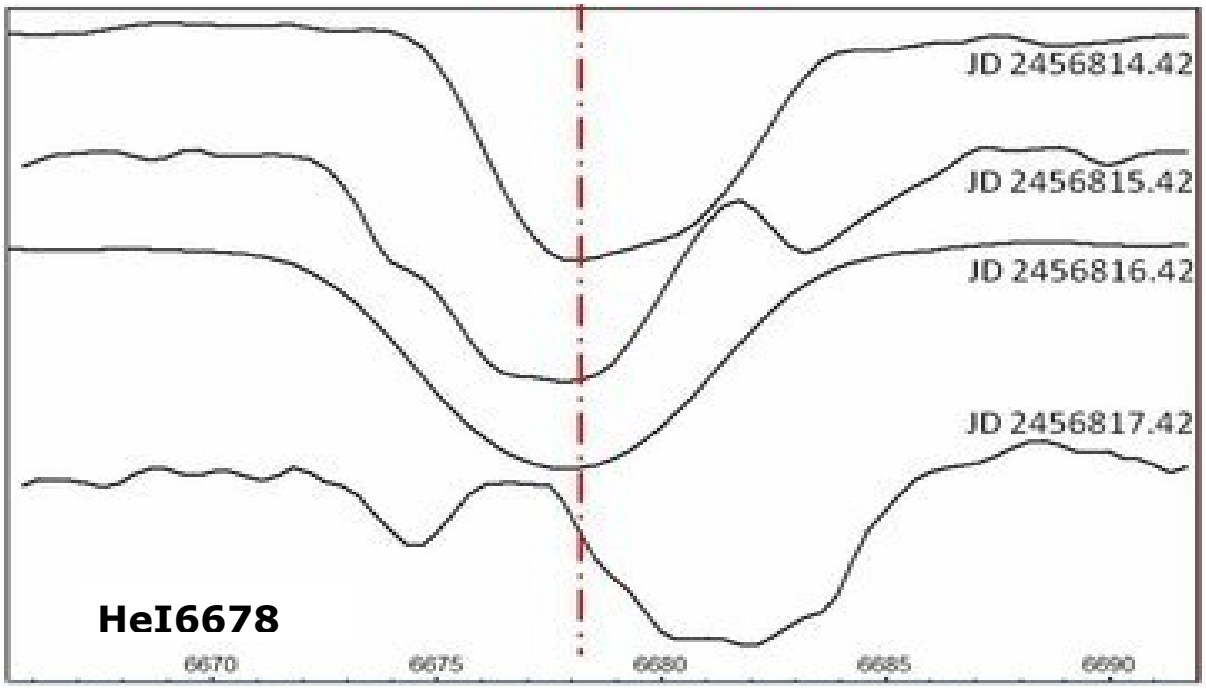
α Vir gilt als SB2 System weil die durch den Dopplereffekt gespreizten Linien beider Komponenten im Spektrum erscheinen. Infolge der beträchtlichen Helligkeitsdifferenz dominiert hier allerdings klar die Absorption der A-Komponente. Bei der Hα-Linie ist die B-Komponente nur an einem Knick im oberen Flankenteil erkennbar, welcher jeweils der Doppler-bedingten Auslenkung gegenüber erscheint. Bei der HeI 6678-Linie sind hingegen deutlich zwei Absorptionen unterschiedlicher Intensität sichtbar. Die Aufspreizung der Linie ist hier aber nicht so schön symmetrisch, wie man es beim Lehrbuchbeispiel Mizar A oder bei β Aurigae kennt, wo sich zwei identisch klassierte A-Sterne umkreisen.

α Vir ist außerdem für seine β Cephei-Linienprofilvariationen bekannt, deren Ursachen den sogenannten nicht-radialen Pulsationen zugeschrieben werden. So stellte sich die Frage, inwieweit diese additiven Profilvariationen in den beobachteten Variationen zu berücksichtigen waren. Im Bulletin of the American Astronomical Society, Vol. 37, p.1364 (American Astronomical Society Meeting 207, #122.05) schreiben Dukes, R. J., Jr.; Sonnett, S. M.; Mills, L. R. in ihrem Artikel "*A Follow-up on the Death of Pulsation in Spica*" dazu folgendes:

The bright star Spica has long been known to be a spectroscopic binary (Vogel, 1890, AN, 125, 305). Shobbrook et al. (1969, MNRAS, 145, 131) found it to be a Beta Cephei variable. Several studies of the Beta Cephei variation were conducted from 1967 - 1974. Lomb (1978, MNRAS, 185, 325) found that the pulsation amplitude had been decreasing and, by 1972, had become undetectable.

While there have been sporadic reports of detection of short period light variation, none of these have been confirmed. In order to monitor the presence or absence of the strong pulsation, we obtained approximately 1000 Stromgren four-color observations on 130 nights during the 1996, 1997, and 2005 seasons. We have good phase coverage of the 4.01-day orbital period, enabling us to both verify the apsidal period and to examine the variation in temperature due to ellipsoidal variation.A major problem with this star is removing the ellipsoidal variation in order to search the residuals for pulsation; when the pulsation amplitude dominated the ellipsoidal amplitude the problem was the opposite. After fitting the orbital frequency and its harmonics to the photometric data, we examined the residuals for signs of pulsation. We can definitively state that there is no sign of the original 5.75 c/d term. As for the various other frequencies suggested by various observers, the case is not as clear. There is some indication of the 8-hour period found by Smith (1985, ApJ, 297, 224) from the v filter analysis, but this has not yet been confirmed with analyses of the other filter data. This work has been supported by National Science Foundation grants to the College of Charleston and by a South Carolina Space Grant Undergraduate Research Award to one of us (SMS).





Umlauf des Doppelsternsystems alpha Vir (Spica)

T = 4.01 Tage
Radialgeschwindigkeit Vr = 1.0 km/s (CDS)
Aufgenommen mit Echelle-Spektrosgraph SQUES am 5. – 8. August 2014

Der Einstieg in die Spektroskopie mit dem DADOS-Gitterspektrographen oder – wie misst an die Radialgeschwindigkeit von M31?

(von Michael König)

Die Wahl des Spektrographen

Über viele Jahre habe ich als Amateur-Astrofotograph immer wieder den Gedanken verfolgt, auch spektroskopisch zu arbeiten. Neben den „pretty pictures" interessierte mich die Astrophysik, die man aus den Spektren von Galaxien ableiten kann. Zwar habe ich einige Male Bauanleitungen von Spektrographen im Internet studiert, doch diese konnte ich aus Mangel an Zeit nicht umsetzen. Mein Wunsch war ein fertiges Produkt, das ich an mein Teleskop, einem 14" Hypergraphen, montieren kann und das sich zur Aufnahme von Spektren lichtschwacher Objekte eignet.

Mein Ansatz war der, einen Gitterspektrographen mit einer Auflösung im Bereich von R=200 bis 600 zu suchen, der an meine SBIG CCD-Kamera montiert werden konnte. Er sollte außerdem auch eine Nachführeinheit beinhalten, die es ermöglicht, die Objekte direkt auf dem Spalt nachzuführen. Die Wahl fiel im September 2014 auf den Dados-Gitterspektrographen der Firma Baader-Planetarium [1].
Ich erwarb die Spektralgitter mit 200 und 900 Linien/mm sowie eine Neon-Kalibrationslampe. Zur Montage am Teleskop musste extra ein M68/T2 Adapter angefertigt werden (Abb. 1). Die verwendete SBIG STL-11000 Kamera ist kein Leichtgewicht, daher war eine stabile Fixierung eine Voraussetzung für reproduzierbare Ergebnisse. Mit dem 200-er Gitter erreicht man eine Auflösung von ca. 3.5 Ångström pro Pixel, so dass man in Längsrichtung auf dem Chip für das sichtbaren Spektrums etwa 1000 Pixel benötigt.

Abb.1 – DADOS-Spektrograph, montiert am 14" Hypergraphen. Man erkennt die zwei Würfel des DADOS. Der Würfel direkt am Teleskop beinhaltet die Nachführeinheit (noch ohne Guider); im zweiten Würfel befindet sich das Gitter.

Die ersten Versuche mit dem Dados-Spektrographen dienten der Kalibration. So konnte ich mit Tageslichtspektren die atmosphärischen Linien identifizieren und, wie wohl alle Spektroskopie-Einsteiger, mit heißen Sternen die Wasserstoff-Absorptionslinien vermessen. Ich untersuchte weiterhin, wie sich die drei Spaltbreiten von 25, 35 und 50µm der Dados-Spalteinheit auf die Helligkeit der Spektren und die Linienbreite auswirkt.

Das Spektrum von M31

Weitere Versuche führten mich zu den planetarischen Nebel des späten Sommerhimmels und damit auch zu ersten Linienidentifikation schwerer Elemente. Unter Berücksichtigung der Fehlergrenzen des DADOS entsprach die Lage der Linien denen der Ruhewellenlänge. Mein nächstes Objekt war der Andromedanebel M31, der sich mit seiner großen Helligkeit von 4 mag gut zur Bestimmung der Radialgeschwindigkeit aus der Dopplerverschiebung der Spektrallinien eignen sollte.
Das gewonnene M31-Spektrum (Abb.2) wurde mit der Software VSpec [2] weiter bearbeitet. Das spektrale Profil zeigt den Verlauf des Kontinuums der Galaxie ohne Korrektur der Response-Funktion der CCD-Kamera. Die schwachen Emissionslinien gehen auf irdische Störquellen zurück. Neben den atmosphärischen O_2-Linien im rechten Teil des Spektrums fallen zwei deutlich sichtbare Absorptionslinien auf (Abb.3). Weiter links, im kurzwelligen Bereich, ist noch eine weitere Absorptionslinie zu erkennen, die weniger stark ausgeprägt ist.

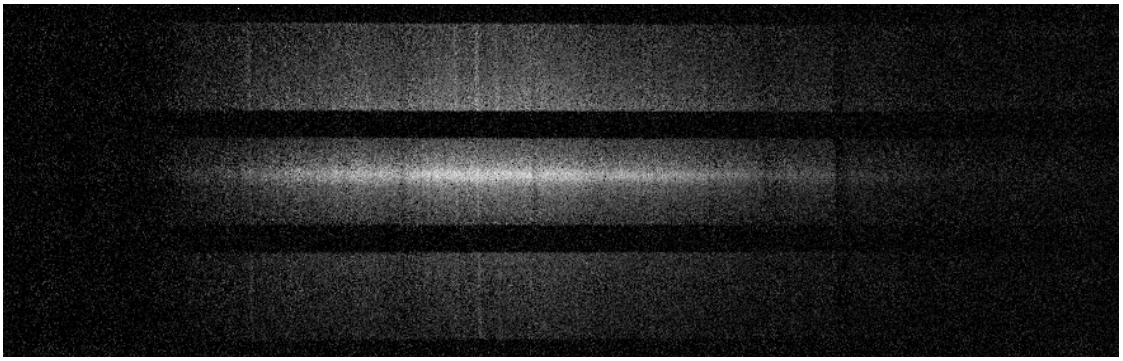


Abb. 2: Spektrum des M31-Kernbereichs. Man erkennt die drei typischen DADOS-Spaltspektren, der M31-Kern liegt über dem mittleren 25 µ Spalt, die Belichtungszeit eines Einzelspektrums betrug 10min, es wurden 8 Spektren gemittelt.

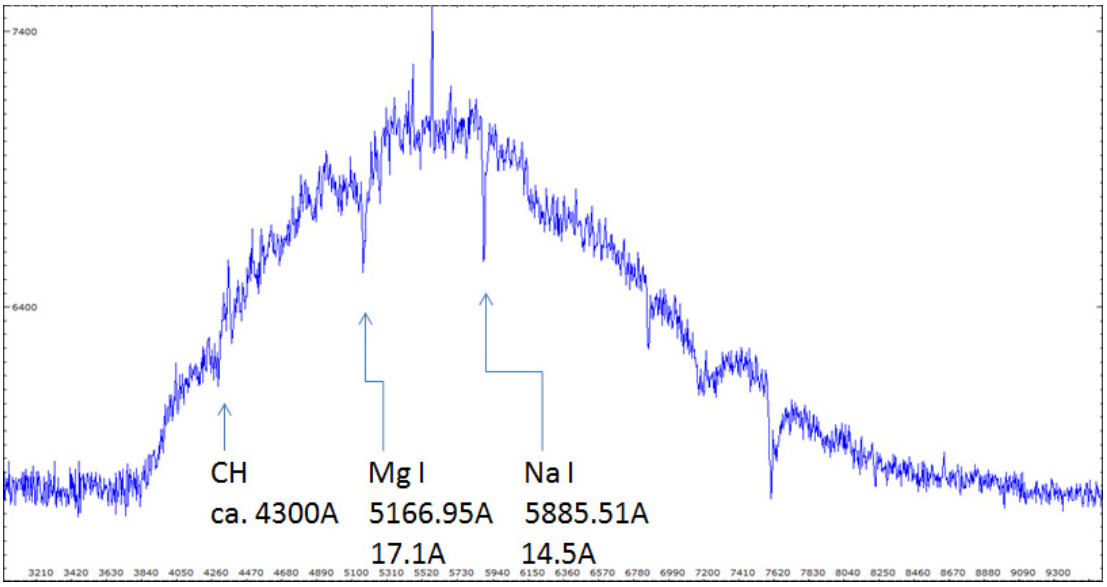


Abb. 3: Spektrales Profil des M31-Kernspektrums. Die Angaben beschreiben die mit Hilfe von mehreren Gauss-Fits gemessene Linienlage, sowie die Halbwertsbreite der Linie

Bei diesen beiden Linien handelt es sich um MgI und NaI Absorptionslinien. Beide Linien sind blauverschoben mit -7.05 Ångström (MgI) und - 7.49 Ångström (NaI). Aus diesen Dopplerverschiebungen errechnen sich die Relativgeschwindigkeiten zum Beobachter, die heliozentrisch korrigiert und schließlich gemittelt werden. Für M31 ergibt sich daraus eine Radialgeschwindigkeit von (-344 ± 120) km/s. Die Fehlergrenzen sind zwar groß, doch bestätigt die Messung, dass sich M31 annähert. Der Literaturwert beträgt -300 km/s.

Neben der Geschwindigkeitsmessung von M31 kann man aus dem Spektrum noch weitere Informationen ableiten. Die MgI- und NaI-Linien sind typisch für Sternspektren des Spektraltyps K (z.B. Aldebaran). Da das aufgenommene Spektrum zum großen Teil aus dem Licht des Bulges der Spiralgalaxie M31 besteht, kann man folgern, dass die Bulge-Sternpopulation vornehmlich aus K-Sternen bestehen muss. Der Kern dieser Spiralgalaxie ist durch das Licht älterer Sterne geprägt und unterscheidet sich von den jüngeren Sternen der Population der galaktischen Scheibe.

Abschließend möchte ich auch anderen Interessierten den Einstieg in die Spektroskopie von Galaxien empfehlen. Es war verblüffend einfach mit relativ geringem Aufwand ein Galaxienspektrum aufzunehmen. Für die Zukunft habe ich geplant, die Helligkeitsgrenze des DADOS zu ermitteln, mit der insbesondere bei längeren Belichtungszeiten und bei Nutzung der breiteren Spalte Galaxienspektren aufgenommen werden können.

Links:

[1] www.baader-planetarium.de

[2] VSpec, V.Desnoux, http://www.astrosurf.com/vdesnoux/

Regelpublikationen von Amateuren bei der IAU

Dank einer Initiative seitens Dr. Thomas Rivinius (ESO, Chile) hat die international aktive Amateur-Spektroskopie-Gruppe ARAS seit August 2012 die Möglichkeit, ihre jeweiligen Monatsberichte über Beobachtungen und Monitorings an Be-Sternen auf der Webseite der IAU-Arbeitsgruppe für aktive B-Sterne, und dort im sogenannten „Be-Star-Newsletter" zu veröffentlichen. Dies erlaubt interessierten Astronomen kontinuierlich über einen Bereich informiert zu sein, der in der Erforschung aktiver B-Sterne eine wichtige Rolle einnimmt. Die allgemeine Seite mit Links zu den Archiven der Berichte (seit August 2012) ist zu finden unter:

activebstars.iag.usp.br/index.php/be-star-newsletter/activity-reports

E. Pollmann

Spektrum des Kometen C/2014Q2 Lovejoy

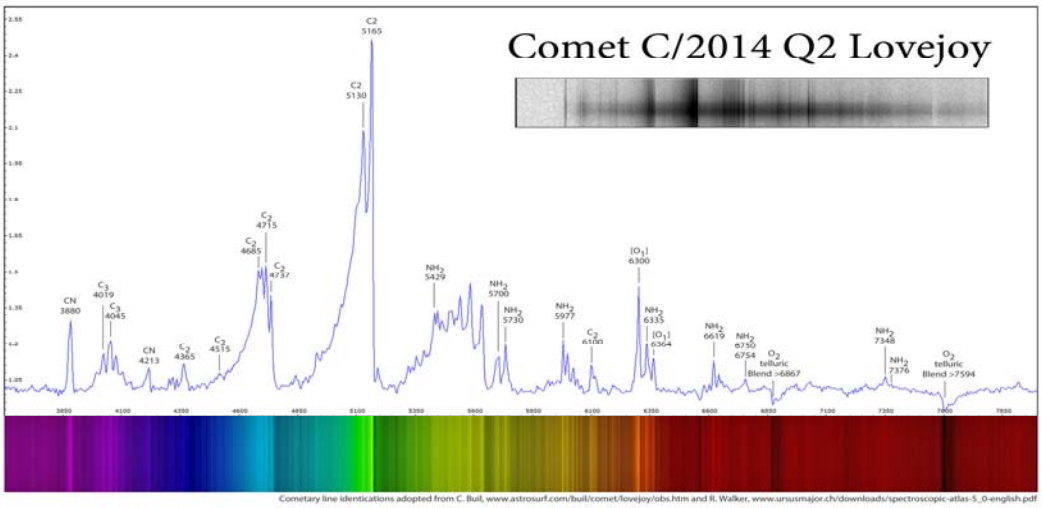
(von Bernd Koch)

Das unten abgebildete Spektrum des Kometen C/2014Q2 Lovejoy wurde am 31. Januar 2015 aufgenommen. Der mit einem 200 Linien/mm ausgestattete DADOS Spalt-Spektrograph wurde an ein Celestron 14 EdgeHD Teleskop mit Reducer angesetzt; das effektive Öffnungsverhältnis beträgt f/7.7. Das C14 selbst ist auf einer 10Micron GM2000HPS Montierung befestigt. Durch den Nachführausgang des DADOS (Guiding Port) war die Koma des Kometen auf dem Spaltplättchen des DADOS leicht sichtbar.

Der Komet hatte zu jener Zeit ca. 5 mag Helligkeit. Deshalb konnte der Komet visuell genau auf den 25 µm Spalt gesetzt werden, denn dieser hob sich dunkel vor der hellen Kometenkoma ab. Es war leicht, mit dem Handpad visuell auf die Koma nachzuführen. Mit einer monochromen SBIG ST-8300M CD-Kamera wurden zwei Aufnahmen zu je 600 s Belichtungszeit angefertigt. Die Kamera wurde im 2x2 Binnung betrieben.

Der Stack der beiden Originalaufnahmen, von dem dunkle und heiße Pixel entfernt wurden, ist hier als Negativbild dargestellt. Knapp zwei Wochen früher wurde das farbige Kometenbild mit einer Canon EOS1000D DSLR-Kamera am Celestron 11'' Rowe Ackermann Schmidt Astrograph @f/2.2 aufgenommen, der vor dem C14 auf der GM2000HPS montiert war.

Die Kometenbilder wurden ohne Autoguiding aufgenommen und mit DeepSkyStacker und Photoshop verarbeitet. Die Position des 25 µm Spalts wurde hier markiert, damit klar ist, welcher Teil des Kometen spektroskopiert wurde. Bitte beachten Sie, dass die Orientierung des Spalts stimmt, dieser aber nicht maßstabsgetreu dargestellt ist. Die Bildaufnahme erfolgte mit der MaxIm DL Software und die Kalibrierung des Spektrums mit VisualSpec (Fotos und Spektren von Bernd Koch, Sörth/Germany).



2015-01-31 | 17.53-18.03 UT & 18.17-18.27 UT | 2 x 600s | Celestron 14 EdgeHD @f/7.7 | Baader Planetarium DADOS Slit-Spectrograph, 200 L/mm
SBIG ST-8300M monochrome CCD Camera | Spectrum processing: VisualSpec Software | Bernd Koch | Bernd.Koch@astrofoto.de

2015-01-18 | 17.31-18.11 UT | 10x30s + 14x60s | Canon EOS 1000D, ISO 800 | Celestron 11'' Rowe Ackermann Schmidt Astrograph f/2.2, f = 620mm
Comet stacking: DeepSkyStacker & Photoshop | Please note: The slit position is correct but slit size is not to scale | Bernd Koch

Spectrum of Comet C/2014Q2 Lovejoy, taken on January 31, 2015. The DADOS slit spectrograph, equipped with the 200 lines/mm grating, was attached to a Celestron 14 EdgeHD telescope with reducer, operating at f/7.7. The C14 was mounted on a 10Micron GM2000HPS mount. Through the guiding port of the DADOS, the about 5 mag. bright Comet coma was easily visible on the slit plate of the spectrograph.

Therefore it could be set right on the middle 25 micron slit. Visual guiding during the exposures was easily done. Two exposures of 600s each were obtained in 2x2 pixel binning mode of a SBIG ST-8300M monochrome CCD camera. The stack of the two original spectra is shown as an inverted black & white image, from which hot and cold pixels have been removed.

About two weeks earlier the comet was photograph with a Celestron 11'' Rowe Ackermann Schmidt Astrograph @f/2.2 and a Canon EOS1000D DSLR camera, mounted on the same GM2000HPS mount. The comet photos were taken without autoguiding and stacked with DeepSkyStacker software and Photoshop. The 25 micron slit position for the later obtained spectrum has been marked on this image. Please note: The slit size is not to scale. Image acquisition with MaxIm DL software, spectrum processing with VisualSpec software.

Der Spektrograph BACHES - Ein Erfahrungsbericht

(Von Sebastian Heß)

Soll es ein Echelle-Spektrograph werden?

Ein Echelle-Spektrograph ist einem Spaltspektrographen in vielerlei Hinsicht überlegen. Die extremen Energieauflösungen solcher Geräte bei gleichzeitiger Abdeckung des gesamten Wellenlängenbereichs sind beeindruckend und geben dem engagierten Amateurastronomen ein äußerst mächtiges und flexibles Instrument in die Hand. Es werden Beobachtungen ermöglicht, die noch vor wenigen Jahren fest in der Hand von Profis waren. Dies gilt auch und gerade für den BACHES Spektrographen, bei dem es sich um ein robustes, aus jahrzehntelanger Erfahrung professioneller Astronomen des MPE und der ESO in Garching mit Freude, auch an der Amateurastrospektroskopie, entwickeltes Gerät handelt.

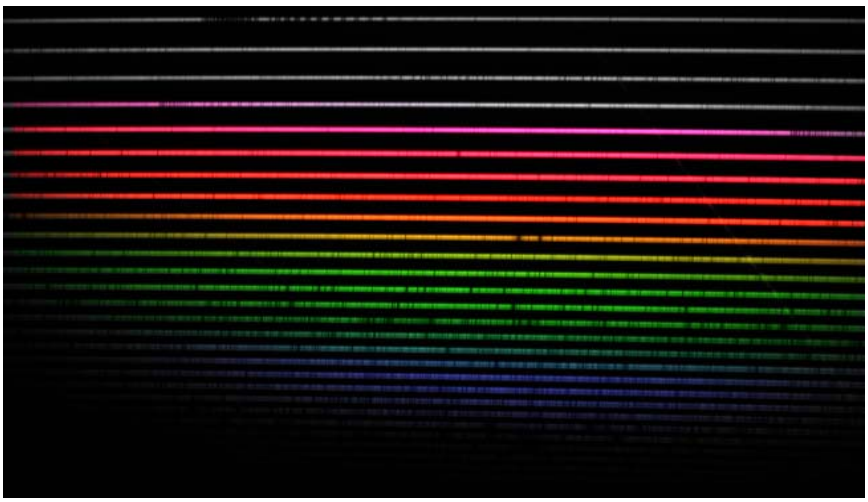


Abb. 1: Roter Riese (alpha Tau) mit zahlreichen Linien vor den BACHES Echellespektrographen [Höhere Aufösung 3352 x 2130 (3.4MB)]

Ein Echelle-Spektrograph ist aber auch ein ungleich komplexeres Instrument als ein Spaltspektrograph. Dies wird bereits bei einem flüchtigen Blick auf das 2D Bild des Spektrums klar: Alle beschriebenen Eigenschaften erkauft man sich durch neue Herausforderungen, die auf die Verteilung des einfallendes Lichtes auf die unterschiedlichen Beugungsordnungen des Echelle-Gitters zurückzuführen sind. Diese sind unterschiedlich ausgeleuchtet und gekrümmt. Ohne spezielle Software ist also keine vernünftige Auswertung der Spektren möglich.

Obwohl einige, auch auf Amateurastronomen zugeschnittene, Softwareprogramme zur Auswertung von Spektren auf dem Markt zu finden sind, besitzen doch viele Produkte entweder nur rudimentäre oder gar keine Echelle Auswerteroutinen oder sind auf spezielle Spektrographen eines Anbieters zugeschnitten. Vorteilhaft ist, dass die Entwickler des BACHES bereits komplette Auswertemodule für die professionelle Auswertesoftware der Europäischen Südsternwarte "MIDAS" mitliefern. Mit der ausführlichen Anleitung ist ein einigermaßen zügiger Einstieg möglich.

BACHES - ein erster Eindruck

Abb. 2:Der BACHES-Echellespektrograph, montiert am C8 des Verfassers

Der BACHES und seine Remote Control Kalibrationseinheit werden in stabilen und praxistauglichen Outdoor - Koffern von B&W geliefert. Ausgepackt besitzt der BACHES von außen aufgrund seiner weißen Farbe ein ähnliches Look and Feel wie der DADOS Spaltspektrograph. Durch seine anders geartete Geometrie liegt der Teleskopanschluss jedoch seitlich zum Körper des Spekrographen, was sich übrigens sehr positiv auf den Hebelarm auswirkt. Zudem liegen Kamera und Hauptteil des Körpers des BACHES einander gegenüber, so dass sie sich gegenseitig ausbalancieren können.

Bei der hohen Energieauflösung und komplexen Lage der einzelnen Ordnungen gestaltet sich bei einem Echelle-Spektrographen die Wahl geeigneter Kalibrationslampen schwierig. Selbst bei der Exoplanetensuche greifen die Profis jedoch inzwischen auf Thorium - Argon Lampen zurück, deren Linienvielfalt schier atemberaubend ist.

Der BACHES wird optional mit einer solchen Thorium - Argon Lampe ausgeliefert. Ihr Licht wird entweder direkt mit der Lampe am Gerät oder noch bequemer mit der Remote Calibration Unit über eine elektromagnetische Einkopplungsvorrichtung und Glasfaserkabel eingekoppelt. Diese Art der Einkopplung ermöglicht bei Hochpräzissionsaufnahmen sehr elegant, direkt vor - während - und nach den Objektaufnahmen zu kalibrieren. Ein deutlicher Vorteil gegenüber Spektrographen, die eine solche Einrichtung nicht vorsehen.

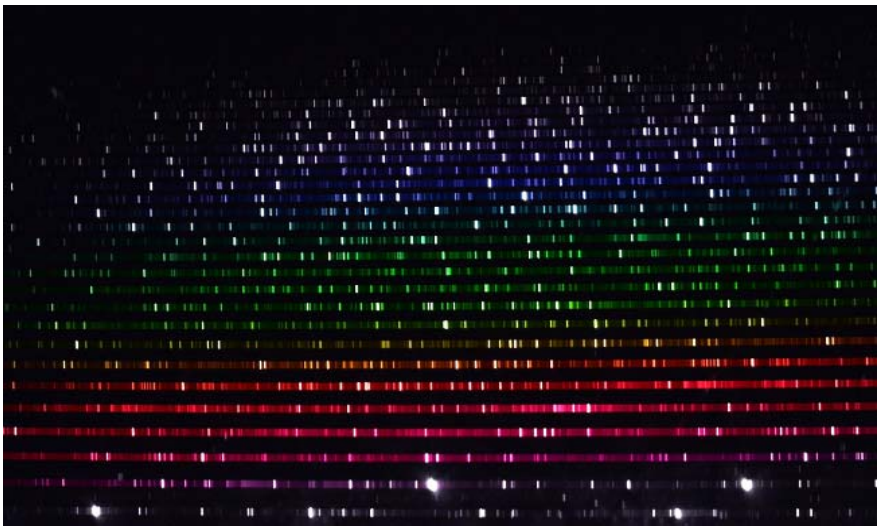


Abb.3:Die Thorium / Argon Lampe liefert zahlreiche Linien für eine genau Kalibration [Höhere Aufösung 3352 x 2130 (3.4MB)]

Im Praxistest

Der BACHES besitzt am Eingangsbereich einen Spiegel mit zwei unterschiedlich breiten Spalten, der das Bild des Objektes seitlich heraus reflektiert. Hier kann die Guiding CCD angesetzt werden. Da der Bildausschnitt auf dem Guiding CCD selbst bei minimaler Einstellung recht klein ist, ist zur Objektfindung ein extra Fokussierokular zu empfehlen, welches temporär die Guidingkamera ersetzt.

Ein Flipmirror ist in diesem Fall aufgrund des großen Hebels und mangelnder Reproduzierbarkeit der Spiegelposition keine wirklich geeignete Alternative. Eine vernünftige Montierung schadet bei der notwendigen Genauigkeit zur Positionierung auf dem Spalt ebenfalls nicht. Sehr praktisch ist die rote Hintergrundbeleuchtung des Spaltes.

Hellere Sterne können innerhalb von wenigen Minuten mit ausreichend hohem S/N Verhältnis aufgenommen werden. Man muss sich dabei immer wieder vor Augen führen, über welchen großen Wellenlängenbereich das Licht auf dem CCD tatsächlich verteilt wird. Bereits auf dem 2D Bild überraschen (linienintensivere) Sternspektren mit einer Linienvielfalt, die man selbst durch Rückschlüsse von weniger aufgelösten Spektren auf höher aufgelöste einfach nicht erwartet hätte. Achtung: Verwechslungsgefahr mit Rauschen - das sind echte Linien!

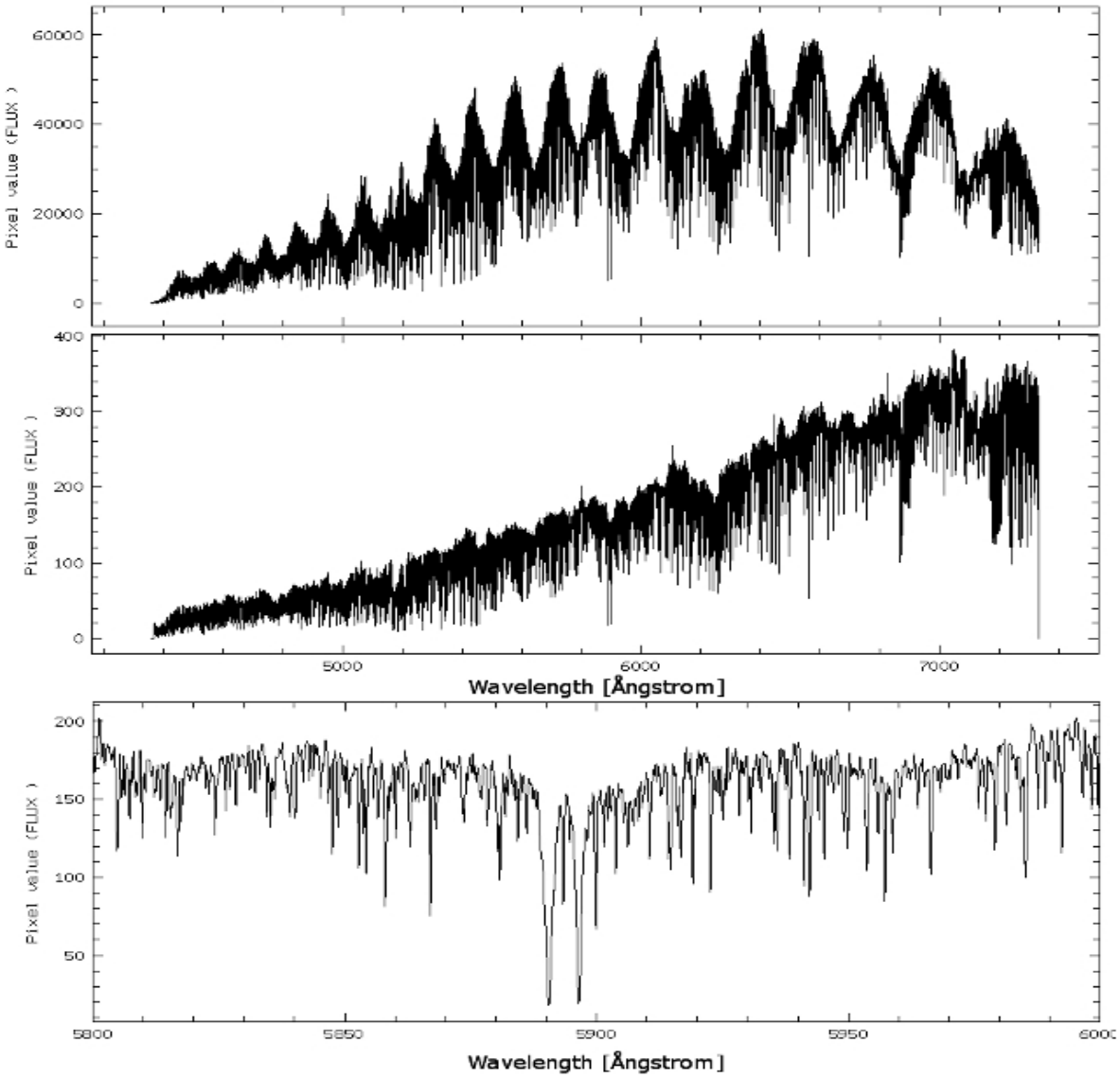


Abb. 4: Oben: Aus den einzelnen Echellebeugungsordnungen zusammengesetztes 1D Spektrum von alpha Tau; Mitte: Das effizienzkorrigierte Spektrum glättet die Beugungsordungen. Das Maximum liegt erwartungsgemäß im Roten; Unten: Der Zoom auf das Natrium Dublett zeigt, dass das schwarze Band aus hunderten echten Linien, also nicht durch Rauschen, gebildet wird.

Zahlreiche Spektrographen setzen im Gegensatz zum BACHES auf ein Glasfaserkabel um das Licht dem Spektrographen mit sehr hoher mechanischer und thermischer Stabilität zuzuführen. Die Vorteile dieser Methode liegen auf der Hand. Allerdings kauft man sich hiermit wiederum andere Probleme ein. Unter anderem ist die Einkopplung in eine Glasfaser bei weitem nicht trivial und - will man es richtig machen - auch recht kostspielig. Des Weiteren wird auch unter optimalen Bedingungen die Effizienz des Systems um einen nicht zu vernachlässigenden Anteil reduziert.

Nach zweieinhalb Stunden Nachführung auf ß Aurigae und einer Winkeländerung von über 30 Grad, ließ sich nur eine kleine Verschiebung des Spektrums unterhalb des 9 µm Pixelbereichs nachweisen. Mit welchen Tricks im Inneren des BACHES trotz der ohne Frage auftauchenden mechanischen Verformungen diese Stabilität erreicht wird, bleibt wohl das Geheimnis der Entwickler, die ein Öffnen des Gerätes nicht gestatten. Für Projekte mit sehr hohen Anforderungen an die Kalibriergenauigkeit ermöglicht die Thorium-Argon Remote Calibration Unit eine permanente Kalibration.

Die Auswertung

... ist recht komplex - und: zunächst muss MIDAS installiert werden. Hilfreich sind dabei vorgefertigte Linux Kompilationen wie Cygwin/X für Windows. Über das Installationstool muss dann noch xwin ausgewählt und installiert werden, sowie eine vom ftp server der Europäischen Südsternwarte geladene, windowsfähige MIDAS Distribution entpackt werden. Alternativ hilft natürlich auch die Verwendung der auf USB Stick mitgelieferten Software, obwohl ... selbst gemacht ist ja immer schöner ☺.

Bei der Kalibration hilft es, den Anweisungen der mitgelieferten Anleitung exakt zu folgen.

inmidas
(startet MIDAS)
@@ baches_calib.prg flat.fit thar.fit ? 20 30
(findet und fittet 20 Ordnungen von 30 Pixeln Spalthöhe und kalibriert das Thorium-Argon Spektrum)
@@ baches_pipeline.prg object.fit
(kalibriert das Objektspektrum anhand der vorher gefundenen Parameter)

Noch ein paar Tipps, damit es auf Anhieb "läuft":
- Die Länge des Spalts muss je nach verwendeter Kamera vorher genau überprüft und angepasst werden.
- Eine zu kurze, aber auch eine zu lange Belichtungszeit ohne weitere Anpassung des Thresholds kann zu Problemen bei der Erkennung führen.
- In der Kombination mit der SBIG ST8300M ohne Binning habe ich sowohl für das Halogenlampen Flatfield als auch für das Thorium-Argon Spektrum mit 30 Sekunden Belichtungszeit gute Erfahrungen gemacht. Auch kann es helfen, hier ein wenig mit dem Threshold zu "spielen".
- Die exakten Schritte, auch bei den sich öffnenden Fenstern entnehme man der detaillierten Anleitung von Bernd Koch.

Beipiele

Abb. 5: Der spektroskopische Doppelstern β Aur zu verschiedenen Phasen.

Eines der ersten Objekte mit dem BACHES ist eine Serienaufnahme des spektroskopischen Doppelsternsystems beta Aurigae (Abb.5), den ich in der Vergangenheit bereits mit dem DADOS aufgenommen hatte. Ohne großen Aufwand konnte aus mehreren 5 minütigen Aufnahmen ein Film erstellt werden (http://www.sebastian-hess.eu/baches.html), der die Evolution in den zueinander dopplerverschobenen H_β-Linien der umkreisenden Sterne zeigt.

Stehen beide Sterne senkrecht zur Beobachtungslinie, kommt einer von beiden mit maximaler Geschwindigkeit auf uns zu, während sich der andere sich mit maximaler Geschwindigkeit entlang der Sichtlinie entfernt. Durch Stauchung bzw. Streckung der Wellenlängen (Dopplerverschiebung) sind zu diesem Augenblick beide Linien maximal rot- bzw. blau verschoben. Bereits wenige Stunden später liegt die Bewegungsrichtung der beiden Komponenten fast senkrecht zur Beobachtungsrichtung. Daher gibt es auch nur noch eine kaum spektroskopisch nachweisbare Dopplerverschiebung, sodass auch der Unterschied zwischen den auf beiden Sternen entstandenen Linien schwindet.

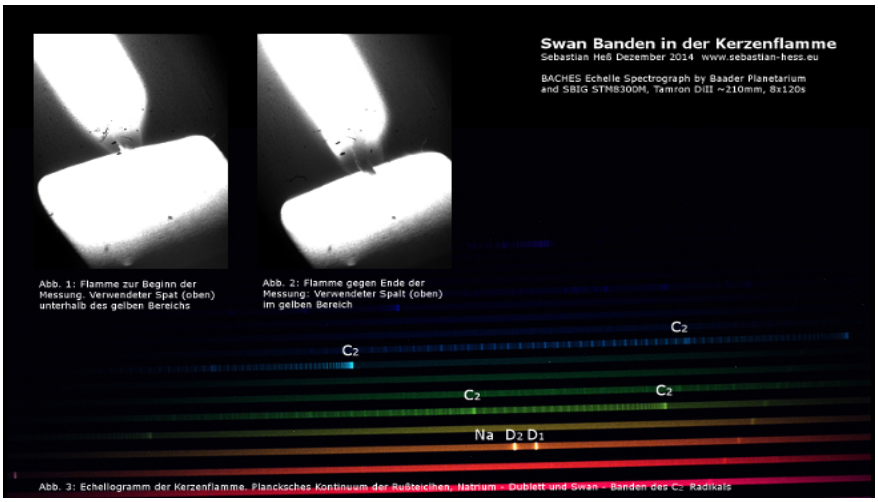


Abb. 6: Swan Banden in der Kerzenflamme

Ausgestattet mit einem Objektiv, eignet sich der BACHES auch zur Spektroskopie terrestrischer Lichtquellen. Auf eine Kerzenflamme ausgerichtet wird nach insgesamt vier zweiminütigen Aufnahmen die Ursache des blauen Leuchtens am Flammenansatz sichtbar:

Es handelt sich um die sogenannten (Swan)-Molekülbanden, benannt nach William Swan, der 1856 als erster die Verbrennung von Kohlenwasserstoffen spektroskopisch untersuchte. Der Ursprung des quantisierten Leuchtens in Form der Vibrationsbanden des C2 blieb allerdings noch eine Weile - bis 1927 - verborgen. Erst dann war klar, dass es sich nicht etwa um das CH Molekül oder andere Verbrennungsprodukte handelt.

Am Himmel sehen wir diese Banden übrigens in Kohlenstoffsternen und im grünblauen Leuchten von Kometen. Das kontinuierliche Spektrum stammt von der über die Integrationszeit langsam hinabwandernde gelbe Flamme, bestehend aus dem Schwarzkörperspektrum der nicht vollständig verbrannten Rußteilchen. Nicht zu vernachlässigen an der Kerzenflamme ist auch der Anteil des Natrium-Dupletts, welches durch das hohe Auflösungsvermögen des Baches sehr gut getrennt wird.

Vergleich mit der Konkurrenz

Im Folgenden werden die Datenblätter der beiden direkten Konkurrenten der Firmen Baader-Planetarium und Shelyak Instruments miteinander verglichen. Auch wenn die nachfolgende Tabelle nur einige Daten und "Metadaten" erfasst, ermöglicht sie doch einen ersten, sinnvollen Vergleich. Machen Sie sich selbst ein Bild:

Gerät	Typ	Auflösung Δλ/λ	Faser	Faser Kalib.	Geräte-/Komplettpreis
BACHES	Echelle (kompl. Spektrum)	R~18000	nein	ja	~7000/~12000 € (?)
eShel	Echelle (kompl. Spektrum)	R>10000	ja	ja	8000/15274 €
DADOS	Spalt (Ausschnitt)	R=3818	nein	nein	1845/2212 €
Lhires III	Spalt (Ausschnitt)	R~17000	nein	interne Lampe	3150/~3500 €

Fazit

Es lässt sich festhalten, dass man für sein Geld einen robusten Echelle-Spektrographen zu einem sicherlich vernünftigen Preis / Leistungsverhältnis erhält, der dem engagierten Amateurastronom beeindruckende Möglichkeiten eröffnet, die auch der Autor in den nächsten Wochen und Monaten gezielt ausloten wird. Wer "mit den großen Jungs spielen möchte", fährt mit dem BACHES sicher nicht verkehrt. Wie bei allen Echelle-Spektrographen muss man sich jedoch mit der Komplexität des Gesamtsystems anfreunden. Für Einsteiger kann daher ein Spaltspektrograph durchaus sinnvoller sein. Gibt man sich mit den Kompromissen eines Spaltspektrographen nicht zufrieden, kommt man nicht daran vorbei, den BACHES ernsthaft in Erwägung zu ziehen.

Preliminary Resolution Study Spectrograph LHIRES III with holographic grating 3600 l/mm (Secchi 3600)

(by Alfonso L. Calvente Ortiz, Tenerife; www.aesesas.com)

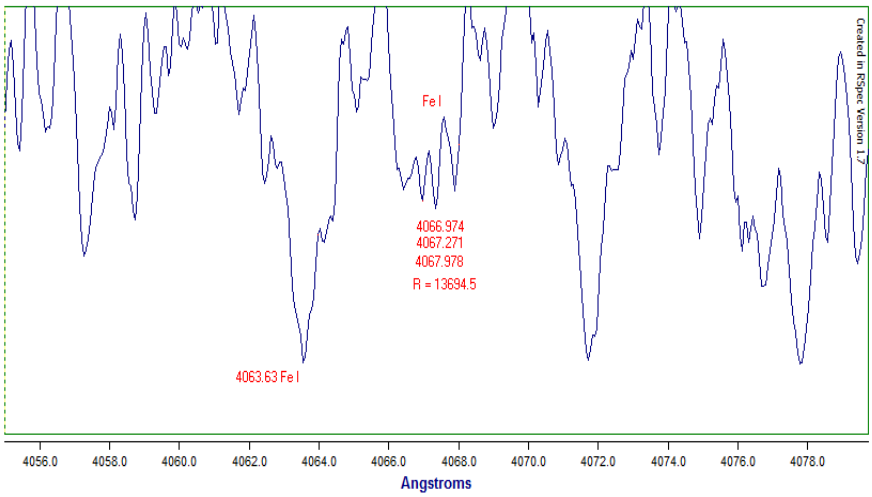
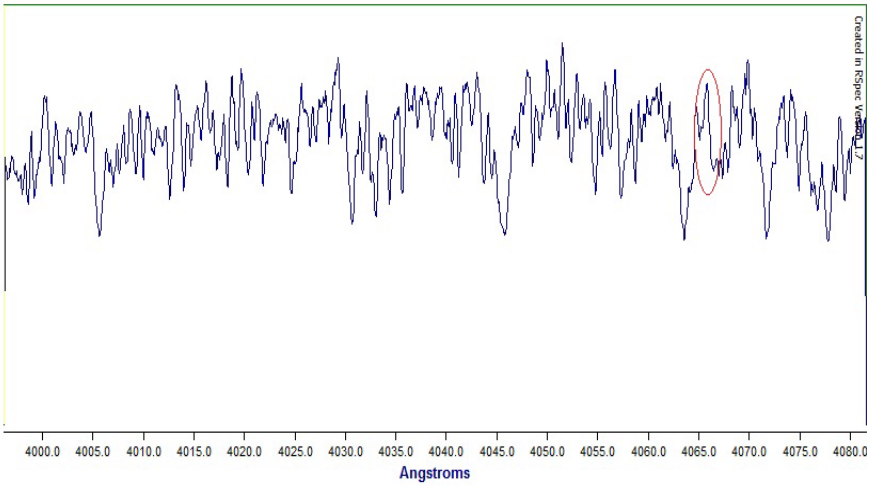


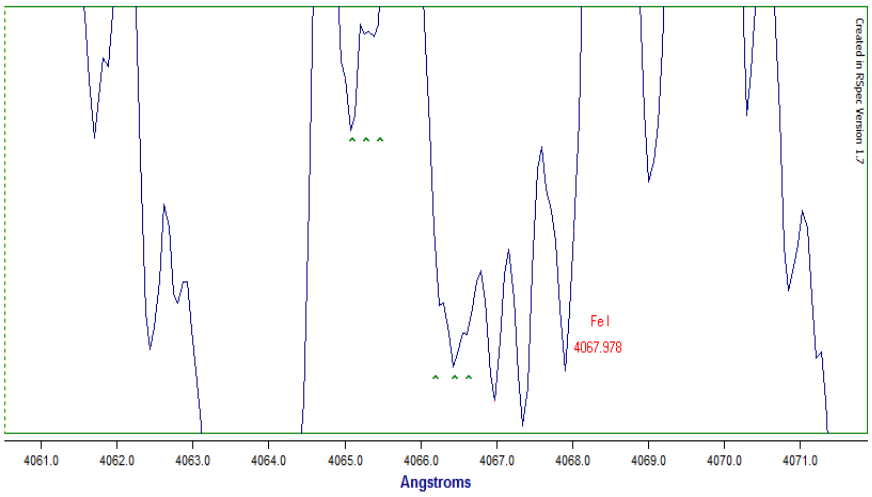
Abb. 1: Spectrum of alpha UMa, C11 Telescope, Tenerife 25-03-2014

We proceed to the data reduction taken on the night of March 25, 2014 from the Astronomical Observatory Tejina "Father Lemaitre." We conducted an initial calibration with argon lamp micrometer 1_75. This first approach has allowed us to clearly identify some of the lines of Fe by Procyon spectrum provided by the Spectroweb (R = 80000) project.

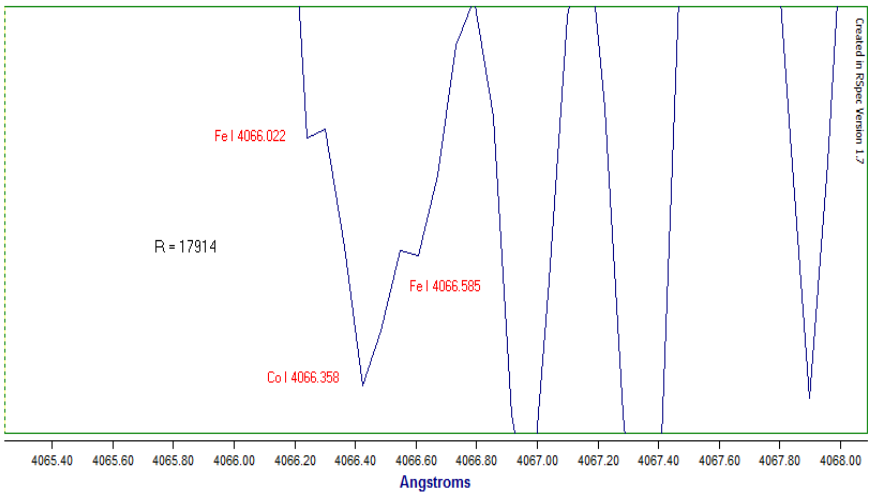
Later calibration with two lines steeper Fe has resulted in a calibration very precise and highly linear, which allows us to work with 0.00X A. Grid used is 25 µ, so that the resolution could be improved grid. In a first reduction of the lower triplet Fe in 4066-4067 we find an R>13650 stating a clear and accurate differentiation of lines in a smaller range of 0.3 A.

We look at the area between 4065 and 4066.6.

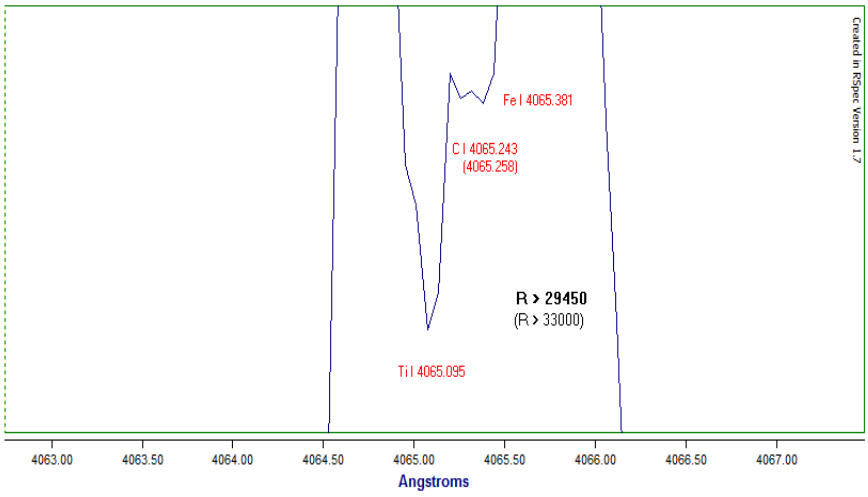




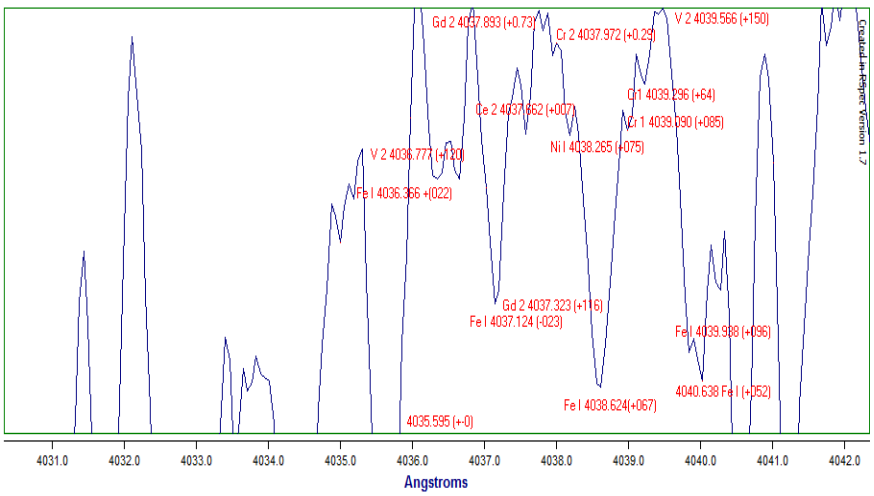
this area, just before the small triplet, we find two strong lines and four weak lines, two closely spaced to the right of the first box and two more one at each side of the later.

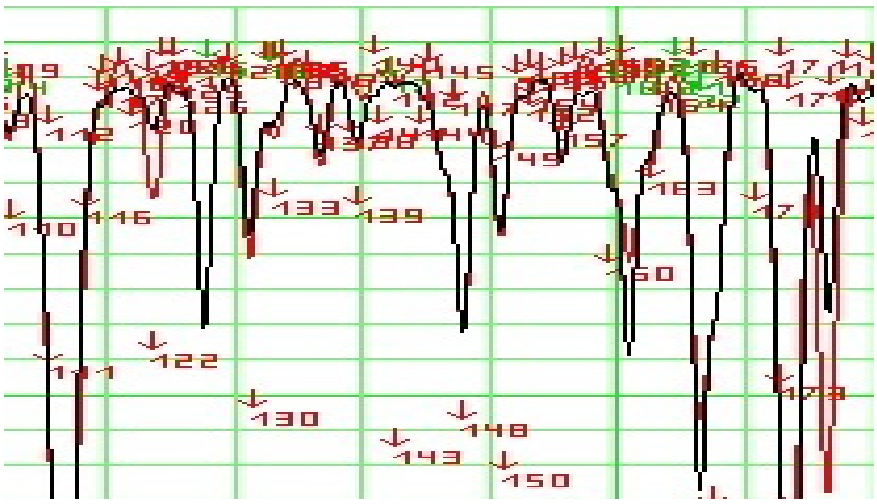


We differentiate the first group closest to recognizing triplet lines Fe I, Co Iand Fe I, us whose differentiation result R> 17900.

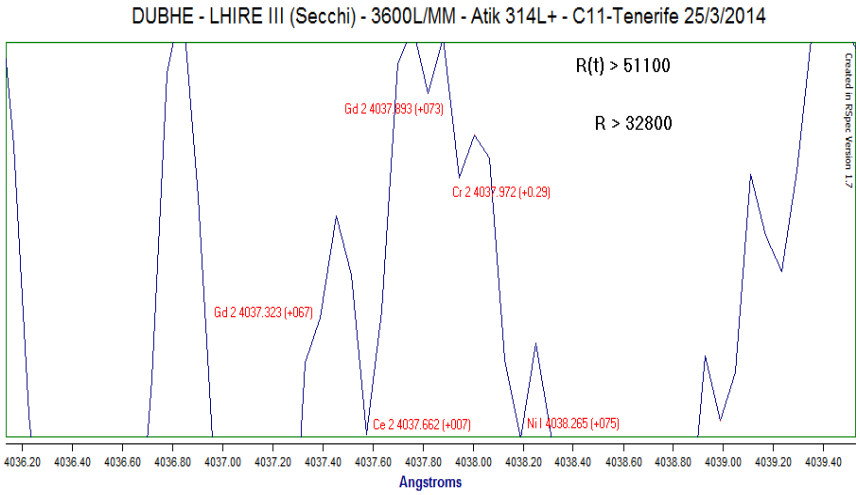


In this second group of 3 lines we find that the Fe I line calibration agrees to the thousandth of Angström with reference Spectroweb. Not so with the line C I in which we find a difference of 0.015 ª R varies significantly obtained. Although Δλ = 0.123 A is repeated in 4037,820 in 4050,463 A; Δλ= 0.122 in 4056,174.

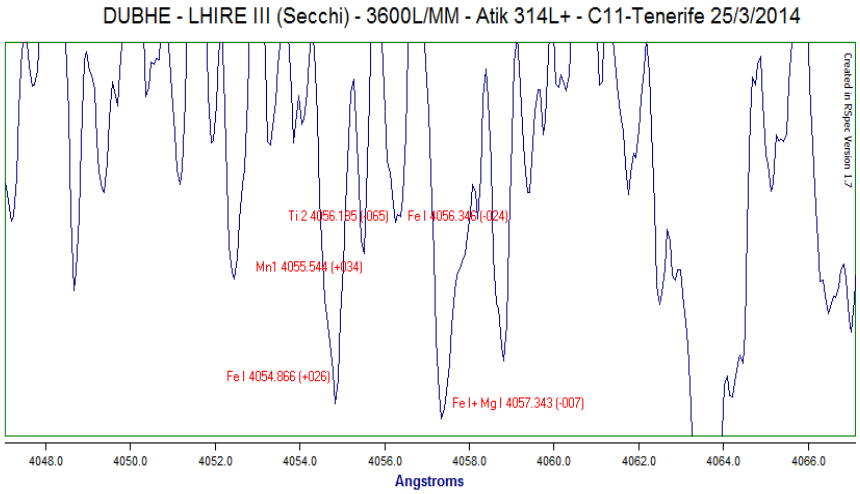


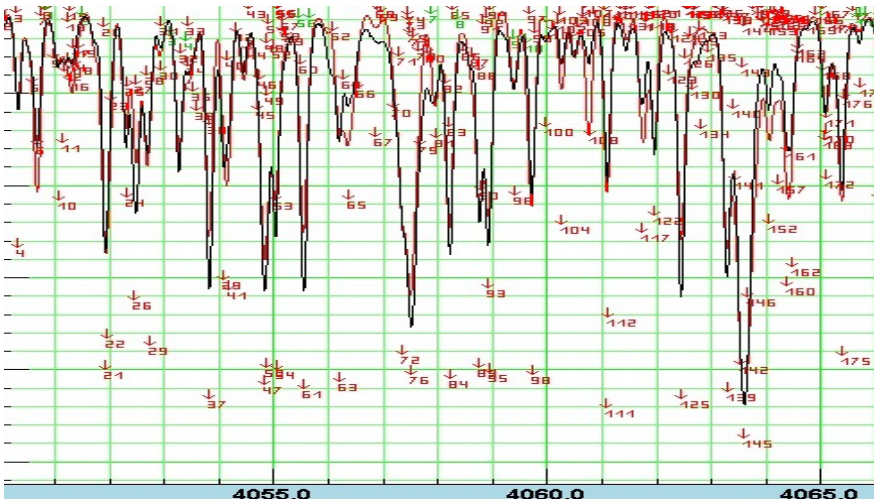


4037.820 A In the area of 4037.820 A lines recognize Top with an average accuracy of 0.040 A. We focus on the resolution of the line 4037.820 A

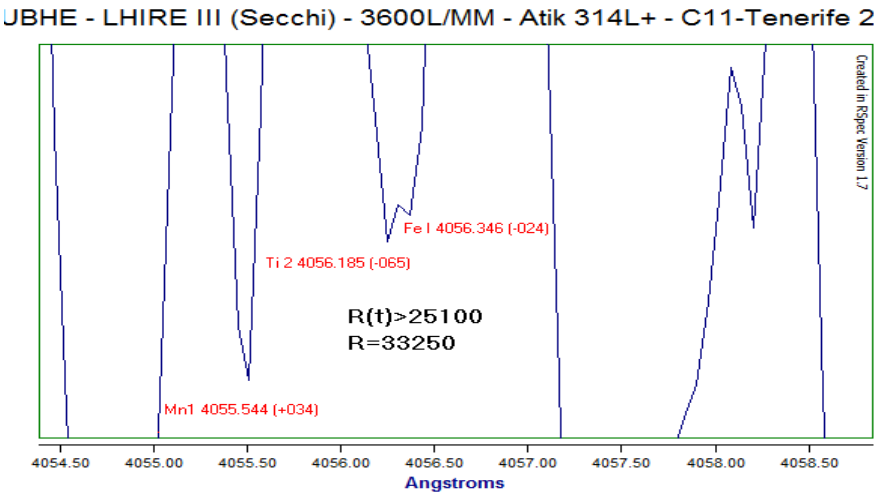


The theoretical resolution according to the wavelength of the identified lines would give us R> 51100, but considering the effective dispersion Δλ = 0.123 → R> 32800. We will now address the aforementioned area where Δλ = 0.122 Å in 4056,174.



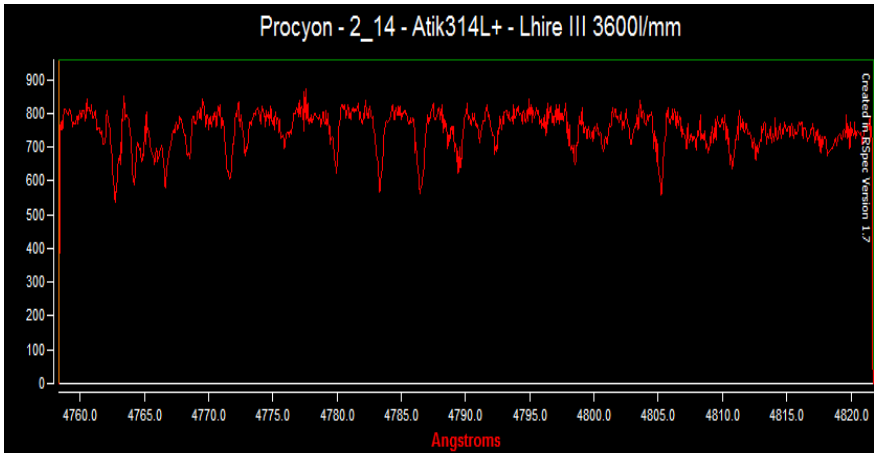


Impressive to see how the visual resolution is very similar to that obtained in the spectroweb project gets R = 80000!



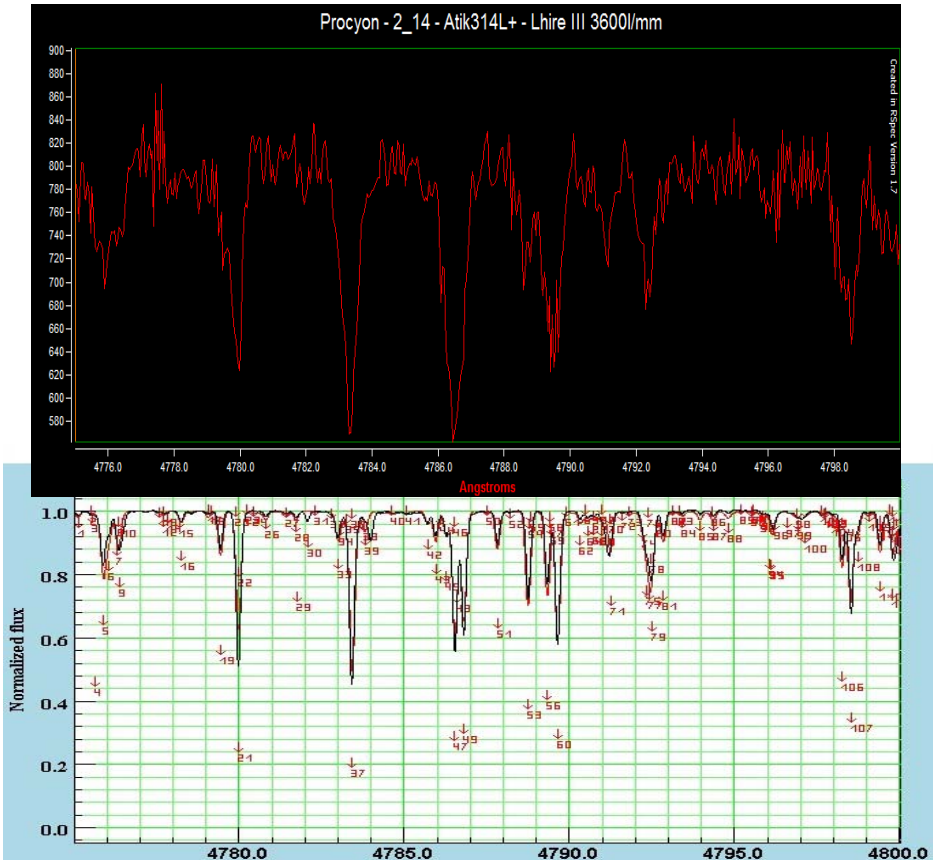
The theoretical resolution in this case is greater than 25100 (in response to the wavelength of identified lines), and 33250 in response to the given wavelength for calibration. In any case, we found that both the basis of the calibration, conditioned by the dispersion graph our reduction, as a theoretical wave length lines identified, the resolution of our spectrograph renamed SECCHI exceeds R= 33000.

Checking calibration Spectroweb

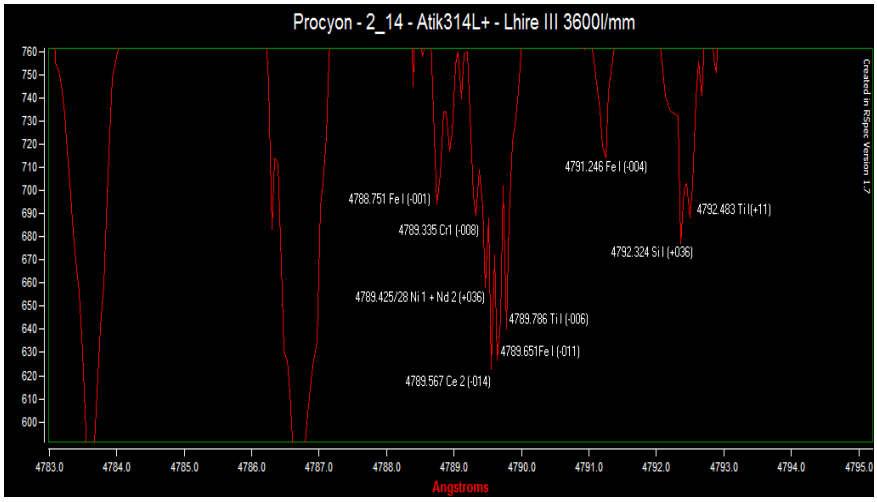


The calibrated spectrum of Procyon with two of the deepest lines. The shot is 30s. to C11 through the tube. The spectral amplitude of the decision is to 4821.740 4758.400 Å Å (λ1 – λ2 = 63.34 Å). The number of effective pixels = 1391; Dispersion = 0.0455 Å/pix.

Let us now contrast the area of 4775 Å to 4800 Å with the same spectrum of Procyon taken from Spectroweb (R = 80000) project.



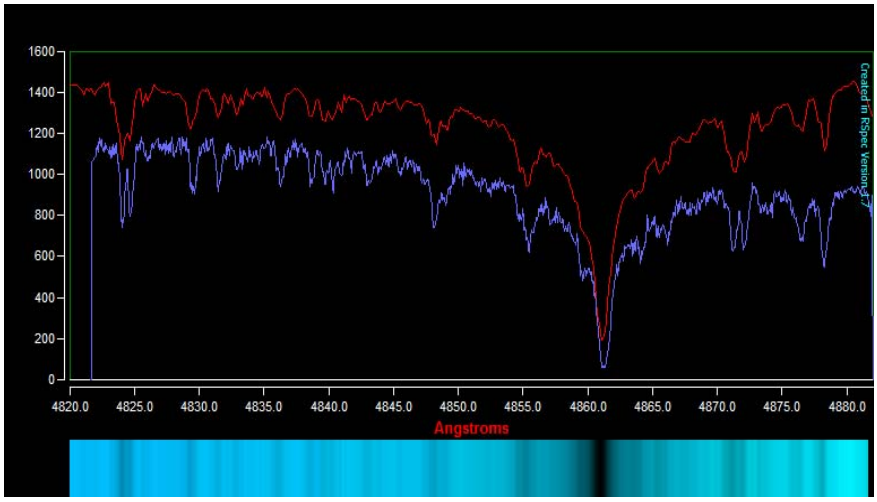
The main lines match perfectly. Keep in mind that many of the minor lines (marked with numbers) in Spectroweb not highlighted when giving the flow spectral normalization. The decision made by the Lhire III (SECCHI3600) and the grating is in 3600l/mm maximum extent possible to the red (a future modification might allow us to reach maximum possibilities of the grid <5400 Å>). This is where we will check the maximum resolution of our spectrograph SECCHI3600 renamed.



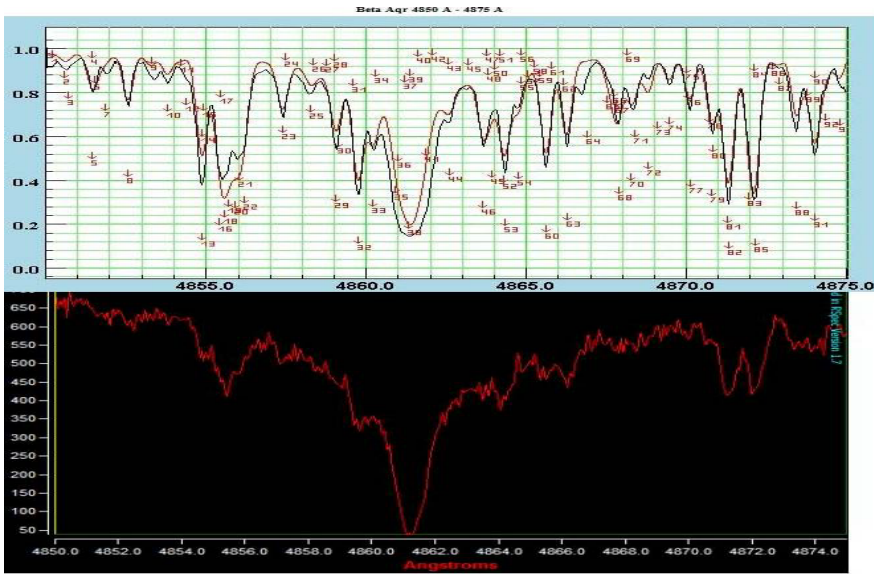
The wavelength corresponding to the indicated data Spectroweb (are completed elements of some lines with data from other stars). For each line marked precision calibration Rspec indicated. That is, by eg Fe I 4788.751 Å line appears in our theoretical calibration (real) with 0.001 Å less, (4788.750) In this way and according to the formula R = λ / Δλ get: R (Δ theoretical in Ne2 Fe I) = 4789,651 / (4789.651-4789.567) = 57019.65 = R (t). But if we take the actual resolution of our calibration we find that: R (real in Ce 2 Fe Δ I = 4789,642 / (4789.642-4789.553) = 53816.20 = R (r) R> 53800!! If we look at the first calibration performed over the entire spectral range obtained in making (reusing a finer recalibration in the study area), we obtain: R = 4789.503 / (4789.503-4789.412) = 52631.9 = R R> 52600!. Even staying with the lowest score, since some lines are truly difficult to identify, it is clear that the result is magnificent and unexpected, even when the resolution is given to us at4800 Å, what awaits us if got to the 5400A? And with 15 μ grid?

Comparison grid resolution of 2400 l / mm grating and 3600 l/mm

The spectrum at 2400 l / mm (red) and 3600 l / mm (blue) correspond to the star Procyon.



In this last shot we have obtained a half Δλ = 0.087 in 4863, which would indicate a R = 55896. Another Comparison Chart with Spectroweb shows how close the two effective resolutions.



As shown in the image, we could state that relatively (assuming we could reach 6500-7000 ª) the maximum R of our spectrograph would greaterthan the maximum Spectroweb R (R = 80000). After these first impressions, we have to recalibrate the Lhire III get a better focus, increase range and a more precise study chemical studies of repeated calibrations and detail.

Nova Delphini Low Resolution Spectroscopy

(by Jim Ferreira, Livermore CA USA)
bakerst@comcast.net

Nova Delphini was discovered on 14 August 2013 by veteran amateur Super Nova hunter Koichi Itagaki from his observatory in Teppo-cho, Yamagata, Japan. When discovered in patrol images the nova was 6.8 magnitude. It reached maximum brightness of 4.3 magnitude on 16 August and was designated a spectral type Fe II galactic nova.

For about a year now I have been dabbling with low resolution stellar spectroscopy utilizing a simple, commercially available 100 lines/millimeter transmission grating and an 80mm aperture APO refractor from my suburban Livermore home. The Paton Hawksley Star Analyser 100 grating is housed in a standard 1 1/4 inch filter. I have it mounted in a simple filter wheel just ahead of my CCD camera. Nova Del presented an ideal opportunity for experimentation -- results have been most rewarding.

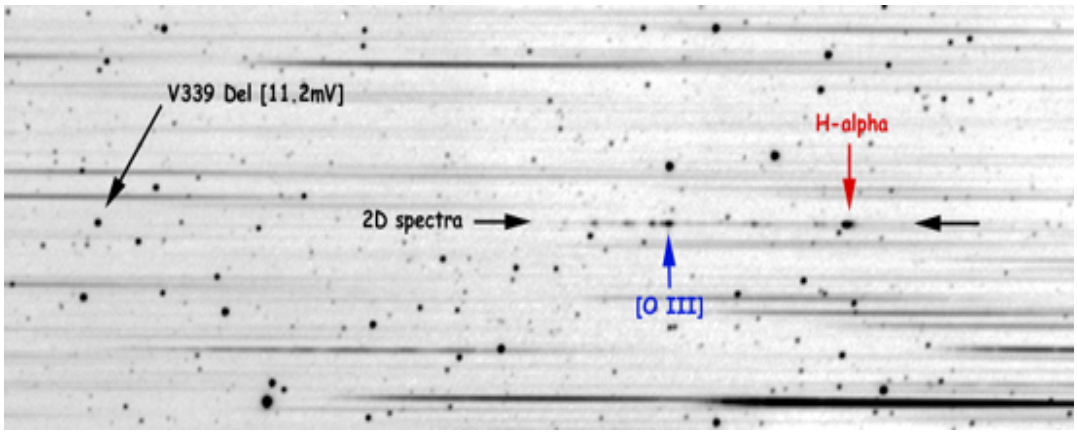


Fig. 1: The nova Nova Delphini spectroscopically on September 16th 2013, taken with the Paton Hawksley Star Analyser 100

A vacation trip and other entanglements kept me from viewing the nova spectroscopically until September 8th. By then the nova had faded considerably and at 7.2 magnitude was no longer visible to the naked eye. However, the spectra of the nova was still quite spectacular….well, if you're into stellar spectroscopy. Briefly, the lines of ionized Hydrogen (the Balmer series) were quite prominent, but more interesting were the many very prominent emission peaks of both Iron (Fe II) and Oxygen (O I), and small, but clearly present peaks of ionized Calcium (CA II).

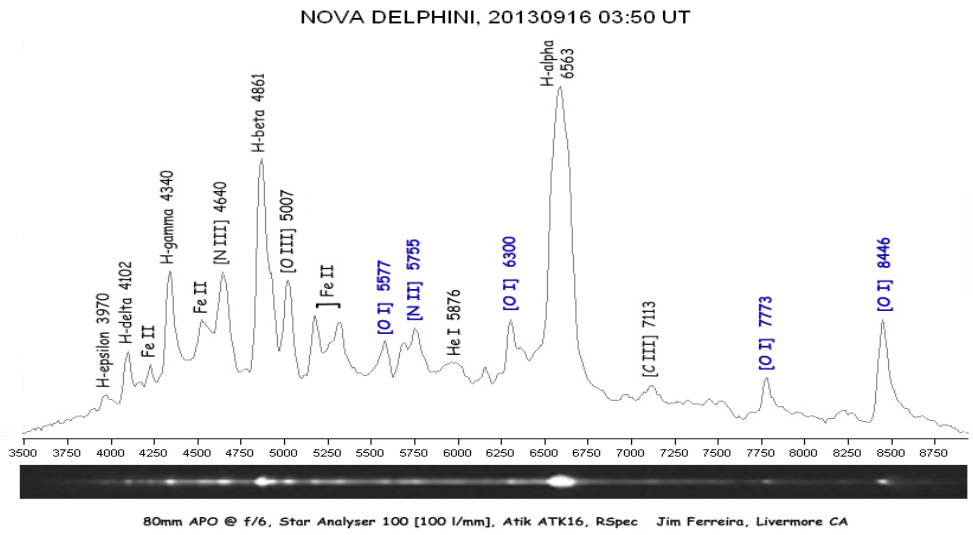


Fig. 2: Line identifications of the Nova spectrum in Fig. 1

Over the next couple months I periodically checked on Nova Del, now designated V339 Del, to find evidence of change in the prominent emission peaks.

Through most of September nova luminosity had reached a plateau, its fading slowed, declining only 0.5 magnitude over several weeks to 8.5 magnitude at the end of the month. During this period the ejecta shell, still obscuring the white dwarf at the center of the nova, had several episodes of brief brightening at specific wavelengths. On the 1st of September several of the O I lines brightened briefly, or 'flashed', followed on the 11th by the N II lines. The He lines flashed on September 20th. As luck would have it I recorded spectra on both the 19th and 20th of September recording the rise of the He I line @ 5876A.

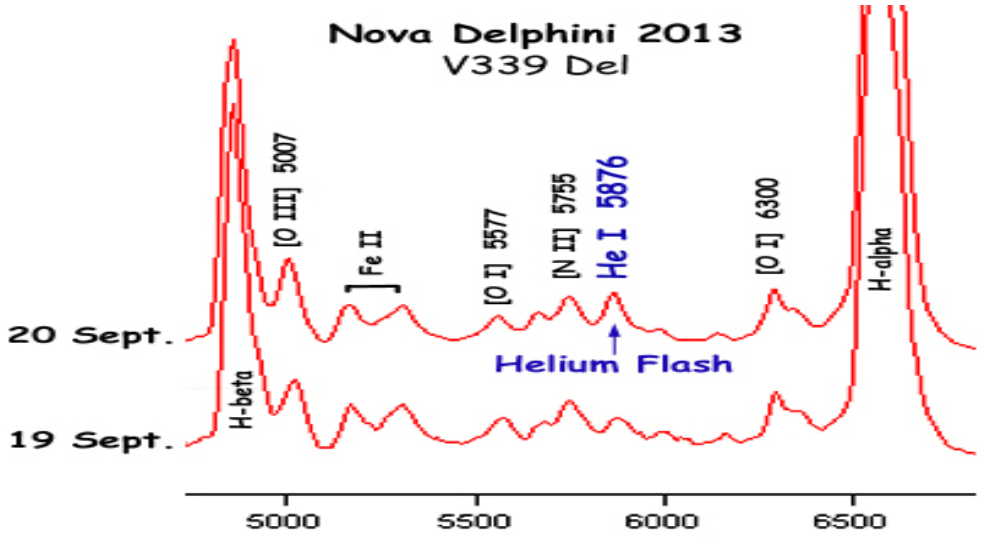


Fig. 3: The He lines flashed in spectra on September 20th

By the beginning of October the nova was entering the 'nebular' phase, the prominent Fe lines declining and He I, [N II] and [O III] were now the prominent lines. And, the nova now had moved off the luminosity plateau and by the end of October was nearing 11.0 magnitude. Through October and November the relative intensity of the spectral lines remained much the same even though the nova luminosity continued to drop. By November 25th, my last spectra of Nova Del, the nova was at 11.2 magnitude.

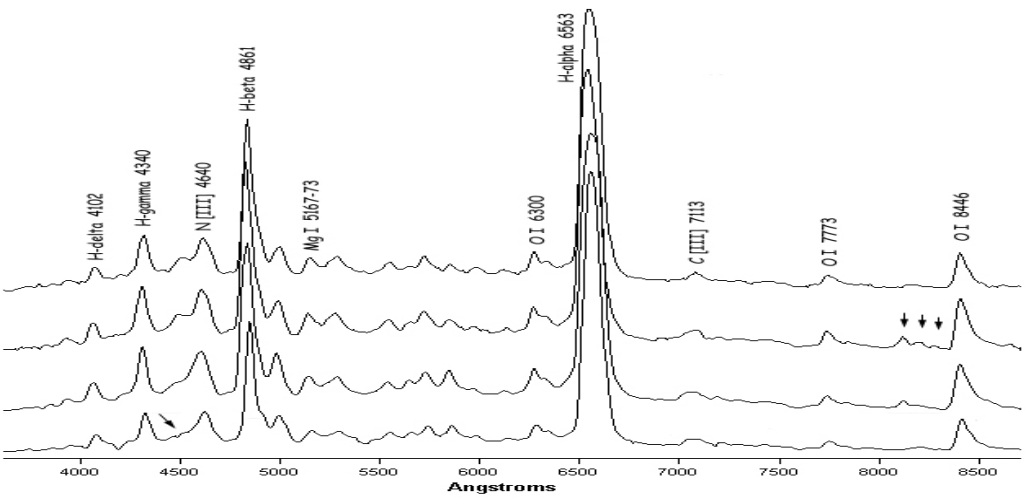


Fig. 4: November 25th spectra of the Nova Del at 11.2 magnitude

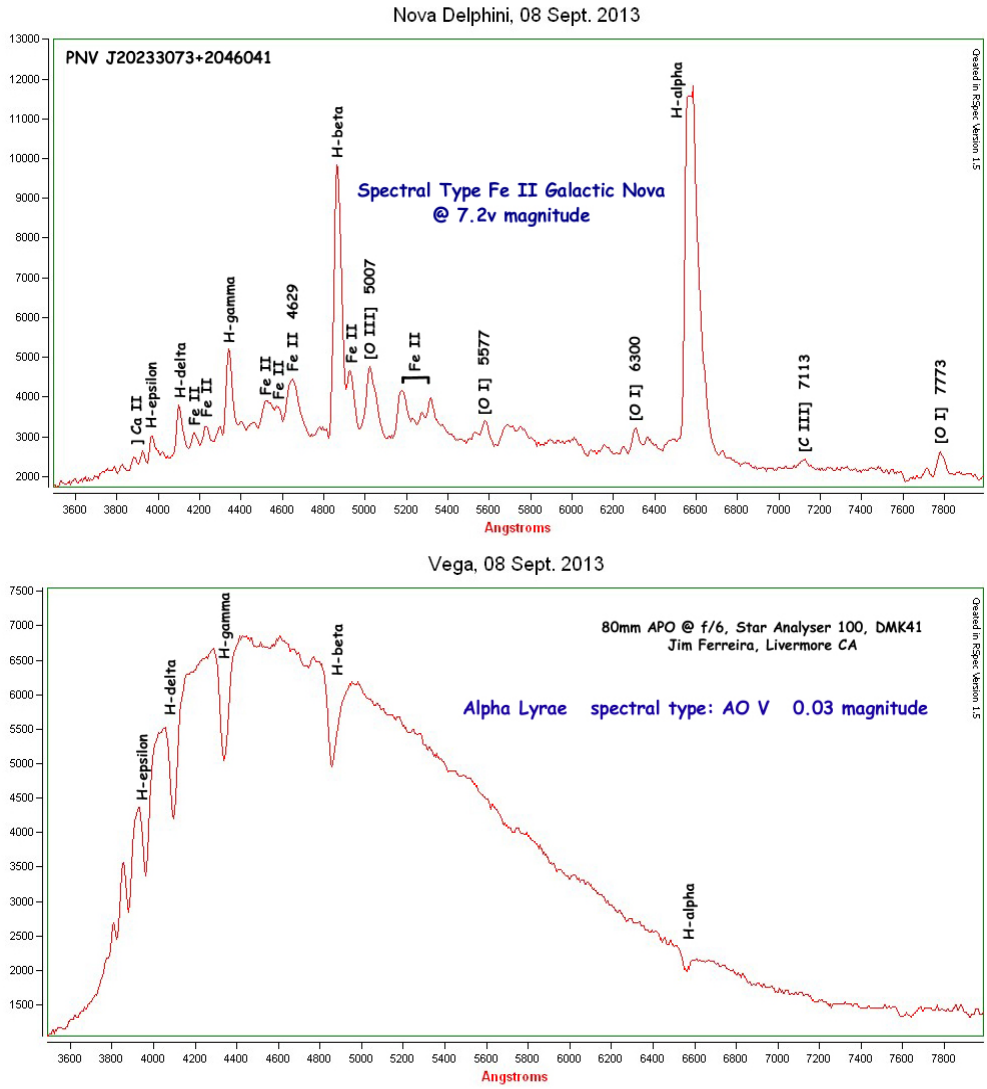


Fig. 5: Comparison of the Nova spectrum to an A type spectrum (Vega), in order to show the different spectral characters of such an "emission event"

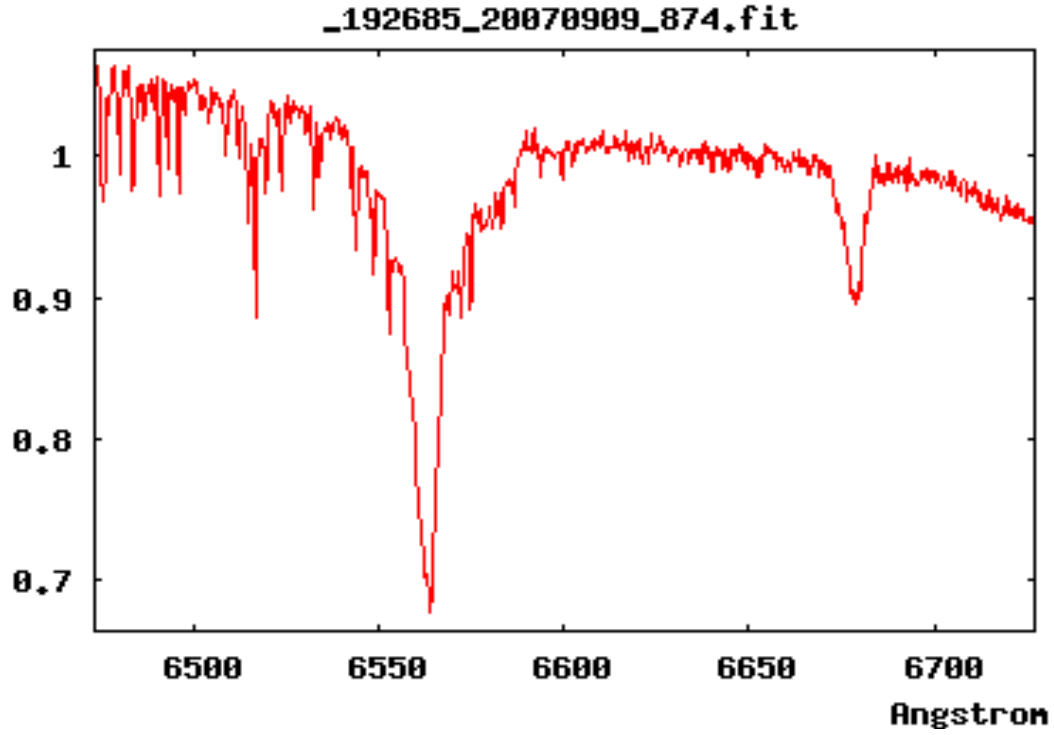
Constellation Delphinus was now well pass the meridian and sky glow from both twilight and urban lights to the west brought my most rewarding low resolution spectroscopy of V339 Del to a halt. By spring 2014, V339 Del should be high enough in the pre-dawn sky to observe and I look forward to possibly again collecting spectra, this time with a higher resolution slit-spectrometer and Chabot's research telescope Nellie.

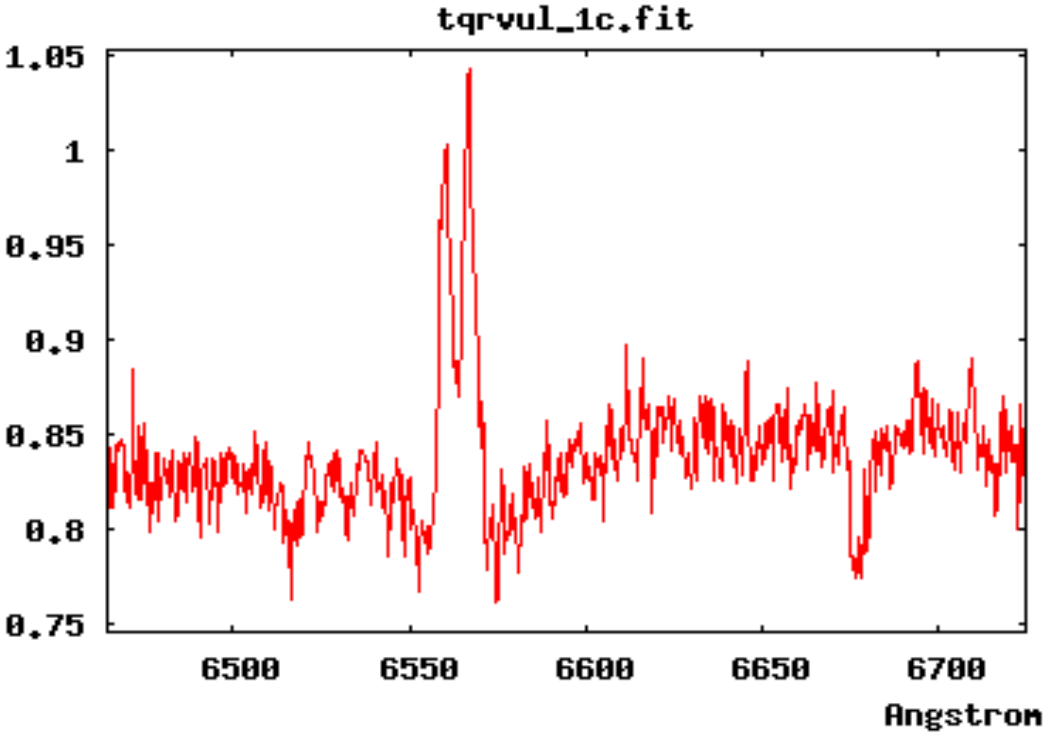
Why do we observe Be stars?

(by Francois Cochard)

Be stars are very specific objects to observe in spectroscopy, for several reasons. They are very active stars, which make them great laboratories for stellar physics models. They are not fully understood, despite the huge effort made by the community these last years. Be stars are quite common in the sky, and they are targets of choice for amateurs: they are bright, easy to observe all over the world, and a significant part of them is evolving fast, from hours to years.

From time to time, Be stars show an "outburst". This is a hydorgen ejection that change the spectroscopic Balmer lines from absorption to emission. Here is an example (QR Vul outburst between Sept. 2007 and Aug. 2008):





We want to better understand the reason for these sudden ejections. Several hypothesis exist, but multiple phenomena are involved (non-radial pulsation, magnetic field, circulation of material, high speed rotation...). and it is highly probable that each Be star has its own combination of phenomena. This is why observing a high number of stars is needed.

Be stars observations by amateurs is a useful program for improving our knowledge about stellar physics: amateur can make observations that professional cannot! Observing some hundreds of stars on a regular basis is not accessible to pros in today's world; it is to amateurs!

The ArasBeam website has been launched in Feb 2007. It has been created by a group of amateurs, in collaboration with LESIA team (Observatoire de Paris) and the BeSS database. The goal of ArasBeam is to coordinate the amateur's Be spectroscopic observations, in order to have the best coverage in time & stars. This is a friendly tool, simple & easy to use, which can help you to quickly prepare an observing session.

The main objective for ArasBeAm program is to detect and track outbursts. We also want to record any short, mid and long term evolutions in Belmer lines profile - mainly Ha. In July 2013, we decided to still improve the observing program, for two reasons :

- The increasing number of observations and the better knowledge of each star allow to better focus observations on really active stars,

- More and more spectra made by amateurs are made with low resolution spectroscopes. This allow to change our observation strategy, using low resolution to detect outbursts, and high resolution to track them.

ArasBeAm is based on BeSS data. BeSS is a powerful online database, that contains :
- A full catalog of Be stars (more than 2000 stars)
- Spectra of these Be stars, made by professional & amateurs

BeSS is accessible at http://basebe.obspm.fr/basebe/

BeSS is a professional tool that is administrated by LESIA team. Several amateurs are validators for amateur spectra. BeSS updates ArasBeam database every night, to ensure up-to-date data. The main page of ArasBeam is the list of Be stars. It gives useful data for the observation, and the priority level for observation is color coded :

- In green, the stars that have been observed recently (or for less than the expected observation period). These stars are not strictly required to be observed.

- In yellow, the stars that have been observed for more than 80% of the expected period. This is time to observe them again !

- In red, the stars that over-passed the expected period: it is urgent to observe them again !

- In purple, we indicate some stars which require intensive observations, either beacause they are part of a specific program, or because they have been discovered in outburst recently.

If you click on a star, you'll get a new page with all the spectra recorded for this star. They are sorted by date: the most recent is the first shown. ArasBeam is a tool for amateurs, developed and administrated by amateurs. Of course, this is an evolving tool, and we are very open to all your comments to improve it. We hope you'll enjoy using ArasBeam, and it will engage you to observe Be stars - which are wonderful objects!

Die Periastron-Passagen von 28 Tau 2012-2015

(von Ernst Pollmann)

Innerhalb der Zeitspanne von Januar 2012 bis Februar 2015 konnte ein Gruppe von 24 Beobachtern der ARAS-Gemeinschaft (http://www.astrosurf.com/aras/) erfolgreich vier Periastron-Passagen des Be-Doppelsterns 28 Tau dokumentieren. Der Hauptzweck der Kampagne war, die Änderung in der Radialgeschwindigkeit (RV) zusammen mit dem V/R-Verhältnis des Hα-Doppelpeakprofiles zu beobachten. In dieser Kampagne kamen Littrow-Spektrographen vom Typ LHIRES III mit unterschiedlichem Spektralauflösungsvermögen R von 8000 bis 17000 zum Einsatz. Entsprechend den Untersuchungen über die orbitalen Elemente von Tau 28 durch Nemravova et al. (2010), benutzten auch wir zunächst die Hα-Linie, um so unsere Ergebnisse vergleichen zu können. Die Reproduzierbarkeit unserer Hα-RV-Messungen in einem Einzelspektrum während einer Nacht kann bei Anwendung der Linien-Profilspiegelmethode mit (+/-) 2 km/s. angeben werden.

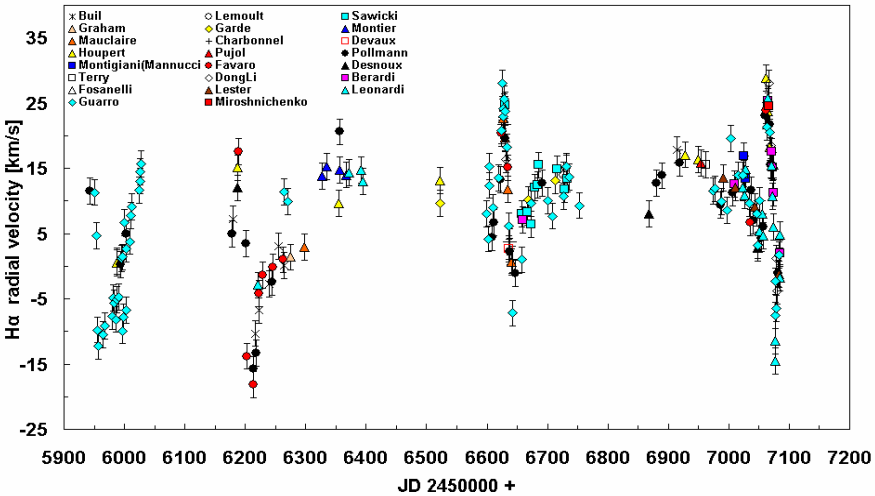


Abb. 1: Überblick zum zeitlichen Verlauf der Hα-Radialgeschwindigkeit

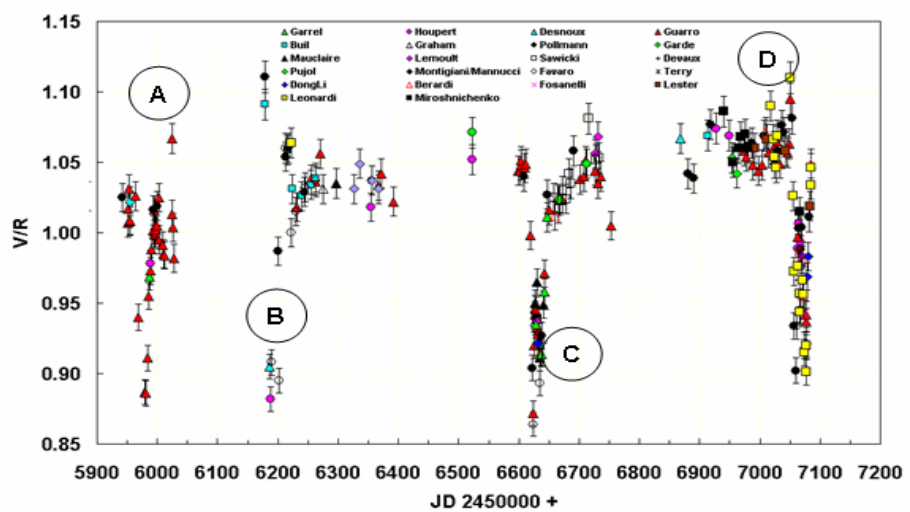
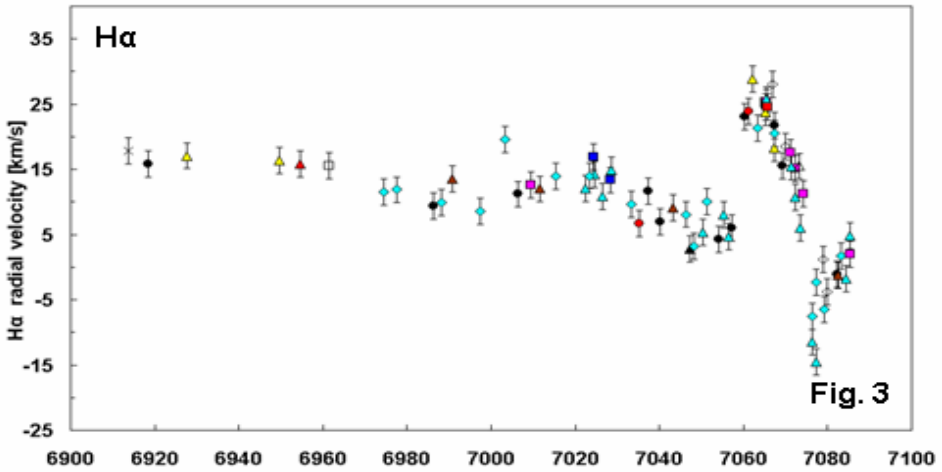
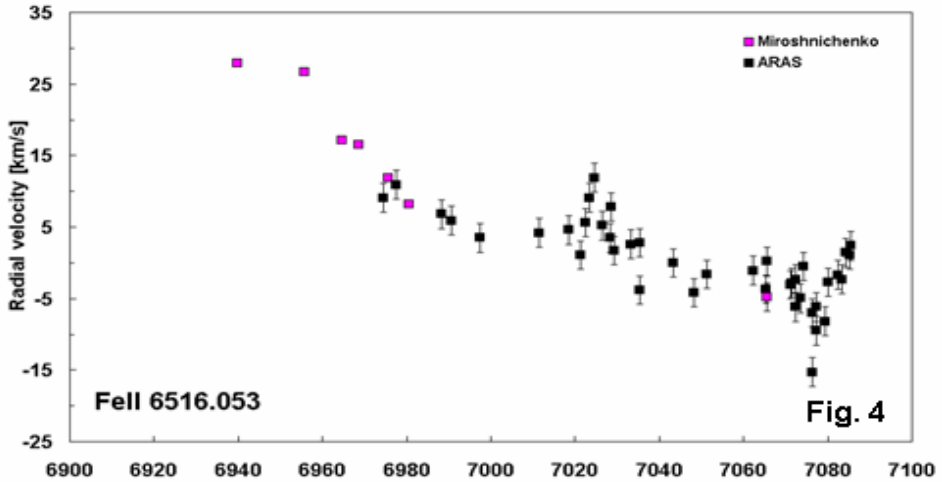


Abb. 2: Überblick zum zeitlichen Verlauf des V/R-Verhältnis der Hα-Doppelpeak-Emission

Während Nemravova et al. (2010) für die Berechnung der Orbitalelemente Hα-Spektren des Zeitraums JD 2449581 bis 2455112 verwendeten, der die Be-Shell- und die B-Phase von Tau 28 umfasst, stellen unsere Beobachtungsergebnisse ausschließlich den Be-Shell-Zeitraum JD 2459942 bis 2457083 dar. Darüber hinaus waren wir in unserer Kampagne besonders daran interessiert zu sehen, wie sich zu erwartende Änderungen des V/R-Verhältnisses zur Zeit der minimalen Radialgeschwindigkeitsepoche nahe dem Periastron als Folge der Gezeitenwirkung der Sekundärsterns in diesem Doppelsternsystem darstellen. Der oben erwähnte Zeitraum von Januar 2012 bis Februar 2015 wird in Abb. 1 & 2 als Gesamtüberblick über die Hα-RV und dem zeitgleichen V/R-Zeitverhalten gezeigt.





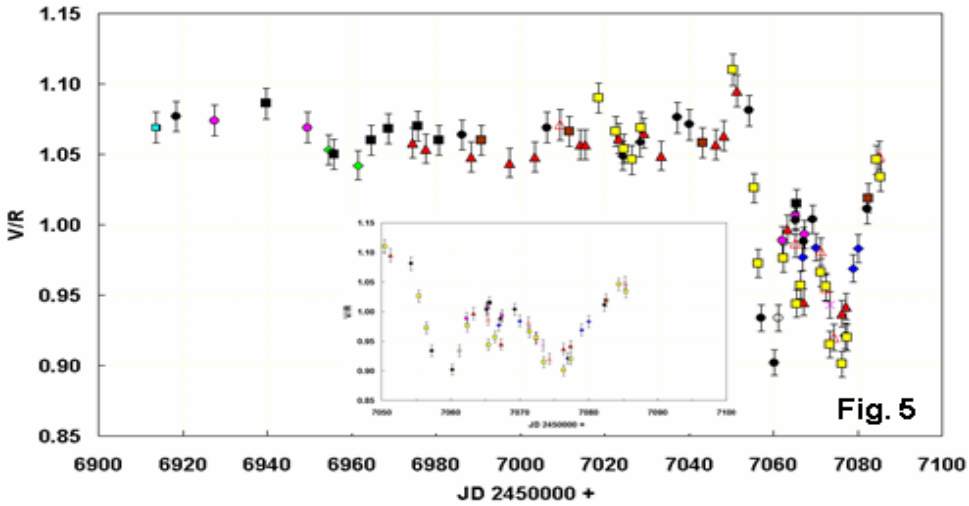


Abb. 3-5: Zeitlich höher aufgelöstes Hα-RV-Monitoring der Periastronpassage D (oben); RV-Vergleichsmonitoring an der Absorptionslinie FeII 6516Å (mitte); Hα-V/R-Monitoring der Periastronpassage D mit den beiden ausgeprägten Minimumstrukturen (unten)

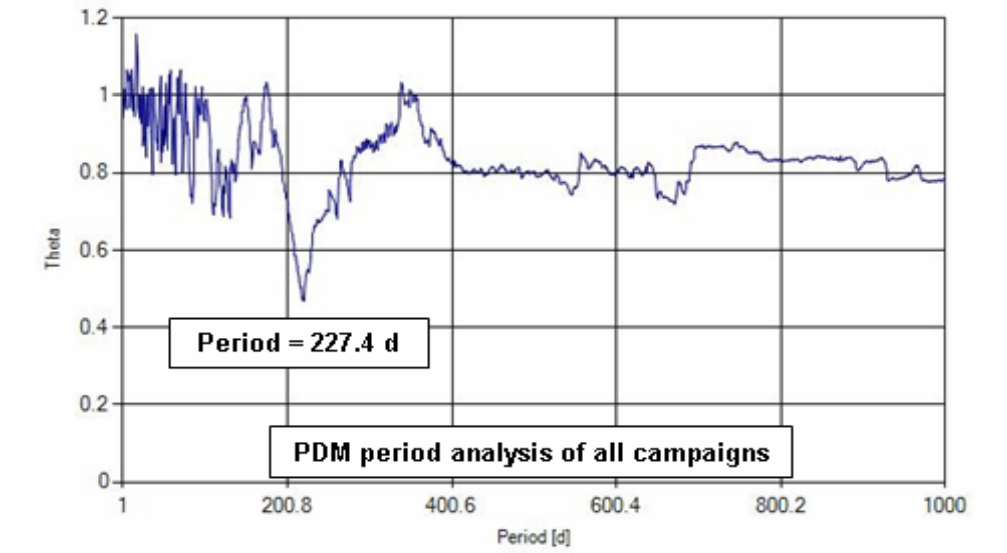


Abb. 6: RV-PDM-Periodenanalyse aller bisher beobachteten Periastronpassagen

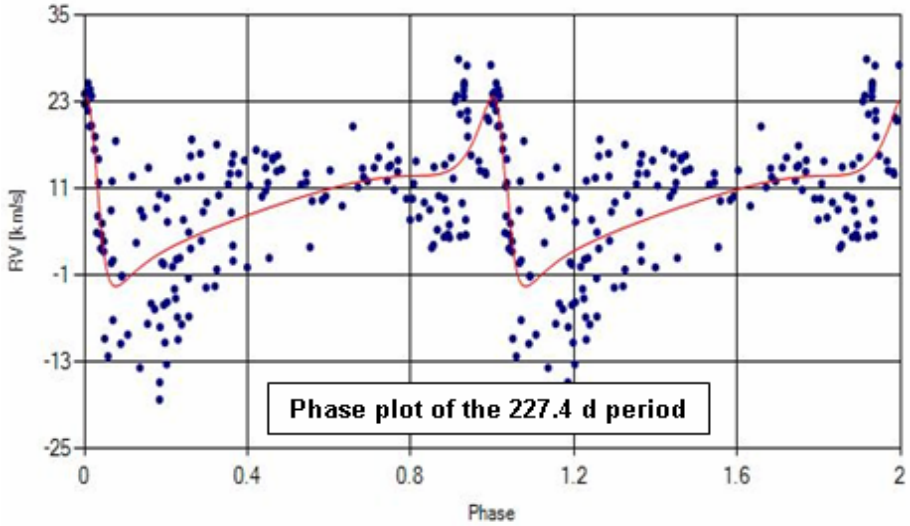


Abb.7:Phasendiagramm der RV-Periode 227.4 Tage aus allen bisher beobachteten Periastronpassagen

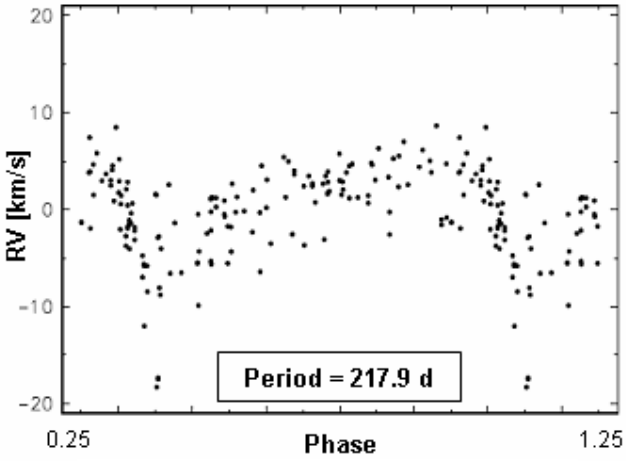


Abb. 8: Fotographische Radialgeschwindigkeiten aus Katahira et al. PASJ, 48, 317

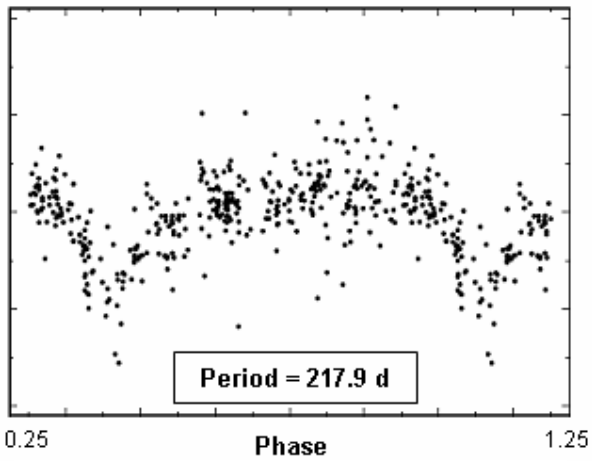


Abb. 9: Elektronische Radialgeschwindigkeiten aus Nemravova et al. A&A, 516, A80

Unsere detaillierte Hα-RV-Darstellung in Abb. 3 zeigt einen klaren Sprung in positiver Richtung (Rotverschiebung) bei JD 2457060. Ähnliches ist auch in den RV-Daten (JD 2452860 bis 2454186) von Nemravova (2010) zu finden. Dieser ungewöhnliche RV-Sprung in unseren Beobachtungen war Anlass, einer Empfehlung aus der professionellen Astronomie zu folgen, die RV an einer Spektrallinie, die in größerer Nähe zum zentralen Stern gebildet wird, zu überprüfen.

Dies trifft für die Linie FeII 6516.053 Å zu, die in einer dichten Scheibenzone um den Stern entsteht und etwa 70% der Kontinuumsintensität in ihrem Absorptionsminimum erreicht. Diese FeII-Linie ist in die meisten unserer Spektren vorhanden gewesen. Um unser Monitoring noch weiter zu ergänzen, erhielten wir erfreulicherweise zusätzliche professionelle Spektren von unserem Freund und Kollegen Prof. Dr. Anatoly Miroshnichenko.

Abb. 4 zeigt, dass tatsächlich die RV der Linie von FeII 6516 sich gleichmäßig und fast ungestört bis hin zum Periastron bei ca. JD 2457076.4 verringert. Entsprechend den von Nemravova et al. (2010) ermittelten Hα-Orbitalelementen ($e = 0.596$; $\omega = 148°$; $T_{periastron} = 2440040.4$ d) hatten wir dieses Periastron bei JD 2457077.0 zu erwarten.

Wie bereits erwähnt, haben wir mit der Messung des Hα-V/R die Möglichkeit, die zu erwartende Änderung der Scheibendichtestruktur nahe dem Periastron als Folge der Gezeitenwirkung des Sekundärsterns zu beobachten. Die von uns beobachtete und ziemlich ungewöhnliche V/R-Veränderung in Form des Auftretens zweier verschiedener Minimum-Komponenten (bei JD 2457060 & 2457076) nahe dem Periastron in Abb. 5, scheint daher in der Tat einem Verzerrungs- und Deformationsprozess der beiden, geometrisch zu einander versetzten Scheiben des Doppelsternsystems [Hirata (2007) u. Tanaka et al. (2007)] zu entsprechen.

In unseren vorausgegangenen Kampagnen ist lediglich in den Periastrondurchgängen A und C in der Abb. 2 eine solche „zweifache" V/R-Erscheinung zu erkennen, was bedeutet, dass der hier zugrunde liegende Prozess der Scheibenverzerrung während der einzelnen Periastronpassagen nicht immer gleichartig verläuft. Demzufolge ist es nicht besonders schwer sich vorzustellen, dass diese Art der Profildeformation der Hα-Linie zu Radialgeschwindigkeiten führt, die stark durch die Gezeiteneinflüsse des Sekundärsterns gestört sind.

Trotz dieser Unschärfe in der Periastron-Zeitdefinition haben wir versucht, eine Periodenanalyse von RV und von V/R durchzuführen. Zunächst zeigt Abb. 6 die RV-(PDM)-Periodenberechnung (PDM = phase dispersed minimization) aller beobachteten Periastrondurchgänge dieses Berichts, welche zu einer Periode von 227.4 Tagen führte.

Abb. 7 zeigt das entsprechende Phasendiagramm. Das hier ermittelte Phasenverhalten sowie die Perioden selbst sind mit den photographischen RV-Phasendiagrammen von Katahira et al. (1996) in Abb. 8 sowie mit den elektronischen RV-Phasendiagrammen von Nemravova et al. (2010) in Abb. 9 verglichen worden.

Unsere größeren Perioden resultieren aus der Tatsache, dass wir in der Lage waren, sowohl die RV wie auch das V/R innerhalb konkreter Periastron-Kampagnen im Detail mit einer deutlich höheren Beobachtungshäufigkeit als in den professionellen Untersuchungen abzudecken, was zu einer größeren zeitlichen Dispersion der eigentlichen Periastronpassagen führte.

Andererseits spiegelt sich in der relativ scharfen VR-Definition in unseren Beobachtungen (außer im letzten Periastronmonitoring), mit der PDM-Periodenanalyse in Abb. 10 und dem Phasendiagramm in Abb. 11, ziemlich genau die 217.9 Tage Periode von Katahira et al. (1996) und von Nemravova et al. (2010) wieder. Dennoch bleibt alles in allem die Frage: wie kann man orbitale Elemente (wie z.B. Periastronperioden) basierend auf RV-Auswertungen vergleichen, wenn derartige Unschärfen bei der Periastron-Zeitdefinition in den RV-Werten vorliegen?

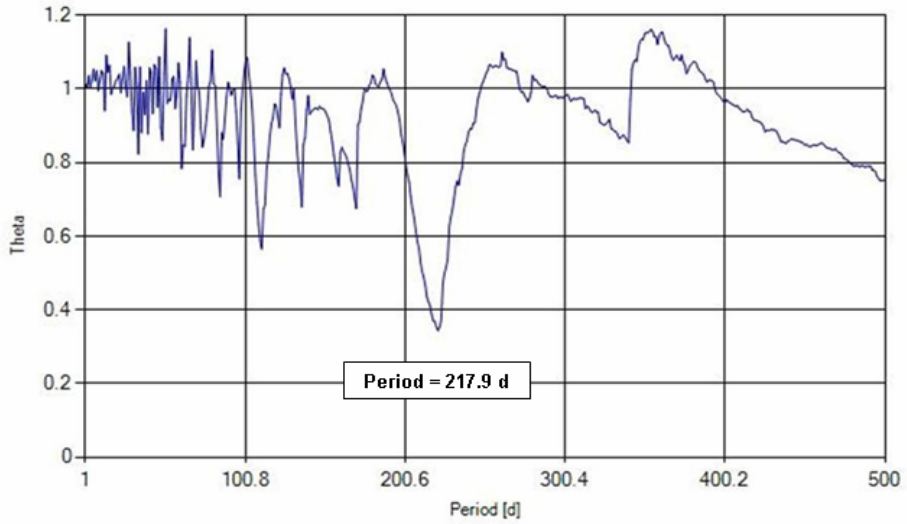


Abb. 10: PDM-Periodenanalyse des V/R-Verhältnisses der Periastronpassage D in Abb. 2

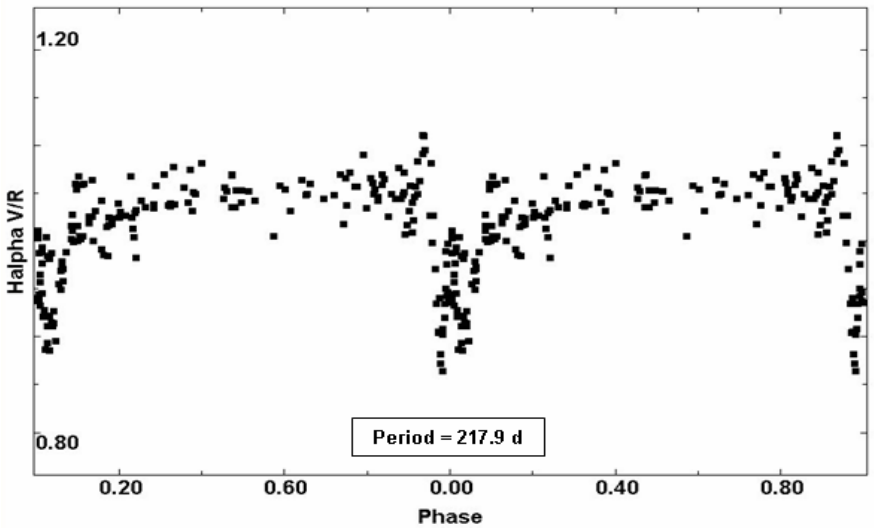


Abb. 11: Phasendiagramm der 217.9 Tage Periode in Abb. 10

Literatur:
Hirata, R., 2007, PASJ Conference Series, Vol. 361, 267-271
Katahira, J., I., Hirata, R., Katoh, M., Ballereau, D., Chauville, J., 1996, PASJ, 48, 317-334
Nemravova, J., Harmanec, P., Kubat, J., Koubsky, P., Lliev, L., Yang, S., Ribeiro, J., Slechta, M., Kotovka, L., Wolf, M., Skoda, P., 2010, A&A, 516, A80
Tanaka, K., Sadakane, K., Narusava, S., Y., 2007, PASJ 59, L35

Die folgenden ARAS-Beobachter haben mit ihren Spektren zu den Kampagnen beigetragen:

Th. Garrel, C. Sawicki, J. Montier, J. S. Devaux, M. Pujol, M. Leonardi, V. Desnaux, P. Berardi, Ch. Buil, K. Graham, B. Mauclaire, F. Houpert, E. Pollmann, N. Montigiani, M. Mannucci, J. N. Therry, J. Guarro, Th. Lemoult, O. Garde, St. Charbonnel, T. Lester, A. Favaro, Dong Li, P. Fosanelli