Ernst Pollmann,

V0696 Mon (HR2142) und π Aqr im Hα-Licht – spektroskopisch gesehen

Artikel erschienen im
Journal für Astronomie Nr. 25,
Vereinszeitschrift der Vereinigung der Sternfreunde e.V. (VdS).

Bereitgestellt durch die VdS-Fachgruppe Spektroskopie.

Referenz:
E. Pollmann, VdS-Journal Nr. 25 (2008) 120ff

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

V0696 Mon (HR2142) und π Aqr im Hα-Licht – spektroskopisch gesehen

von Ernst Pollmann

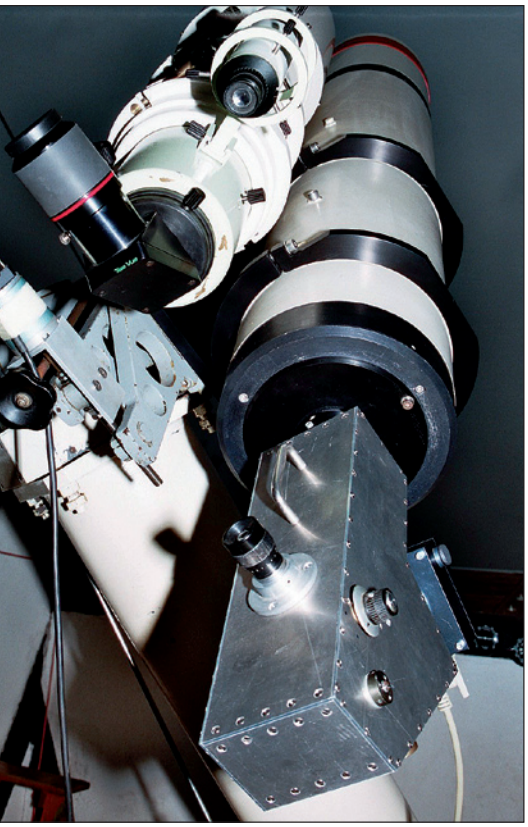

Abb. 1:
Selbstbau-Spektrograph an der Lichtenknecker FFC in der STW der VdS-Köln

Einleitung

In diesem Aufsatz berichte ich über zwei typische Objekte meiner Programmsterne, die der Klasse der relativ jungen B-Sterne angehören. Es handelt sich dabei um Sterne, in denen einige Spektrallinien des Wasserstoffs im sichtbaren Bereich als Emissionslinien in Erscheinung treten. Hervorgerufen werden diese Emissionen in einer hüllenartigen Scheibe aus Wasserstoffgas, die den eigentlichen Stern umgibt. Gespeist werden diese Scheiben durch einen zeitabhängigen und variablen Masseverlust des Zentralsterns. Dieser Massenverlust führt in Verbindung mit der Rotation des Zentralsterns und der Scheibenrotation zu interessanten Effekten in der Evolution der Emissionslinienprofile. Die spektrale Besonderheit klassifiziert diese Sterne als sogenannte Be-Sterne. Zusätzliche Begleiter des Zentralsterns führen zu einer noch komplexeren Dynamik, die nach wie vor im Fokus der wissenschaftlichen Forschung steht.

Allgemein berichten Linienprofilformen über die Verteilung der Rotationsgeschwindigkeit in photosphärennahen Zonen des Zentralsterns sowie über die Rotationsgeschwindigkeit und die Temperaturschichtung in der Scheibe. Die Spektroskopie mit mittlerer Auflösung ($R=\lambda/\Delta\lambda=10000\ldots20000$), die heutzutage durch ambitionierte Amateure leicht erreicht werden kann, erlaubt das Studium genau dieser dynamischen Effekte auf das zeitliche Verhalten der Emissionslinienprofile.

Beobachtungsausstattung

Mein selbstgebauter spaltloser Spektrograph ist mit einem Reflexionsgitter (1800 Linien/mm, 50x50mm², Blazewellenlänge 500 nm, Effizienz bei 650 nm 50%), einem Kollimator f=135 mm (f/2,8) und einer Kamera f=200 mm (f/4,5) ausgestattet. Die Dispersion bei Hα beträgt 27 Å/mm (= 0,245 Å/Pixel). Dies führt bei einem typischen Seeing von etwa 2“ zu einer Auflösung von R ~ 14000. Das Gitter ist auf 650 nm (Hα) fest eingestellt. Zur Einstellung des Sterns ist im Strahlengang des Kollimators zum Gitter ein kleines Feldsucherteleskop mit Klappspiegel eingebaut. Als CCD-Kamera wird eine NOVA402 der Fa. Astro-Elektronik Fischer benutzt. Abb. 1 zeigt den fest am 20 cm Schmidt-Cassegrain Teleskop (Flat-Field-Camera der Fa. Lichtenknecker) angeflanschten Spektrographen in der Arbeitssternwarte der VdS-Köln in Odenthal-Scheuren.

HR2142 – ein Doppelsternssystem mit Emissionslinien

HR2142 (HD41335, VO696 Mon) ist ein in den letzten 50 Jahren häufig studierter Be-Stern. Seine projizierte Rotationsgeschwindigkeit ist sehr hoch (350-400 km/s). Die auffälligste Eigenschaft seines Spektrums sind die Balmer-Linien in Emission, die eine zentrale Einsenkung zeigen. Seit der Entdeckung periodischer Linienprofilvariationen wird HR2142 als Doppelsternsystem mit einer Umlaufzeit von 80,86 Tagen betrachtet. Dies drückt sich durch periodische V/R-Veränderungen in der Hα-Linie aus. Ursache dafür scheint ein zusätzlicher Materiefluss in die Scheibe zu sein, der zu erhöhter Emission führt.

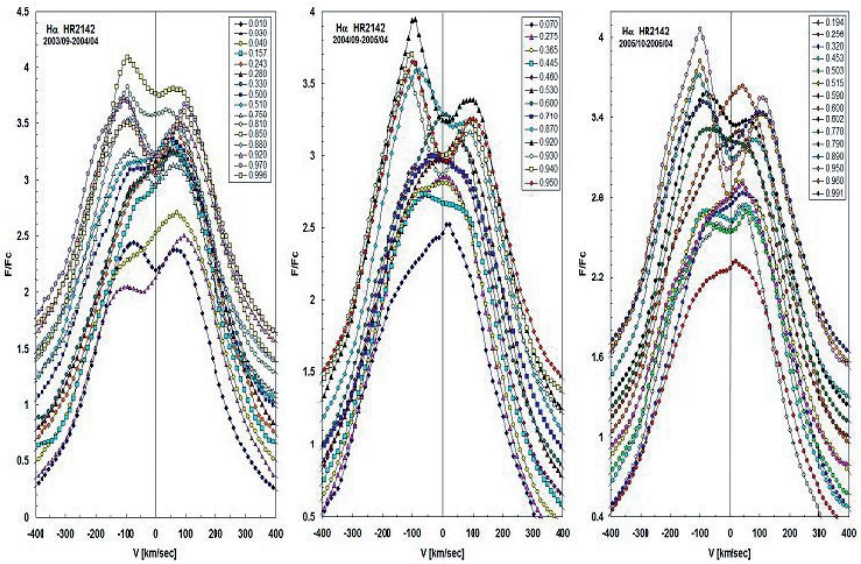

Abb. 2:
Die Hα-Emission von HR2142 zeigen Änderungen in der violetten (V) und roten (R) Komponente. (Beobachtungszeiträume: 09/2003-04/2004,09/2004-04/2005,10/2005-04/2006)

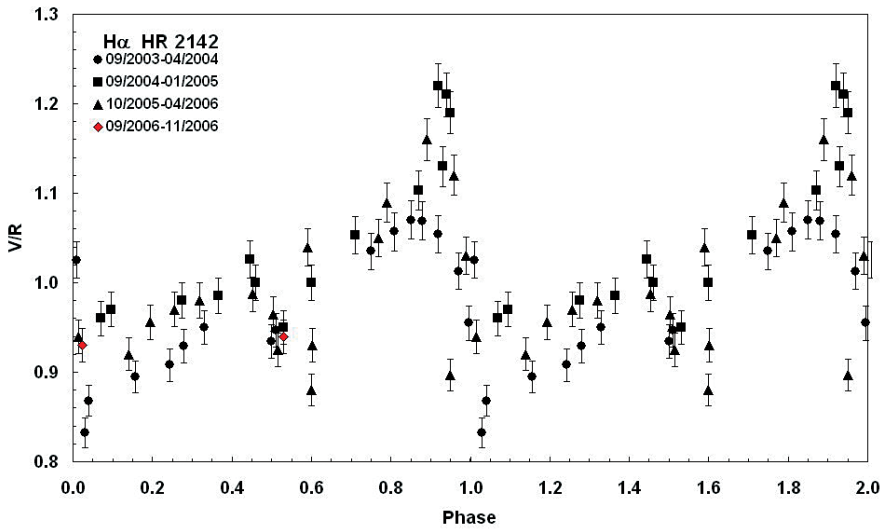

Abb. 3:
Phasenbezogene Variabilität V/R-Verhältnisses der Hα-Linie

Aufgrund der Komplexität der azimutalen Verteilung des Scheibenmaterials werden tomographische Studien durch das V/R-Verhältnis als wichtig erachtet. Deshalb haben Astronomen der Landessternwarte Heidelberg eine Zusammenarbeit mit den Amateurastronomen vorgeschlagen, da diese kontinuierliche Linienprofil-Beobachtungen durchführen können, die an Großobservatorien so nicht möglich sind.

Generell hängt die Stärke der zentralen Einsenkung vom Winkel zwischen der Sichtlinie und der Bahnebene des Doppelsystems ab. Große Winkel manifestieren sich in einer starken Einsenkung, weil das einfallende Gas die Sichtlinie schneidet. Mit Spektrographen einer Dispersion von wenigstens 35 Å/mm und einer Auflösung von R ~ 12000 können die V/R-Variationen verfolgt werden.

Abhängig von der Phase erkennt man eine rot- bzw. blauseitige Verschiebung des Emissionsmaximums als V/R-Variation (Abb. 2). Die zentrale Einsenkung entwickelt sich um die Phase 0,0 (oder 1,0), wenn das Gebiet des in die Scheibe einfallenden Gases vor dem Be-Primärstern steht. Zu diesem Zeitpunkt befindet sich der Begleiter zwischen Beobachter und Be-Stern. Abb. 3 zeigt die phasenbezogene Auftragung des V/R-Verhältnisses aus drei Beobachtungsperioden. Die Fehlerbalken ergeben sich aus Messungen an Standardsternen.

Das V/R-Verhältnis während der Beobachtungsperiode 2003/2004 hat sein Maximum von 1,07 bei der Phase 0,85, 1,22 bei 0,93 (2004/2005) und 1,16 bei

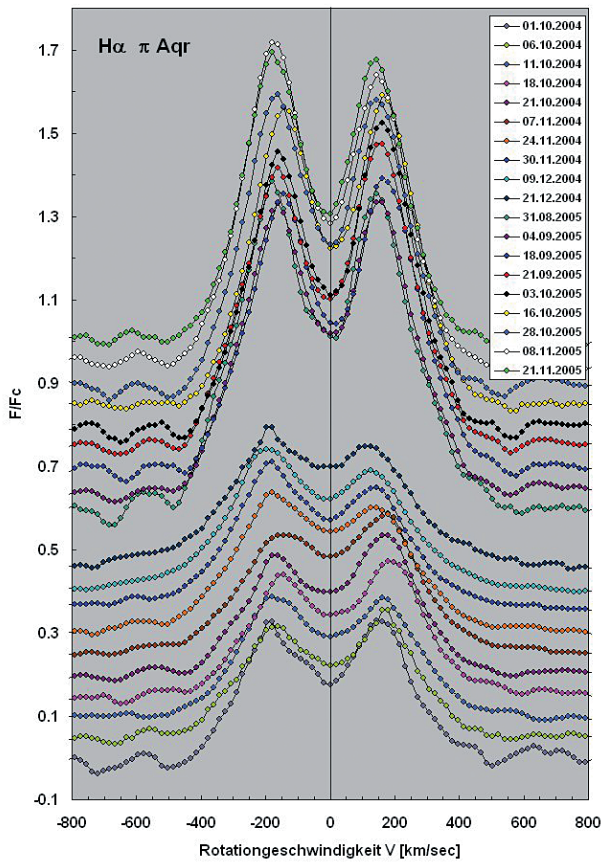

Abb. 4:
Evolution der Hα-Linie. Die Spektren sind gegeneinander zur besseren Darstellung mit einem Offset versehen.

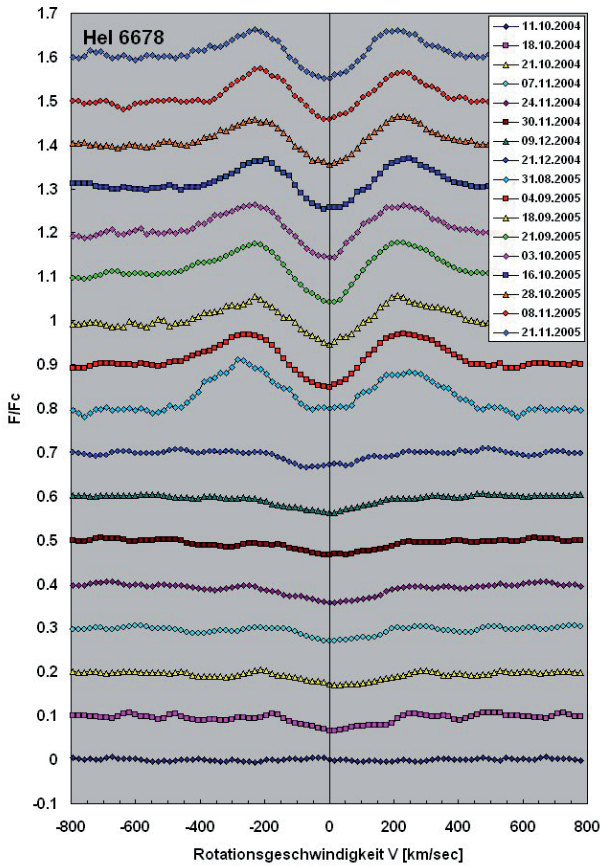

Abb. 5:
Evolution der HeI6678-Linie. Die Spektren sind gegeneinander zur besseren Darstellung mit einem Offset versehen.

0,9 (2005/2006). Zusätzlich erkennbar ist ein bemerkenswerter Wechsel im V/R-Verhältnis zwischen Phase 0,5 und 0,6. Zu diesem Zeitpunkt befindet sich der Begleiter hinter dem Zentralstern. Während der gesamten Beobachtungsperiode variierte die Äquivalentbreite der Hα-Linie zwischen 24-36 Å. Eine Korrelation zwischen diesen Änderungen und dem V/R-Verhalten konnte aber nicht festgestellt werden.

π Aqr – Aufbau einer Be-Sternscheibe im HeI6678-Licht

Die Erweiterung meines Monitorings auf die Heliumlinie (HeI) bei 6678 Å ist darin begründet, dass im Rahmen der eigentlichen Hα-Überwachung (Hα: λ = 6563 Å) die HeI-Linie innerhalb des festeingestellten Spektralbereichs von etwa λ = 6450-6750 Å liegt. Damit hatte sich die simultane Auswertung der HeI-Linie geradezu aufdrängt. Außerdem manifestieren sich in dieser Linie quasi-photosphärische Aktivitäten nahe der Sternoberfläche, die in dem Übergangsbereich zwischen Photosphäre und Scheibe interessante dynamische Prozesse durch Veränderungen im Linienprofil und der Linienstärke zu Tage treten lassen.

Abb. 4 zeigt zunächst das Zeitverhalten der Hα-Emission und Abb. 5 das der HeI6678-Linienkombination von Oktober 2004 bis Ende November 2005. In der Zeit von Oktober bis Dezember 2004, in der die Hα-Emission nur in einer relativ geringen Ausprägung mit einer Äquivalentbreite von etwa 4-5 Å beobachtet werden konnte, war die HeI6678-Linie vermutlich deshalb nicht zu sehen, weil ihr photosphärisches Profil (Absorptionslinie im Spektrum des Zentralsterns) mit Emissionsanteilen aus der Scheibe gerade so aufgefüllt war, dass sie nicht vom benachbarten Kontinuum unterscheidbar war.

Weiterhin ist zu bedenken, dass für die Hα-Emission wesentlich niedrigere Anregungstemperaturen erforderlich sind. Außerdem entsteht sie in den weit ausgedehnten Regionen der Sternhülle. Die Helium-Emission dagegen wird relativ nahe der stellaren Oberfläche produziert.

Die Rotationsgeschwindigkeit des zirkumstellaren Materials ist nahe der stellaren Oberfläche am größten (ca. 450-500 km/sec), sie verringert sich aber rasch entsprechend den Keplerschen Gesetzen in Richtung der den Stern umgebenden Hülle. Diese Tatsache war in der Beobachtungsperiode von August bis November 2005 zu beobachten, als die Hα- wie auch die HeI6678-Emission stärker in Erscheinung traten, die jeweilige Peak-Trennung (= differentielle Rotationsgeschwindigkeit als Dopplerverbreiterung der Linien) in der He6678-Linie mit 475 km/sec (entsprechend Kepler) größer war als bei der Hα-Linie mit 325 km/sec (zur Erinnerung: Hα entsteht in den ausgedehnten Scheibenregionen, HeI6678 in der Nähe des Zentralsterns).

Die in den Randgebieten des Zentralsterns erzeugten Linien sind durch den Dopplereffekt zum blauen und roten Ende des Spektrums hin gegen ihre Nulllage verschoben, da der eine Rand sich auf uns zu und der andere von uns weg bewegt. Dadurch tritt insgesamt eine Verbreiterung der Spektrallinien ein. Sie werden umso breiter, je höher der Betrag der Rotationsgeschwindigkeit ist.

Fazit und Ausblick

Die spektroskopische Beobachtung von Be-Sternen ist nach wie vor spannend, da diese von ständigen Veränderungsprozessen im Zentralstern und der ihn umgebenden Scheibe gekennzeichnet sind. Mit den uns Amateurastronomen heutzutage verfügbaren Geräten lassen sich diese Prozesse beobachterisch verfolgen und gleichzeitig wissenschaftlich wertvolle Daten sammeln.

Neues aus der FG Veränderliche (BAV)

von Dietmar Bannuscher

Das traditionelle Jahrestreffen der Veränderlichenbeobachter im Frühjahr in Hartha/Sachsen war wieder einmal ein gelungenes Beisammensein. Eine informative Zusammenfassung lesen Sie in diesem Heft. Anfang September fand ebenfalls mit gutem Erfolg zum vierten Male die BAV-Veränderlichenbeobachter-Woche in der VdS-Sternwarte Kirchheim statt. Ein Erlebnisbericht von Teilnehmern erzählt Ihnen die ganze Geschichte.
Gleichzeitig bot das Jahr 2007 bisher auch wirklich herausragende Ereignisse an Veränderlichen Sternen. Mira hatte im Februar ein „Jahrhundert"-Maximum, war heller als 2 mag. Dies gab es seit der Überwachung des Sterns bisher nur ein Mal. Mehrere Zwergnovae machten von sich reden, Interaktionen in engsten Doppelsternen mit durchaus unüblichem Verlauf waren zu sehen. Wie so etwas zugehen kann, zeigt der Artikel über Zwergnovae von Markus Schabacher.