



Ernst Pollmann,  
 **$\zeta$  Tau, Kurzzeitvariabilität der  $H\alpha$ -Emissionslinie**

Artikel erschienen im  
Journal für Astronomie Nr. 3,  
Vereinszeitschrift der [Vereinigung der Sternfreunde e.V. \(VdS\)](#).

Bereitgestellt durch die [VdS-Fachgruppe Spektroskopie](#).

Referenz:  
E. Pollmann, VdS-Journal Nr. 3 (1999) 76f



# ζ Tau, Kurzzeitvariabilität der H $\alpha$ -Emissionslinie

Ernst Pollmann

Die klassische Form der Veränderlichenbeobachtung im Amateurbereich hat unbestritten und bekanntermaßen in vielen Bereichen der astronomischen Forschung sehr wertvolle Beiträge einbringen können. Hierzu zählen im besonderen die visuelle, die fotografische wie auch die photoelektrische Helligkeitsbeobachtung an den verschiedensten Veränderlichentypen.

Die heutige computergestützte Beobachtung und Auswertung in der Amateurastronomie dringt in Bereiche vor, die vor einigen Jahren noch ausschließlich der professionellen Astronomie vorbehalten waren. Diese erfreuliche Entwicklung ist nicht zuletzt auf die segensreiche Erfindung bzw. Entwicklung der CCD-Chips zurückzuführen.

Insofern nimmt es nicht Wunder, daß in zunehmendem Maße auch die klassischen photoelektrischen Helligkeitsmessungen an veränderlichen Sternen durch die Anwendung der CCD-Sensoren verdrängt werden, wengleich dabei vor allzu großer Sorglosigkeit gewarnt werden muß. Von Spezialisten der BAV wird in diesem Zusammenhang zu recht unter anderem auf die besondere Problematik der individuellen spektroskopischen Empfindlichkeitsfunktion des CCD-Chips hingewiesen.

## CCD-Kameras – ideal für Veränderliche

Die relative hohe Empfindlichkeit der CCD-Chips im Spektralbereich um 650 nm eignet sich dagegen vorzüglich zur Beobachtung von Veränderlichen Sternen, die gerade in diesem Bereich ausgesprochen faszinierende spektrale Erscheinungsformen bereitstellen. Intensitätsmessungen des Zeitverhaltens der Spektrallinie H $\alpha$  an Emissionsliniensternen sind hier die Stichworte. Damit ist die Sternklasse der sogenannten Be-Sterne angesprochen, die nicht unbedingt die charakteristischen Lichtwechsel der allgemeingültigen Veränderlichentypologie aufweisen. Gleichwohl sind bedeutende sternphysikalische Veränderungsprozesse, wie nichtradiale Pulsation, oder Massenabströmung äußerer Atmosphärenschichten in dieser Sternklasse die zu Grunde liegenden Mechanismen. Es ist vermutlich in der Amateurszene kaum verborgen geblieben, daß dies das ausschließliche Feld amateurwissenschaftlicher Betätigung des Autors ist.

## Wetterglück gehört dazu...

Die exzellenten Wetterverhältnisse um Weihnachten 1996 ermöglichten die intensive Beobachtung einiger Emissionsliniensterne, die in der Intensität der Spektrallinie H $\alpha$  gewisse Variabilitäten zeigen. Im Rahmen einer wissenschaftlichen Zusammenarbeit mit Dr. R. Hanuschik (ehemals Astronomisches Institut der Universität Bochum), wurde die Aufforderung formuliert, in möglichst dichter Zeitfolge vor allem solche Sterne zu verfolgen, bei denen kurzzeitige Änderungen der Emissionsintensität der H $\alpha$ -Linie

zu erwarten bzw. von großem Interesse sind. Hierzu gehört unter anderem der Stern ζ Tau. Ein Doppelsternsystem als Vertreter der Familie der Hüllensterne (Spektralklasse Be), mit einer scheinbaren Helligkeit von 3mag, der Leuchtkraftklasse III oder IVp und einem B2-Spektrum.

## Ganz schön wild...

ζ Tau zählt zu den bekanntesten Hüllensternen mit typischen spektroskopischen Merkmalen, die Auskunft geben über ausgedehnte und turbulente Atmosphärenschichten, so daß bereits seit den frühen 20iger Jahren drastische Veränderungen der Intensitäten des sogenannten Hüllenspektrums bekannt wurden. Beobachtungsergebnisse über spektrale Intensitätsveränderungen innerhalb weniger Tage oder gar Stunden werden heute interpretiert als turbulente Bewegungsabläufe mit Geschwindigkeiten von mehr als 100 km/sec im Sinne abströmender oder auch zurückstürzender Gasschichten in den äußeren Atmosphärenzonen.

## Interessant für die Fachastronomen

Während bei anderen Sternen dieser Klasse oftmals auch Intensitätsänderungen im sichtbaren Licht gemessen werden können, sind bei ζ Tau keine eindeutigen systematischen Änderungen dieser Art zu erkennen. Da auch heute noch relativ wenig über die mechanischen Prozesse, die zu den erwähnten turbulenten Bewegungsabläufen führen, bekannt ist, sind Hüllensterne vom Typ ζ Tau für die Fachastronomie von besonderem Interesse.

## Beobachtungen

Die brillante Nacht des 21./22. Dezember 1996 und mein Weihnachtsurlaub, sowie die ausgezeichneten Beobachtungsbedingungen in der Arbeitssternwarte der Vereinigung der Sternfreunde Köln im Bergischen Land (vor den Toren Leverkusens) forderten dazu auf, über einen Zeitraum von fast zehn Stunden, ζ Tau ein wiederholtes Mal unter die Lupe zu nehmen. Spektroskopisch, mit Hilfe einer OES-CCD-Kamera, versteht sich.

Eines der wichtigsten Kriterien bei der Beobachtung kurzzeitiger, relativ geringer Änderungen der H $\alpha$ -Emissionsstärke ist die simultane Bewertung der Stabilität des Spektrographen während des Beobachtungszeitraumes. Hier lautet die Empfehlung aus der Fachastronomie: Aufnahme des Spektrums eines stabilen A-Sternes und vergleichsweises Ausmessen der H $\alpha$ -Absorptionsstärke. So geschehen am Referenzstern β Tau.

## Kreuzverhör

In besagter Nacht konnte dessen Äquivalenzbreite der H $\alpha$ -Absorption mit einer Messgenauigkeit von 1,7% (Standardabweichung = 0,104) bestimmt werden. Messunsicherheiten sind bei meinem Spektrographen (Russentonne: Öffnung 100mm, Brennweite 1000mm, Typ Maksutov, Rundprisma 30°, Flintglas F2) vor allem begründet durch Temperaturinstabilitäten des Objektivprismas und der Spektrographenoptik.

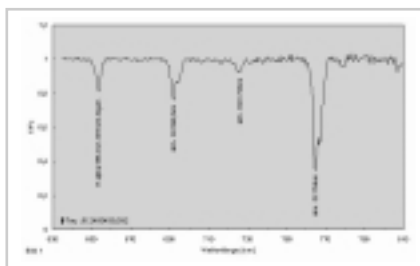


Bild 1

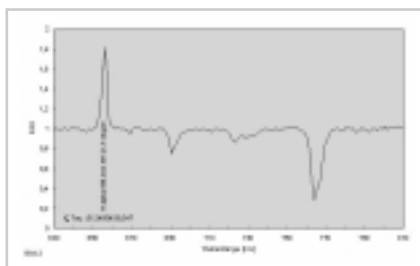


Bild 2

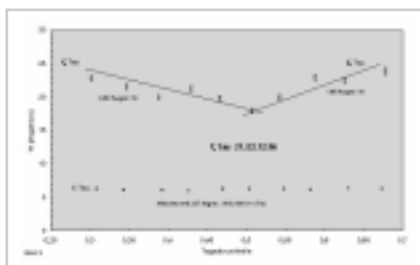


Bild 3

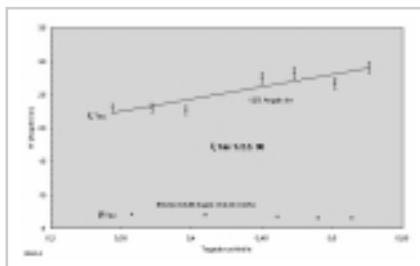


Bild 4

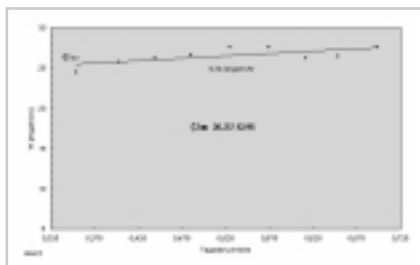


Bild 5

### Mit MK32 auf der sicheren Seite

Außerdem trägt das jeweils zur Anwendung kommende Spektrenreduktionsprogramm zur Kontinuumnormierung der Aufnahmen maßgeblich zur Meßsicherheit bei. Mein Reduktionsprogramm MK32, entwickelt von dem Astronomen Richard Gray der Appalachian State University, Virginia (USA), erlaubt jedoch eine sehr fein aufgelöste Abstufung bei der Definition des Pseudokontinuums, auf die ja letztendlich die Äquivalentbreite einer Spektrallinie normiert wird.

Nicht übersehen werden darf in diesem Kontext auch die spektrale Dispersion in jeder Einzelaufnahme, die jeweils gesondert ermittelt werden muß und die ebenfalls wegen des thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Prismenglases eine temperaturabhängige Größe darstellt.

Jedenfalls – mit einem mittleren Fehler von 1,7% kann man durchaus zufrieden sein. Wenn dann noch beobachtete Intensitätsveränderungen der H $\alpha$ -Emission im Spektrum von  $\zeta$  Tau über dieser Größenordnung liegen, ist dies um so erfreulicher.

Bevor wir uns nun die Ergebnisse der H $\alpha$ -Äquivalentbreite von  $\zeta$  Tau im einzelnen anschauen, zunächst ein Wort zu Bild 1 und 2. Der gesamte vom Spektrographen erfaßte Spektralbereich erstreckt sich in den Aufnahmen von etwa 630nm bis 870nm, wovon in den beiden Abbildungen lediglich der Bereich bis 810 nm dargestellt ist. Die starken tellurischen Absorptionsbanden des Wasserdampf und des Sauerstoffs mit ihren bekannten Wellenlängen sind willkommene Hilfsbanden zur Bestimmung der spektralen Dispersion in den Einzelaufnahmen. Die Intensitätsachse ist angegeben als Verhältnis des Strahlungsflusses Linie/Kontinuum (normiert). Die Integrationsweite zur Bestimmung der Äquivalentbreite betrug  $\pm 6$  nm bezogen auf die Linienmitte (656,3 nm).

In Bild 3 bis 5 ist die Äquivalentbreite  $W$  der H $\alpha$ -Emission von  $\zeta$  Tau der Nacht 21./22.12.1996 früheren Messungen von März 1996 und Dez. 1995 gegenübergestellt worden. Die Messungen von Dez. 1996 weisen sowohl eine Abnahme wie auch einen Anstieg von  $W$  innerhalb des beobachteten Zeitraumes auf. Die Abnahme erfolgte mit einer Steigung von 0,82 Å/Std., der Anstieg mit 1,4 Å/Std. Letzterer liegt bei ähnlicher Größenordnung wie bei der Beobachtung am 1./2.3.96. In dieser Nacht fiel die Stabilitätsbewertung des Spektrographen an  $\beta$  Tau mit einem mittleren Fehler von 3,2% ( $s=0,22$ ) etwas schlechter aus. Die ersten Messungen dieser Art an  $\zeta$  Tau (1995) zeigen Bild 5. Zu diesem Zeitpunkt war leider die Notwendigkeit der Referenzmessung eines stabilen A-Sterns noch nicht erkannt, so daß der beobachtete Anstieg von 0,74 Å/Std. in seiner Zuverlässigkeit nicht sicher bewertet werden kann.

Größenordnungsmäßig stehen die beobachteten Veränderungen der H $\alpha$ -Emissionsstärke von  $\zeta$  Tau in recht guter Übereinstimmung mit den Messungen aus der Fachastronomie, was bedeutet, daß dieser Stern auch weiterhin fester Bestandteil meines Beobachtungsprogrammes bleiben wird.