

H α -Kurzzeitvariationen in ϕ Per

1. Einleitung

Das Emissionslinienobjekt ϕ Per am nördlichen Sternhimmel ist einer der bestbekanntesten Be-Sterne und hat in der Beachtung vieler Astronomen stets besondere Attraktivität genossen. In über 1000 Spektrogrammen seit Beginn des 19. Jh. wurden in den unterschiedlichsten Observatorien viele interessante Arbeiten zum Verständnis des Sternsystems veröffentlicht.

Seine Doppelsternnatur wird in der Literatur als System bestehend aus einer Primärkomponente des Spektraltyps B0.5IVe und einer Sekundärkomponente des Spektraltyps sdO6 dargestellt. Seit den Untersuchungen von Hendry [1] und Underhill [2] sind beide Komponenten als Emissionsliniensterne mit Langzeitvariationen im Be-Spektrum bekannt. Weiterführende Untersuchungen verschiedener anderer Forscher weisen darauf hin, daß außerdem Variationen der Gesamtstärke der Emissionen im Zeitbereich von 1 – 10 Minuten dem System eigen sind.

Spektrale Variationen im Bereich von Monaten und mehreren Jahren sind für Be-Sterne typisch, seit diese Sternklasse bekannt ist. Die wenigen Berichte, die sich bis dato mit spektralen Variationen im Bereich von Tagen bis Minuten befassen, sind nach Ansicht einiger Be-Stern-Forscher leider nicht sehr überzeugend.

Darum ist auch heute noch das Verständnis der Natur der spektralen Variationen von großem Interesse. Ein wichtiges Beobachtungsergebnis aus den bisherigen Untersuchungen an ϕ Per darf nicht unerwähnt bleiben: die Emissionslinien beider Sterne scheinen in den vergangenen Jahrzehnten gleichzeitig schwächer geworden zu sein, was auf einen interaktiven Massenaustausch zwischen beiden Komponenten hindeutet.

Das Erfassen der Kurzzeitvariationen von Linienstärken im Bereich von Minuten erfordert ein lichtstarkes und ausreichend sensitives Instrumentarium, das meist dem Amateur nicht so ohne weiteres zur Verfügung steht. Dagegen sind Beobachtungen im Stundenbereich mit gerade noch vertretbaren Belichtungszeiten von wenigen Minuten durchaus realisierbar. Mit einem fest installierten Objektiv-Prismenspektrographen plus CCD-Kamera war es mir in der Arbeitssternwarte der Vereinigung der Sternfreunde Köln möglich, diese Art spektroskopischer Beobachtungen durchzuführen.

2. Beobachtung

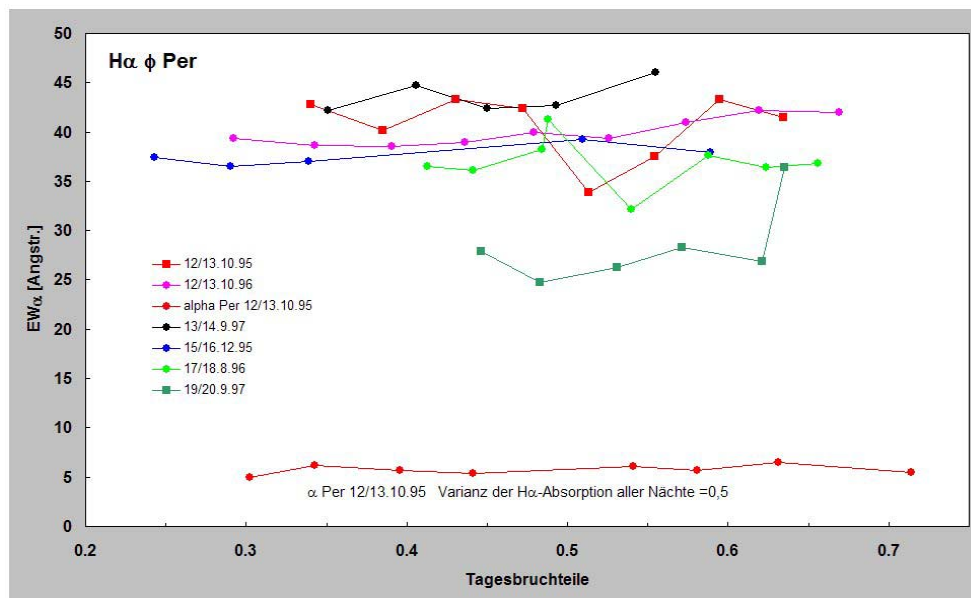
Ein Beobachtungsauftrag von Dr. R. W. Hanuschik (ehemals Astronom. Institut Uni-Bochum) führte in den Jahren 1995-97 zu Aufnahmeserien ganzer Nächte mit einer Gesamtdauer von z. T. mehr als 9 Stunden. Die Rohspektren wurden nach der Methode der rückzentrierten Mittlung aufaddiert, wobei mit der Anzahl n der gewonnenen Spektren, der Rauschanteil sich mit $1/\sqrt{n}$ verringert.

Mit einer Belichtungszeit von 30 sec für eine Einzelaufnahme wurden jeweils 20 Rohspektren zu einem gemittelten Spektrum zusammengefaßt. Nach Subtraktion des Himmelsgrundes erreichte das Signal/Rauschverhältnis bei der Wellenlänge 6563 Å (H α) den Wert von ca. 1500. Insgesamt bildete der Prismen-Spektrograph mit einer Dispersion von 6,0 Å/Pixel (bei H α) den Spektralbereich von 6800 Å - 8500Å ab.

Von Oktober 1995 bis September 1997 konnten mehr als 70 Spektren aufgenommen werden. Zur Bestimmung der Äquivalentbreiten der H α -Emission war es erforderlich, sämtliche Spektren standardmäßig nach F_λ/F_c zu normieren (F_λ = relativer Fluß bei der Wellenlänge λ , F_c = relativer Fluß im Kontinuum). Zur Beurteilung der Varianz (= Quadrat der normalverteilten Standardabweichung) der Meßwerte, ist bei jeder Aufnahmeserie α Per als stabiler A0-Referenzstern mit aufgenommen worden. Danach betrug in den beobachteten Nächten die mittlere Varianz der Äquivalentbreite der H α -Absorption bei α Per 0,5Å. D. h., daß an der H α -Emission von ϕ Per nur Veränderungen $> 0,5\text{Å}$ als wahre Kurzzeitveränderungen interpretiert werden können.

3. Ergebnisse

Die folgende Abb. zeigt zunächst die Ergebnisse der Kurzzeitmessungen im Stundenbereich:

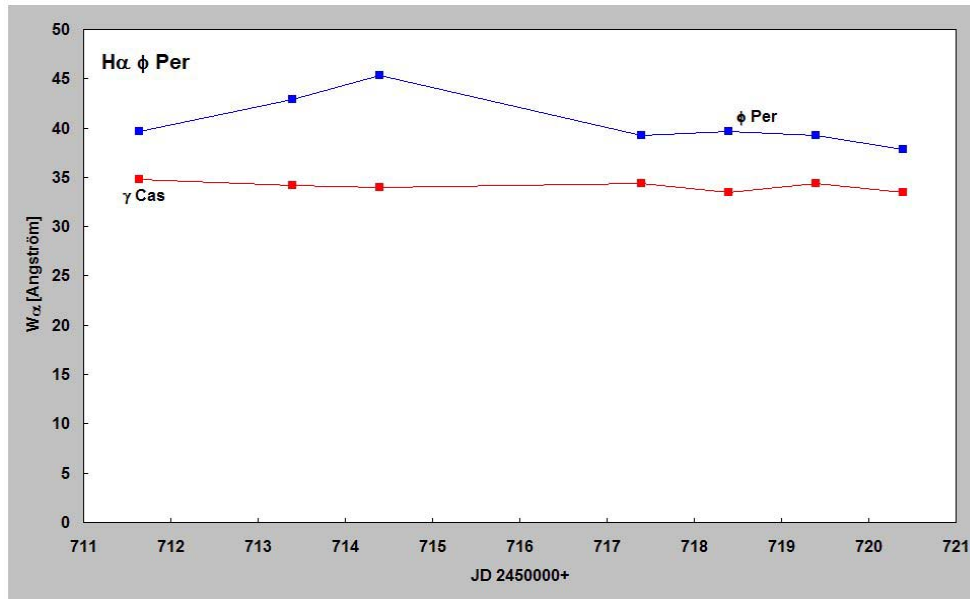


Die Varianzen der Messungen an ϕ Per der Nächte

12/13.10.95	von	11,16 Å
15/16.12.95		1,07
17/18.8.96		6,38
12/13.10.96		1,99
13/14.9.97		2,80
19/20.9.97		16,9

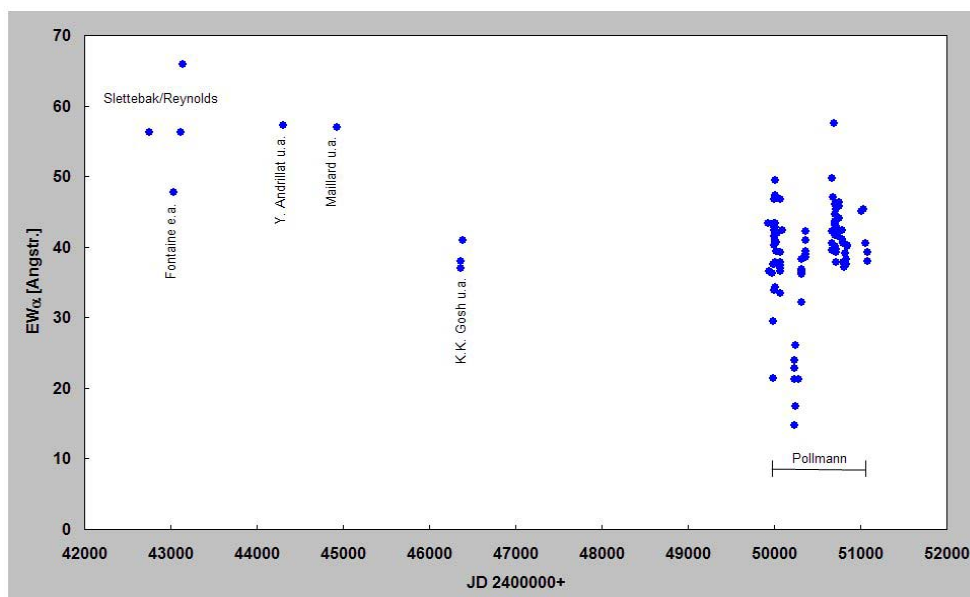
stehen in Übereinstimmung zu den Messungen von Slettebak/Reynolds [6] der Jahre 1975/76 und denen von Dr. Hanuschik [persönliche Mitteilung, 1997].

Die nachfolgende Abb. beschreibt das H α -Zeitverhalten aus Nacht-zu-Nacht-Beobachtungen des Zeitraumes 21. - 28.9.1997 (7 Tage).



In diesem Fall ist γ Cas als Referenzstern herangezogen worden. Glücklicherweise verharrte γ Cas damals in einer stabilen Phase der H α -Emissionstätigkeit. Danach betrug die Varianz für ϕ Per 6,8 Å und 0,25Å bei γ Cas. Zur sichereren Beurteilung der Meßgenauigkeit wäre jedoch ein stabiler A0-Stern sinnvoller gewesen. Messungen dieser Art von Slettebak/Reynolds [6] von 12/1975 und 11/1976 führten zu einer Varianz von 2,3Å, allerdings für kürzere Beobachtungszeiträume (etwa 5 Tage), wobei keine Werte der Varianzen für einen Referenzstern angegeben worden sind. Kurzzeit- und Nacht-zu-Nacht-Variationen liegen demnach bei ähnlichen Größenordnungen.

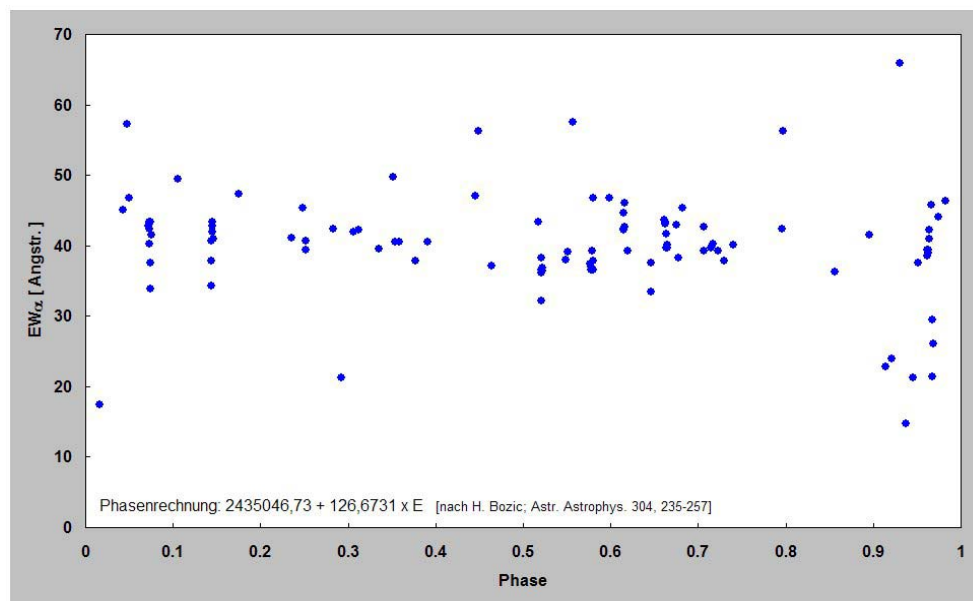
Wie in der Langzeitübersicht der folgenden Abb. deutlich wird, sind die Unterschiede meiner Messungen (Varianz = 6,8Å) zu den Messungen in [6] (Varianz = 2.3Å) angesichts des insgesamt relativ großen Streubereichs der H α -Emissionstätigkeit von etwa 40Å, keineswegs ungewöhnlich. Nach meiner persönlichen Einschätzung sind dies derzeit die Grenzen dessen, was Amateurspektroskopiker hinsichtlich kurzzeitiger Variationen der H α -Emissionsstärke bei Be-Sternen zu leisten in der Lage sind.



Seit den Ergebnissen von Ludendorf [3], Cannon [4] und Harmanec [5] ist ϕ Per bekannt als spektroskopischer Doppelstern mit einer Lichtwechselferode von 126,7 Tagen. Es war deshalb von Interesse, ob neben Änderungen im Stunden- und Tagebereich, mit Daten aus der Literatur [6,7,8,9], auch ein, auf die Lichtwechselphasen bezogenes, periodisches Verhalten, gefunden werden konnte. Dazu wurden die Aufnahmedaten mit den von Božić in [11] publizierten Elementen des Lichtwechsels

$$\text{JD } 2435\,046.73 + 126,^d\,6731 \times E$$

phasenbezogen umgerechnet und gegen die $H\alpha$ -Äquivalentbreite in der nächsten Abb. aufgetragen.



Das Ergebnis ist eindeutig: mit meinen Daten war absolut keine Phasenabhängigkeit nachweisbar. Ob die beobachtete $H\alpha$ -Variabilität bei ϕ Per, wie auch die erwähnten, in den vergangenen Jahrzehnten schwächer gewordenen Emissionslinien auf interaktiven Massenaustausch zwischen den Komponenten zurückzuführen sind, möchte ich als Amateur hier nicht diskutieren bzw. der Beurteilung der Fachleute überlassen.

Literatur:

- [1] Hendry, E. M. 1976, in A. Slettebak, „Be and Shell Stars, IAU Symp. 70, 429
- [2] Underhill, A. B. 1966, in The Early Type Stars, D. Reidel Publ. Co., Dordrecht, 429
- [3] Ludendorf, H. 1910, Astron. Nachr. 186, 17
- [4] Cannon, J. B. 1910, J. R. Astron. Soc. Can. 4, 195
- [5] Harmanec, P. 1985, Bull. Astron. Inst. Czechosl. 36, 327
- [6] Slettebak, A., Reynolds R. C. Astrophys. Journ. Suppl. Series 38, 205
- [7] Ghosh K. K. et al. Publ. of the Astron. Soc. of the Pacific 6/1988, 719
- [8] Chalabaev, A., Maillard J. P., Astron. Astrophys. 127, 279
- [9] Fontaine G. et al., Astrophys. Journ. Suppl. Series 49, 259
- [10] Pollmann E., ANTARES, Mitteilungsblatt der VdS-Köln, 1/1997
- [11] Božić H. et al., Astron. Astrophys. 304, 235

Ernst Pollmann, im Dezember 1997