

nen endgültigen Schluß gestattet, so ist dieses Verhalten doch nichts Ungewöhnliches. Abgesehen davon, daß die Sonne nicht in einem galaktischen Raumteil homogener Beschaffenheit liegen muß, hat McCuskey¹⁸ Ähnliches in Richtung zum Gegenzentrum der Galaxis zwischen den galaktischen Längen 148° und 164° für Sterne aller Spektralklassen festgestellt. Die Dichte fällt auch da erst nach Annahme eines Maximums bei etwa 200 pc ab. Da über Entfernungen von 600 bis 700 pc hinaus mangels Materials nichts ausgesagt werden kann, sind natürlich auch entsprechende Vergleiche unmöglich.

In Tab. 8 der Arbeit von Schwassmann und van Rhijn¹⁶ findet man als Logarithmen der Anzahlen der G-Sterne für Zwerge bzw. Riesen $7,15 - 10$ bzw. $5,14 - 10$. Der Differenz 2,01 entspricht genau das oben gefundene Durchschnitt-

¹⁸ S. W. McCuskey, Astrophysic. J. **102**, 32 [1945].

liche Mischungsverhältnis 100 : 1. Man darf daraus schließen, daß die Klassifikation der Spektren von Nassau und Seyfert frei von stark entstellenden systematischen Fehlern ist.

Die zufälligen Fehler dürften sich aber auch in Grenzen halten, die den Unterschied der Mischungsverhältnisse der G5- und G8-Sterne nicht als unverbürgtinstellen. Nimmt man im Durchschnitt als Unsicherheit der Spektralklassifikation 25 % an, so ist das gleichzeitig die Unsicherheit der räumlichen Dichten. Für die Mischungsverhältnisse folgt dann nach dem Fehlerfortpflanzungsgesetz $25 \cdot \sqrt{2} \% = 35\%$. Damit liegen die unteren Grenzen der beiden Mischungsverhältnisse für G5 von 230 : 1 bzw. 160 : 1 noch deutlich über den oberen Grenzen 70 : 1 bzw. 50 : 1 für die G8-Sterne. Man darf also den Unterschied der Mischungsverhältnisse, der einem Faktor 6 bis 7 entspricht, für reell halten.

ζ Ophiuchi, ein ungewöhnlicher B0-Stern

Von UDO BECKER

Aus der Badischen Landessternwarte Heidelberg-Königstuhl

(Z. Naturforschg. **3a**, 258—259 [1948]; eingegangen am 12. Juni 1948)

Im Spektrum von ζ Ophiuchi wurden Äquivalentbreiten gemessen und aus ihnen Elektronendichte, Elektronendruck und Schwerebeschleunigung sowie Häufigkeit von Wasserstoff und Helium bestimmt. Elektronendruck und effektive Schwerebeschleunigung sind für einen Hauptreihenstern ungewöhnlich hoch.

Das Spektrum des B0-Sterns ζ Ophiuchi fiel hier anlässlich einer Untersuchung über die Zahl der erkennbaren Balmer-Linien in Abhängigkeit von der absoluten Helligkeit auf¹. Die Balmer-Serie endet bereits mit H14. Da die absolute Leuchtkraft des Sternes aus der spektroskopischen Parallaxe in Schlesinger's Katalog² — $2,7''$ — und nach Williams³ — $4,3''$ — beträgt, sollte man die Balmer-Serie mindestens bis H17 verfolgen können. Aus dem frühen Verschwinden der Balmer-Serie wäre $M \sim 0''$ zu erwarten. Die H- und HeI-Linien sind ungewöhnlich stark verbreitert und diffus. Die Profile sind ganz flach. Von einem Linienkern ist nichts zu bemerken. Nur einige Metall-Linien sind schwach angedeutet.

¹ G. R. Miczaika, Z. Astrophysik = Heidelberg. Mitt. Nr. 61 [1948], im Druck.

² F. Schlesinger u. L. F. Jenkins, General Catalogue of Stellar Parallaxes, New Haven 1935.

Auch sie sind kräftig verbreitert. Die schwächeren Linien sind offenbar durch den Verbreiterungsmechanismus ausgelöscht. Daß der Stern ein Zwerg ist, muß aus dem Verhalten der HeI-Linien angenommen werden. Die Triplet-Linien der diffusen Nebenserien sind merklich verstärkt gegenüber Singulett-Linien.

ζ Ophiuchi scheint ein ungewöhnliches Objekt zu sein. Unsöld⁴ berechnet aus den Totalabsorptions von Williams⁵ für H γ und H δ mit Hilfe der Holtsmarkschen Theorie $\log N_e = 14,86$ und $\log P_e = 3,33$. Besonders $\log g_{eff} = 5,49$ paßt schlecht zu der absoluten Helligkeit des Sternes. Unsöld hält die Werte für zweifelhaft; vor allen Dingen

³ E. G. Williams, Astrophysic. J. **83**, 279 = Mt. Wilson Contrib. **540** [1936].

⁴ A. Unsöld, Z. Astrophysik **23**, 100 [1944].

⁵ E. G. Williams, Astrophysic. J. **83**, 306 = Mt. Wilson Contrib. **541** [1936].



H_n	A_λ Å	R_0 %	$\log N_{02}H$
$H\gamma$	2,33	16	14,50
$H\delta$	3,44	18	15,03
$H\epsilon$	4,14	16	15,36
$H\theta$	3,66	16	15,53
$H\eta$	3,33	15	15,67
$H\zeta$	4,50	16	15,96
$H\zeta$	1,66	9	15,67
$H\zeta$	1,39	9	15,72

Tab. 1. Wasserstofflinien.

λ	A_λ Å	R_0 %	$\log NH$
He 4922	0,38	11	13,18
He 4388	0,45	4	13,80
He 4144	0,86	9	14,45
He 4009	0,42	7	14,79

Tab. 2. He I [$2^1P - n^1D$].

fällt der geringe Wert der Grenztiefe $R_e = 24\%$ auf. Eine Nachprüfung an Hand neuen Beobachtungsmaterials erschien wünschenswert. Ein Spektrum von ζ Ophiuchi wurde 1948 Mai 12 für diese Aufgabe aufgenommen. Die Auswertung bestätigt im wesentlichen die Werte von Williams und die Ergebnisse von Unsöld. In Tab. 1 sind Äquivalentbreiten, Linientiefen und $\log N_{02}H$ aufgeführt.

Es ergibt sich R_e zu 18 %. Der Wert von $\log N_e = 14,74$ folgt als Mittel der $\log N_e$, die mit der Holtsmarkschen Theorie aus $H\gamma$ und $H\delta$ und aus der letzten erkennbaren Balmer-Linie berechnet wurden. Die Anwendung der Boltzmann- und Saha-Formel liefert die Anzahl der ionisierten Wasserstoffatome zu $\log N_1H = 22,16$. Hieraus und mit $\log P_e = 3,31$ erhalten wir $\log g_{eff} = 5,28$.

Tab. 2 gibt Äquivalentbreiten, Linientiefen und $\log NH$ für Heliumlinien der Serie $2^1P - n^1D$ an.

⁶ R. M. Petrie, Publ. Dominion Astrophysic. Obs. Victoria 7, Nr. 21 [1947].

⁷ J. H. Moore, General Catalogue of the Radial Velocities of Stars, Nebulae and Clusters. Lick Observatory Publ. Nr. 18 [1932].

λ	A_λ Å	R_0 %	
He 4471	0,54	8	
He 4026	1,22	8	
He 3820	1,23	9	
He 4121	0,92	9	
He II 4686	0,29	9	
O II 4650	0,60	14	
O II 4070	1,29	9	

Tab. 3. He- und O-Linien.

Das Häufigkeitsverhältnis von Wasserstoff zu Helium lässt sich auf zwei Weisen berechnen, einmal aus

$$\log \frac{\text{He}}{H} = \log \frac{NH[H_{n=2}]}{NH[\text{He } 2^1P]} - 0,7,$$

wofür sich $\log H/\text{He} = 0,2$ ergibt, und dann aus den Linienpaaren He 4471 — $H\gamma$ sowie He 4026 — $H\delta$; hierfür ergeben sich die Werte $\log H/\text{He} = 1,08$ bzw. 0,67.

In Tab. 3 sind Äquivalentbreiten von 5 He- und 2 O-Linien mit den Linientiefen angegeben.

Aus der Zahl der erkennbaren Balmer-Linien kann man auf $\log N_e = 14,67$ und $\log P_e = 3,31$ schließen, praktisch dieselben Werte, die Unsöld und ich auf andere Weise gefunden haben. ζ Ophiuchi bleibt also ein ungewöhnliches Objekt.

Vielleicht ist seine absolute Helligkeit geringer, als oben angenommen, so daß er im Hertzsprung-Russell-Diagramm unterhalb der Hauptsequenz steht. R. M. Petrie⁶ klassifiziert das Spektrum auf Grund gemessener Linien-Intensitäten zu O 8. Auch dies würde vielleicht einige Diskrepanzen verringern. Allerdings ist auch die Möglichkeit, daß es sich bei ζ Ophiuchi um einen bis jetzt nicht erkannten spektroskopischen Doppelstern handelt, nicht ausgeschlossen, da nach dem Katalog von J. H. Moore⁷ die Radialgeschwindigkeit veränderlich ist. Bei einem Objekt mit so diffusen Linien muß jedoch mit Fehlern bei Wellenlängenmessungen gerechnet werden.

Hrn. Dr. Miczaika bin ich für Anregungen bei dieser Arbeit zu Dank verpflichtet.