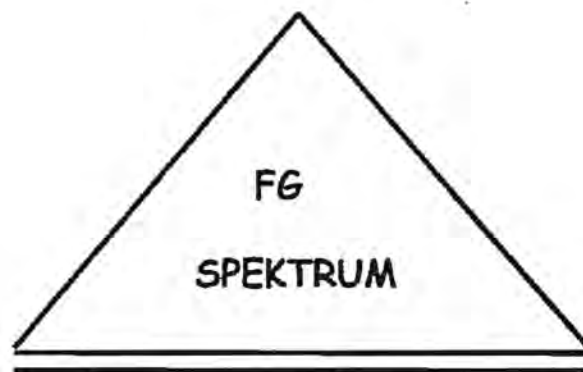




Mitteilungsblatt der
Fachgruppe

S P E K T R O S K O P I E

der Vereinigung der
Sternfreunde e.V.

Rundbrief Nr. 22 (2001)

Einzelheft: 3,50 Euro (plus Porto)
Herausgeber: Ernst Pollmann
Charlottenburgerstraße 26c
51377 Leverkusen

Inhaltsverzeichnis

		Seite
M. Steffen	Untersuchungen zur Spektroskopie mit CCD	1
J. Draeger	QUASIMODO - A Spectrograph for Astronomical Observations resulting from a Refit of a Monochomator (I)	6
Th. Hunger	Spektr. Objekte für Einsteiger	11
E. Pollmann	Fachgruppen-Literatur (Stand Juli 2000)	14

Untersuchungen zur Spektroskopie mit CCD

(Michael Steffen, Seevetal)

Zum Einstieg in die Sternspektroskopie lag der Selbstbau eines Spektrographen nahe. Ohne Berücksichtigung, ob es sich dabei um die optimale Lösung handeln würde, entschied ich mich für den Aufbau nach dem Vorschlag von Karl-Heinz Uhlmann. Danach wird der spaltlose Spektrograph, bestehend aus einem Geradsichtprisma, per Hückepack auf das Teleskop (hier ein C8) „geschnallt“. Die Lichtzuführung erfolgt über zwei Umlenkprismen. Zur Kollimation wurde eine Linse von 250 mm Brennweite mit $f/10$, entsprechend dem Öffnungsverhältnis des C8 gewählt. Als Aufnahmeequipment wurde ein 180mm-Photoobjektiv gewählt. Damit wird das Spektrum formatfüllend erfaßt. Das Aufnahmemedium war der SW-Filme TP-2415. Erstes Objekt zur Aufnahme eines Spektrums war Vega. Die sich schon bei diesem hellen Objekt ergebende lange Belichtungszeit war so enttäuschend, daß weitere Versuche erst gar nicht in Angriff genommen wurden. Jetzt, nach Erwerb einer CCD-Kamera (LC11, Fleischmann) soll das „Projekt“ wieder aufgenommen werden. Vorab sollte erst einmal geklärt werden, ob durch Schwenken des Teleskopes das Spektrum über den Chip „gescannt“ werden kann. Mit niedrigbrennweitigen Objektiven läßt sich ein Spektrum zwar mit einer einzigen Aufnahme erhalten jedoch nur unter Verlust an Auflösung.

Als „Versuchsstern“ diente ein 1mm-Lichtwellenleiter in 10m Entfernung, in den das Licht von Glimmlampen mit unterschiedlichen Gasfüllungen eingespielt wurde. Die Versuche zeigten, daß in gewissem Rahmen, d.h. bis zur Abschattung durch das Teleskop, das Spektrum über den Chip bei Schwenk des Teleskops in Dispersionsrichtung des Prismas gescannt werden kann. Weitere Versuche ergaben 135mm als die Brennweite der Wahl.

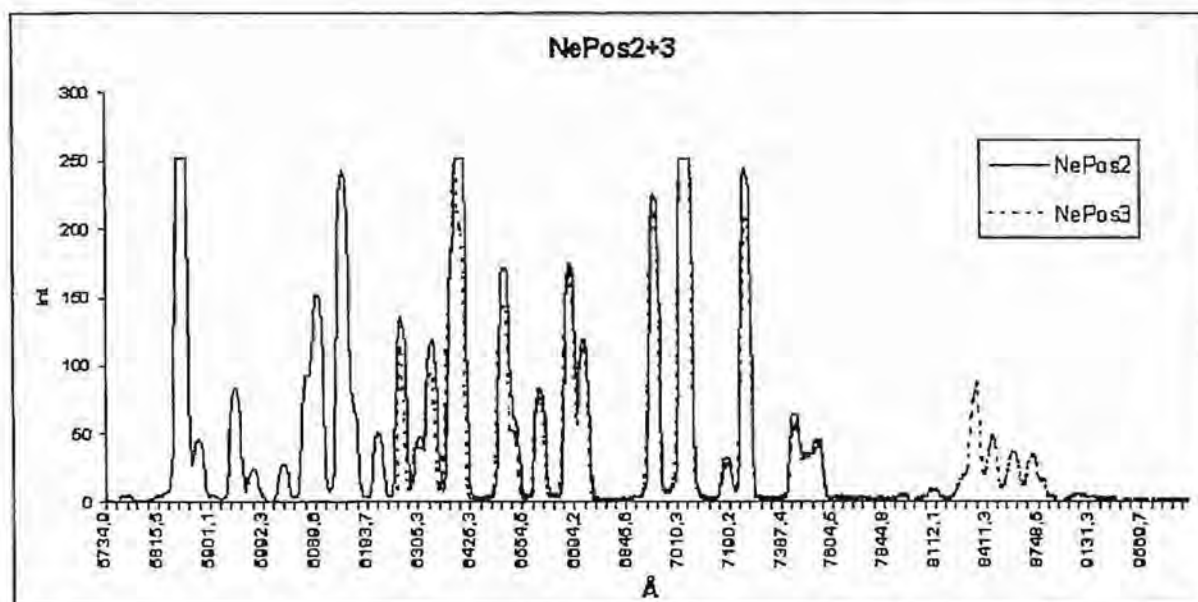


Bild 1: Neonspektrum; zusammengesetzt aus zwei CCD-Aufnahmen.

Jetzt wurden über drei Aufnahmen = drei Schwenks (im Folgenden mit Pos1-3 bezeichnet), teils bündig abschließend, teils überlappend, die Spektren von Quecksilber, Neon, Argon und Helium aufgenommen. Zur Aufarbeitung der Rohdaten wurde das Spektrum

als RAW-Datei gespeichert. Durch Bearbeitung mit dem Programm Tiffasci von Dieter Goretzki wurden die entsprechenden Dezimalwerte zur Weiterbearbeitung in EXCEL erhalten. Hier konnte dann elegant durch Verschieben der Zahlenreihen die sich ursprünglich überlappenden Spektren in einer Graphik dargestellt werden. Bild 1 zeigt das Ergebnis am Neonspektrum. Nächster Schritt war die Zuordnung bzw. Berechnung der Peakpositionen zu entsprechenden Wellenlängen. Dazu kam der Artikel von Dieter Goretzki im Rundbrief Nr. 19 (1999) gerade richtig, der die Anwendung der empirischen Hartmann'schen Dispersionsformel behandelt.

Mit Hilfe von drei Peaks und deren zugeordneten Wellenlängen ergeben sich Faktoren, mit denen über eine Formel den übrigen Peakpositionen Wellenlängen zugeordnet werden können. Aus Tabellenwerken und Vergleichsspektren konnten im Neonspektrum drei nahe beieinanderliegenden Peaks Wellenlängen zugeordnet werden. Nach obiger Formel wurden für die übrigen Peaks die sich somit ergebenden Wellenlängen berechnet.

Diese stimmten leider nur im Nahbereich der Peaks, mit denen die Faktoren der Formel berechnet worden waren. Daher erfolgte als nächster Schritt ein Abgleich mit Tabellenwerken, wodurch den naheliegenden Peaks die exakten Wellenlängen zuordnet werden konnte. Zwei dieser neue ermittelten Peakpositionen wurden als Ersatz zur Faktorenberechnung aufgenommen. Mit den neu berechneten Faktoren ließ sich die Positionsrechnung im Spektrum um ein Stück erweitern. Durch Wiederholung der Schritte von exakter Wellenlängenzuordnung und Ersetzen neuer Peakpositionen konnte das gesamte Spektrum erfaßt werden. Bild 2 zeigt das Spektrum mit endgültiger Wellenlängenzuordnung

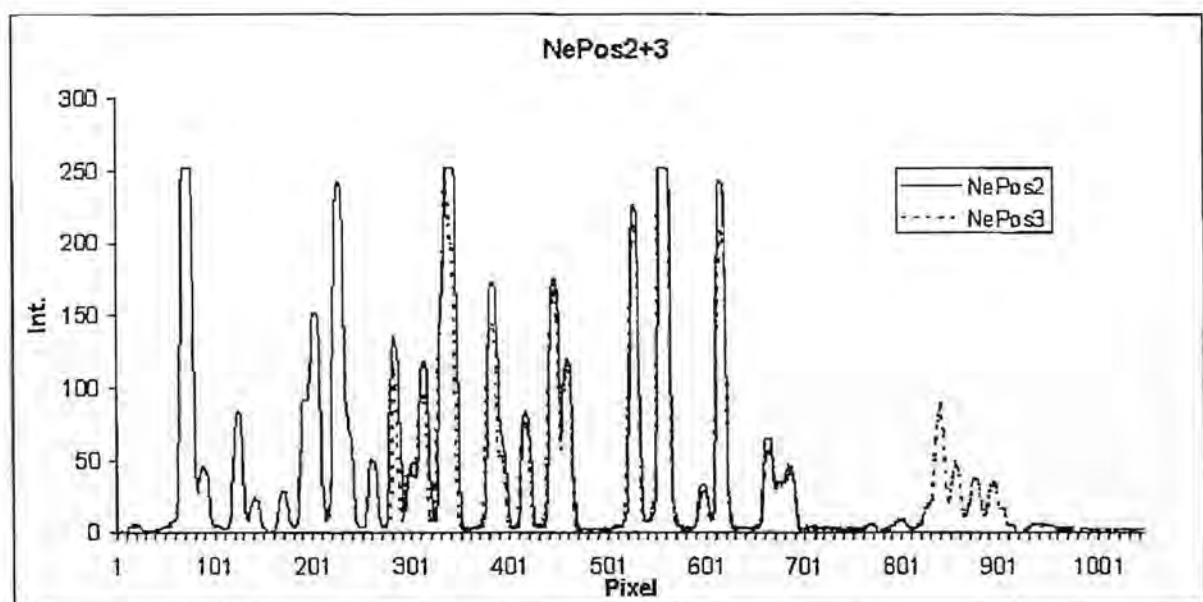


Bild 2: Neonspektrum mit berechneter Wellenlängenzuordnung.

In Tabelle 1 sind die für die letzte Rechnung basierenden Pixelpositionen und die zugeordneten Wellenlängen angegeben. Ebenso die daraus resultierenden Faktoren, mit denen in Tabelle 2 den Literaturwellenlängen die berechneten gegenüber gestellt sind.

Pix	Å		x	φ_0
73	5852,5		0,7191353	1689,44
284	6266,5			
527	6929,5		k	λ_0
			-4457465	3094,91

Tabelle 1: Neon; Faktoren für die Hartmann-Formel und die basierenden Pixelpositionen mit zugeordneten Wellenlängen.

NePos2+3			
Pix	Int.	Lit. Å	ber. Å
73	199	5852,5	5852,5
90	41	5881,9	5881,81
125	79	5944,8	5944,16
142	20	5975,5	5975,46
167	19	6030	6022,76
203	147	6096,2	6093,67
228	238	6143,1	6144,97
261	46	6217,3	6215,43
284	130	6266,5	6266,5
314	114	6334,4	6335,68
341	247	6402,3	6400,57
384	167	6506,5	6509,45
418	79	6599	6600,76
446	171	6678,3	6679,71
527	219	6929,5	6929,5
560	247	7032,4	7041,54
616	239	7245,2	7247,43

Tabelle 2: Neon; Gegenüberstellung der Literaturwerte und den wie in obigem Verfahren beschrieben per Hartmannformel ermittelten Werten.

Wie für Neon beschrieben wurde die Spektrenauswertung für Argon und Helium vorgenommen (siehe Bild 3). In Tabelle 3 sind wieder die Literaturwellenlängen den berechneten gegenüber gestellt, wobei die Berechnung einmal mit den Faktoren erfolgte, die aus der Neonspektrum-Auswertung erhalten wurden, zum anderen mal mit den Faktoren, die aus der Argonspektrum-Auswertung erhalten wurde. Deutlich ist zu erkennen, wie die Genauigkeit der Übereinstimmung zwischen berechneter und Literaturwellenlänge bei Extrapolation abnimmt. Die Faktoren für das Neonspektrum umfassen den Bereich bis ca. 7500 Å, die für das Argonspektrum bis ca. 9100 Å. Die Auswertung des Heliumspektrums kann dagegen auch mit den Faktoren der Neonauswertung erfolgen, da sein Spektrum vom Neonspektrum umfaßt wird. (Tabelle 4).

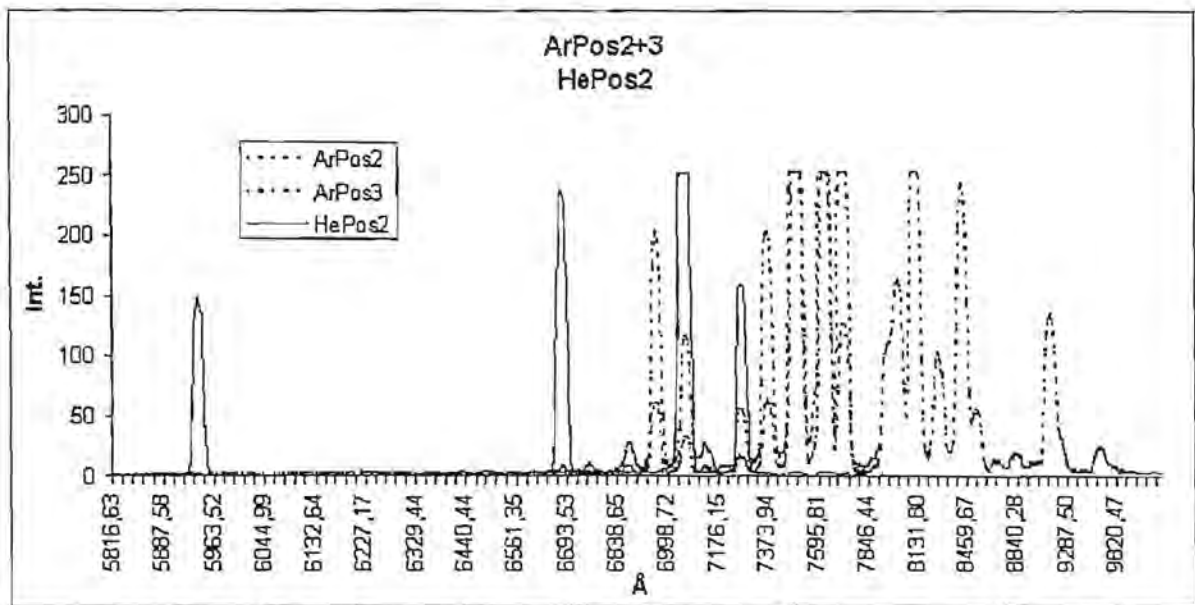


Bild 3: Spektrum von Argon und Helium mit berechneter Wellenlängenzuordnung.

Einen interessanten Nebeneffekt der Untersuchungsreihe zeigt Bild 4. Darin sind die Spektren von Argon und Quecksilber zusammengefaßt. Eindeutig ist zu erkennen, daß die auch schon öfter in der Fachgruppe diskutierten, roten Emissionslinien eindeutig Argon-Linien sind und somit das Füllgas der Quecksilberlampe als Argon identifiziert werden kann. Diese Untersuchung ließ die extrem geringe Belichtungszeit der CCD-Kamera gegenüber einer Filmaufnahme erkennen und die Möglichkeit, Spektren bis weit in den roten Bereich aufnehmen zu können.

ArPos2+3			ber nach	ber nach
Pix	Int.	Lit Å	ArPos2+3	NePos2+3
541	199	6965,4	6965,40	6976,25
569	111	7067,2	7060,45	7073,24
652	199	7384	7378,13	7391,53
681	247	7503,9	7503,90	7515,09
709	247	7635,1	7633,84	7641,32
727	247	7723,8	7722,21	7726,35
782	159	8006,2	8018,83	8007,06
799	247	8103,7	8119,63	8100,84
822	99	8264,52	8263,81	8233,58
846	239	8424,7	8424,70	8379,8
935	131	9123	9136,11	9003,25

Tabelle 3: Argon; Gegenüberstellung der Literaturwerte und den wie in obigem Verfahren beschrieben per Hartmannformel ermittelten Werten.

			ber nach	ber nach
	HePos2	Lit Å	HePos2	NePos2+3
84	139	5875,6	5875,60	5871,39
445	232	6678,15	6678,15	6676,83
568	247	7065,2	7069,45	7069,69
625	155	7281,4	7281,40	7282,54

Tabelle 4: Helium; Gegenüberstellung der Literaturwerte und den wie in obigem Verfahren beschrieben per Hartmannformel ermittelten Werten.

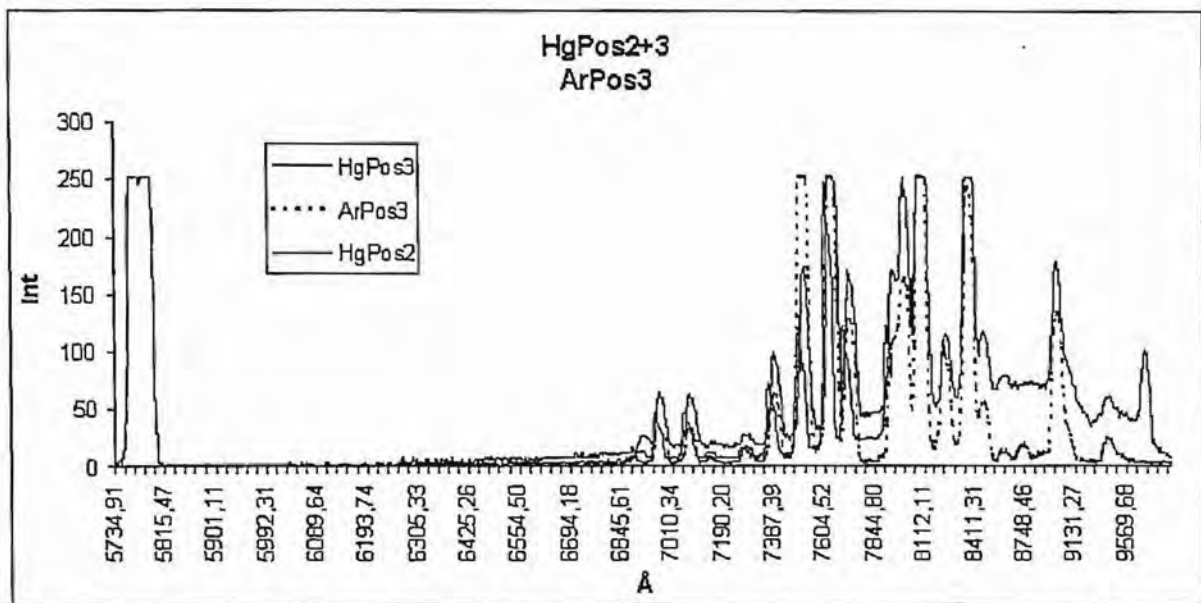


Bild 4: Spektrum von Argon und Quecksilber mit berechneter Wellenlängenzuordnung.

Objekte für Einsteiger

(von Thomas Hunger, Aachen)

Helle Sterne bis 2mag mit „reinen“ Spektren

Die Sterne dieser Liste sind aus dem Spektralklassenbereich B bis A. Die Absorptionslinien der Balmer-Serie des Wasserstoffes sind sehr dominant um A0. Die römischen Ziffern I bis V sind die Leuchtkraftklassen. I bis III steht für (Über)riesen und V für Zwergsterne (meist auf der Hauptreihe im Hertzsprung-Russell-Diagramm). Diese Spektralklassen sind für den Anfänger sehr gut geeignet, da nur relativ wenige Absorptionslinien in den Spektren zu sehen sind. „Späte“ Sterne (F,G,K und M) sind deutlich schwerer zu interpretieren.

Wir empfehlen dem Anfänger, ein Prisma vor einer Fotokamera anzubringen und nur auf Schwarz-Weiß-Emulsionen zu belichten. Dabei bewirkt das Prisma eine Aufspaltung des Lichtes in seine farblichen Anteile. Die Kamera dient nun zur Abbildung des so dispergierten Sternes. Auf dem Fotofilm wird durch diese Anordnung ein Lichtfaden abgebildet.

Um nun ein sinnvoll auswertbares Spektrum zu erhalten, muß die Kamera während der Belichtung relativ zum Stern bewegt werden. Das erreicht man einfach mit ruhender Kamera wie bei herkömmlichen Strichspuraufnahmen. Da wir aber das dispergierte Licht betrachten, trifft relativ wenig Licht auf den Film, so daß es notwendig werden kann, mehrmals die gleichen Stellen des Filmes zu belichten.

Dazu sei die „Pendelmethode“ empfohlen. Die Kamera ist dazu parallaktisch montiert. Dann läßt man den Stern eine gewisse Zeit über den Film wandern und holt ihn dann an den Ursprungsort (Kontrolle mit einem Leitrohr ist sehr von Vorteil). Diesen Vorgang kann man dann oft wiederholen.

Name	Spektrum	Helligkeit (vis)
κ Ori	B0,5 Ia	2.06
γ Ori	B2 III	1.64
η UMa	B3 V	1.86
τ Tau	B7 III	1.65
α Lyr	A0 IV	0.03
γ Gem	A0 V	1.93
α Cyg	A2 Ia	1.25
β Leo	A3 V	2.14
α Oph	A5 V	2.08
α Aql	A7 V	0.77

Katalog aller Sterne heller 2.5mag bei Deklination über -20°

Dieser Katalog wurde aus Angaben von P. Ahnert, Kleine Praktische Astronomie, und dem Online-Katalog unter <http://users.erols.com/njastro/faas/pages/bsindxk2.htm> erstellt. Die Angaben ohne Gewähr.

Stern	Spektrum	Helligkeit (vis)	Bemerkung
α And	A1, B9pIV	2.15, 2.1v	Hg, Mn
β And	M0III	2.37	
α And	K0+A0, K3V	2.13	SD
γ Aql	A5, A7V	0.80	
α Aql	K2, K3II	2.80	
α Ari	K2III	2.00	SD
α Aur	G1, G6pIII	0.09	FeI
β Aur	A0p	1.90	
α Boo	K0, K1pIII	-0.06	FeI
α CMa	A0, A1V	-1.43	SD
β CMa	B1II-III	1.97	SD, v
δ CMa	F8pIa	1.84	SD
ϵ CMa	B1, B2II	1.78	SD
η CMa	B5pIa	2.43	
α CMi	F5IV-V	0.37	SD
α Cas	K0III	2.1-2.6	
β Cas	F5, F2III	2.42	SD, v
γ Cas	B0pIV	1.6-3.0	SD, v, e
β Cet	K0III	2.24	
α CrB	A1, A0IV	2.31	SD
α Cyg	A2pIa	1.26	
α Gem	A3+A8, A1+A2	1.59	SD
β Gem	K0III	1.16	
γ Gem	A0IV	1.93	SD
α Hyd	K2II-III	1.98	
α Leo	B8, B7V	1.36	SD
β Leo	A2, A3V	2.23	
γ Leo	K0, K1pIII	2.06	SD, FeI
δ Leo	A3, A4IV	2.58	
α Lyr	A0V	0.04	
α Oph	A5V	2.14	
α Ori	M2I	0.1-1.2	SD, v
β Ori	B8pIa	0.15	SD, v
γ Ori	B2III	1.64	
δ Ori	B0, O9.5II	2.46	v
ϵ Ori	B0Ia	1.70	SD, e
ζ Ori	B0, O9.5Ib	1.78	SD
κ Ori	B0, B0.5Ia	2.20	

α Peg	A0III-IV	2.57	SD
α Per	F5Ib	1.80	
β Per	B8V	2.2-3.5	SD, v
α Tau	K5	0.85	
β Tau	B8, B7III	1.65	
α UMa	K0	1.80	
β UMa	A0, A1IV-V	2.44	SD, m
γ UMa	A0V	2.52	SD
ϵ UMa	A0pIV	1.78	Cr, Eu
ζ UMa	A2, A1V	2.40	SD
η UMa	B3V	1.87	
α UMi	F7, F5Ib	2.01	SD
β UMi	K5, K4III	2.02	
α Vir	B2, B1V	1.00	SD, v

SD Spektroskopischer Doppelstern

P pekulär

Cr, Eu, Mn, Hg Metalle

V Variabel

M Metalle

E Emissionen

Wichtige Absorptionslinien (Angaben in Angström):

Stern B0: HeI 4471, HeII 4541, CIII 4540, SiIV 4089, H 4102

Stern B5: SiII 4128/4131, HeI 4121

Stern A0: H 6563, 4861, 4102, 3970, CaII(K) 3934, MgII 4481

Stern A5: CaII(H) 3968, H 4102, FeI 4299/4303, TiII 4303

Literatur der FG-Spektroskopie

(Stand Aug. 2001 v. E. Pollmann)

A. Einführungs-, Grundliteratur

- | | |
|---|---------------|
| 1. Spektrographie mit Kleinbildkameras | P. Ahnert |
| 2. Spektroskopische Himmelsaufnahmen mit einfachen Mitteln | M. Bayer |
| 3. Sternspektrographie mit einfachen Mitteln | W. Alt |
| 4. Spektroskopie der Sonne, Planeten und der Sterne | R. Schneider |
| 5. Astrospektroskopie mit einfachen Mitteln | B. Wagner |
| 6. Sternspektroskopie in der Schule | O. Zimmermann |
| 7. Astrospektrographie mit Spiegelteleskopen (I) | C. Albrecht |
| 8. Astrospektrographie mit Spiegelteleskopen (II) | C. Albrecht |
| 9. Praktische Spektroskopie von Sternen | B. Krauß |
| 10. Hilfsbuch der astronomischen Fotografie | Gramatzki |
| 11. Sternspektroskopie mit Selbstbaugeräten | K. Becker |
| 12. Selbstbau eines Spektroskops | K. Becker |
| 13. Sternspektroskopie mit Objektivprismen | K. Becker |
| 14. Der Spektrograph der Sternwarte Leipzig | W. Schaub |
| 15. Ein Selbstbauprismenspektrograph zum Gebrauch am C8 | Gebhard/Helms |
| 16. Das Spektroskop am Okularauszug | W. Schmiedeck |
| 17. A spectroscope with a holographic grating | P. Delvo |
| 18. Fixsternspektroskopie | K. Becker |
| 19. Anleitung zum Baader-Gitter-Spektroskop | N. Sommer |
| 20. Ein Spektrograph zur Sonnen- und Sternbeobachtung | P. Kocksholt |
| 21. Selbstbau eines Spektroheliostops | F. N. Veio |
| 22. High-dispersion CCD astronomical spectroscopy | St. Ratcliff |
| 23. Spektrographie u. Spektroskopie von Sternen | H. G. Zaunick |
| 24. Gebrauch d. empirisch. Dispersionsformel und ihre Anwendung | J. Hartmann |
| 25. On the use of grating spectra for determining spectral typ | B. Lindblad |
| 25. Ein Spektrograph für präzise Dopplerstudien | T. M. Brown |
| 26. Le Spectrograph du T60 | A. Klotz |
| 27. Entwicklung eines fasergekoppelten Echelle-Spektrographen | H. Mandel |

B. Weiterführende Grundliteratur

- | | |
|--|-----------------|
| 1. Beiträge zur fotografischen spektr. Photometrie | J. Wempe |
| 2. Fotografische Photometrie | H. Kienle |
| > Eigenschaften und Behandlung der fotogr. Platte | |
| > Apparate zur Messung der fotografischen Wirkung | |
| > Fotografische Wirkung und wirkende Intensität | |
| 3. Qualitative Spektralanalyse | W. Schaub |
| 4. Introduction to astrophysics: The stars | J. Dufay |
| 5. Aufgaben und Probleme der Astrophotometrie | B. Strömgren |
| 6. Die Strahlung der Gestirne | J. Stobbe |
| 7. The classification of stars | Jaschek/Jaschek |
| 8. Stars and their spectra | J. B. Kaler |
| 9. Handbuch der Experimentalphysik: ASTROPHYSIK | B. Strömgren |

- Helligkeitsmessungen
 - Farbindexmessungen
 - Spektralphotometrische Messungen
 - Die Extinktion
12. Die Wellenlängenabhängigkeit der atmosph. Extinktion J. Wempe
 13. Experimentalphysik: OPTIK Bergmann/Schäfer
 14. Late-Type Stars (I) M. Hack
 15. Über Energieverteilung der Sternstrahlung v. 400-1000nm K. Pilowski
 16. Modell atmospheres for G, F, A, B, and O stars R. L. Kurucz
- C. Angewandte Sternspektroskopie:**
1. Die Intensitätsverteilung im Spektrum d. hellen Plejadensterne H. Straßl
 2. Intensität der C2 u. CN-Banden i.d. Spektren d. R- u. N-Sterne K. Wurm
 3. Beziehungen zwischen Farbindex und Spektraltyp W. Becker
 4. Relative Energieverteilung im kontinuierlichen Spektrum von 36 Fundamentalsternen Kienle/Straßl/Wempe
 5. Die Absorption der Balmerlinien in den Sternspektren S. Günther
 6. Zur Deutung der Spektren der heißen Sterne B. Edlen
 7. Über die Temperaturskalen der Fixsterne H. Jensen
 8. Die Farbtemperaturen von 88 Sternen A. Brill
 9. Empirische Beziehung zwischen Farbtemperatur und Strahlungstemperatur W. Becker
 10. Spektralphotometrische Integralhelligkeit von 42 Sternen K. Pilowski
 11. Über die Erzeugung photometr. Skalen bei Objektivprismenaufnahmen H. Kienle
 12. Zur Masse-Leuchtkraft-Beziehung und zur Skala der Effektivtemperaturen K. Pilowski
 13. Zur Analyse der Be-Stern-Spektren P. Wellmann
 14. Experimentelle Untersuchung über die systematischen Fehler in Äquivalentbreiten G. Traving
 15. Quantitative Analyse des B2-Übergiganten 55 Cygni H. Voigt
 16. Über die Temperaturen und Leuchtkräfte der Be-Sterne K. Pilowski
 17. Das Sternsystem ζ Aurigae Hopmann/Schaub
 18. Spektralphotometr. Untersuchungen an δ Cep-Sternen W. Becker
 19. Spektralphotometrische Untersuchungen an SU Cas Becker/Strohmeier
 20. Spektralphotometrische Untersuchungen an SG Sagittae W. Strohmeier
 21. Spektralphotometrische Untersuchungen an RT Aurigae Becker/Strohmeier
 22. Spectral criteri for the determination of absolute stellar magnitude Kohlschütter/Adams
 23. Die Intensitätsverteilung im kontinuierlichen Spektrum von Sternen der Spektralklasse B-M E. Lamlá
 24. Some intrinsic properties of carbon stars H. B. Richer
 25. The M-Type Stars Johnson/Quercie
 26. Spectroscopic variation of P Cygni during 1990-1992 A. Kaufer u.a.
 27. The problem of classifying stellar spectra O. Struve
 28. The intensities of stellar absorption lines Struve/Elvey

- | | |
|--|-----------------------|
| 29. H α -outburst of μ Centauri | R. W. Hanuschik |
| 30. The emission profile of H α in spectra of β Lyr | Batten/Sahade |
| 31. The infrared spectral classification of M-Type stars | S. Sharpless |
| 32. Spectrographic observations of 11 eclipsing binaries | O. Struve |
| 33. Beeinflussung der Linienprofile durch Rotation der Sterne | A. Unsöld |
| 34. Eine einfache Konstruktion rotationsverbreiterter Linien | P. Wellmann |
| 35. Die Rotationsgeschwindigkeiten der Sterne | K. H. Böhm |
| 36. Ein System von Standardsternen
zur Bestimmung der Rotationsgeschwindigkeit | Slettebak/Collins |
| 37. On the use of a focal reducer | E. H. Geyer |
| 38. Pulsational longterm behaviour of R Leonis (I, II) | G. R. Hoeppe |
| 39. Absorption spectra of Mira-variables | P. W. Merrill |
| 40. Die planetarischen Nebel | K. Wurm |
| 41. On the use of grating spectra for determining spectral type | B. Lindblad |
| 42. Spectral classifications for emission-line, carbon and S,
long-period variable and double stars | Nassau/Stephenson |
| 43. Spectr. classif. by objective prism and microdensitometer | B. D. Kelly u.a. |
| 44. Low-dispersion objective prism spectra | K. Nandy u.a. |
| 45. A small-dispersion objective prism | V. Blanco |
|
D. Atlanten o.ä. | |
| 7. Sample spectral atlas for Sirius | R. L. Kurucz |
| 8. Hochaufgelöster Spektralatlas von α Tauri | R. Griffin |
| 9. An atlas of stellar spectra | Morgan/Keenan/Kellman |
| 10. A new library of stellar optical spectra | Silva / Cornell |
| 11. A digital spectral classification Atlas | R. O. Gray |
| 12. Atlas for objective prism spectra | W. Seitter |
| 13. A library of stellar spectra | H. Jacoby u.a. |
|
E. Auswertung | |
| 1. Die Grant-Maschine für die Spektrenauswertung | J. Solf |
| 2. Computergesteuerte Auswertung von Sternspektren | M. Köhl |
| 3. An optimal extraction algorithm for CCD-spectroscopy | K. Horne |
|
F. Amateurbeobachtungen | |
| 1. Spektralklassifikation von Sternen aus
photometrischen Messungen des Kontinuums | Pollmann u.a. |
| 2. Spektroskopische Beobachtung der ζ Aurigae-Bedeckung 93' | Pollmann u.a. |
| 3. Die Anwendung der CCD-Spektroskopie im Bereich
der Amateurspektroskopie | E. Pollmann |
| 4. Praktische Leuchtkraftklassifikation f. Amateurastronomen | Böhme/Pollmann |
| 5. Praktische Spektralklassifikation | Böhme/Greissner |
| 6. β Lyrae, Beispiel eines spektroskopischen Doppelsterns | C. Albrecht |
| 7. Einfluß d. Sternrotation auf das Profil stell. Absorptionslinien | Pollmann u.a. |
| 8. Das Spektrum des Kometen Halley | Pollmann u.a. |

- | | | |
|---|--|--------------------|
| 9. | Bestimmung d. Radialgeschw. aus Objektivprismenspektren | J. Kaufmann |
| 10. | Spektralklassifikation mit der CCD Kamera | M. Federspiel |
| 11. | Bau eines Spektrographen: Projekt NESSIE II
Arbeitskreis Spektrographie Volks-Sternwarte Neumarkt | |
| 12. | Stellar spectroscopy with CCDs | M. Gavin |
|
G. Sonstiges | | |
| 1. | Über die Entstehung, den inneren Aufbau und die Entwicklung von Hauptreihensternen | W. Stammberger |
| 2. | Spektralklassifikation und Spektralanalyse
Erstellung eines Spektralatlases mit einer CCD-Kamera | M. Büchner |
| 3. | A perseid meteor spectrum | Borovicka/Majden |
|
H. Eruptive Veränderliche | | |
| 1. | Alcock's Nova in Delphinus | S&T 1967 |
| 2. | More about Nova Delphini | S&T 1967 |
| 3. | Eruptive Veränderliche | Scheffler/Elsässer |
| 4. | Die Nova Cygni 1975; Beobachtungen, Auswertungen | A. Hänel |
| 5. | Amateurbeobachtungen der Nova Cygni 1978 | D. Böhme |
| 6. | Spectrophotometry of Nova Delphini 1967 | H. Drechsel u.a. |
|
I. Objektbezogene Literatur: | | |
| 1. | Untersuchungen an Sternen hoher Effektivtemperatur | L. Meinunger |
| 2. | Early emission line stars | Kitchin 1952 |
| 3. | P Cygni: Ein Überriese den man beobachten sollte | M. de Groot |
| 4. | P Cygni wird heller | T. Bürke |
| 5. | AAVSO: P Cygni Newsletter | AAVSO 1985 |
| 6. | Welche Entwicklungsphasen verkörpern P Cygni Sterne? | STERNE 60/198 |
| 7. | Wega, ein ungewöhnlicher Veränderlicher | AuR 22/1984 |
| 8. | Be- und Hüllensterne | AuR 22/1984 |
| 9. | Veränderliche Be- und Hüllensterne | BAV-Rb U. Hopp |
| 10. | Ausgewählte Objekte: P Cygni | SuW 9/1987 |
| 11. | Bibliography of P Cygni | Stw. Sonneberg |
| 12. | Forbidden emission lines in the spectrum of P Cyg | O. Stahl u.a. |
| 13. | Be-Sterne: Beobachtungen auf dem Pic du Midi | |
| 14. | γ Cas Monographie | D. L. Edwards |
| 15. | γ Cas | P. Wellmann |
| 16. | γ Cas | BAV-Rundbrief |
| 17. | Balmer emission profiles for southern Be stars | J. Dachs u.a. |
| 18. | Long term spectroscopic monitoring of BA-supergiants | A. Kaufer |
| 19. | Spectroscopic variations of P Cygni 1990-1992 | A. Kaufer |
| 20. | Spectral atlas of P Cygni | A. Kaufer |
| 21. | Coordinated observations of P Cygni | M. de Groot |
| 22. | Be Stars with and without emission lines | Underhill/Doazan |
| 23. | Zur Analyse der Be-Spektren (III) | P. Wellmann |
| 24. | Massenfluß in engen Doppelsternen | H. Drechsel u.a. |

25. Probleme enger Doppelstern
26. Behandlung der Sternentwicklung in der Sekundarstufe
27. Wie entstehen Sterne
28. Etude du profile de la rai H α dans 72 etiles Be
29. Herbig Ae- und Be-Sterne
30. Kühle Gasringe um heiße veränderliche Sterne (I und II)
31. Photoelectric monitoring of bright Be stars
32. An atlas of the infrared spectral region: The early type stars
33. H α -outburst of μ Centauri: a clue to the Be-phenomenon ?
34. Be Star Newsletter Nr. 30/31/32
35. Atlas of high-resolution emission and shell lines in Be-Stars
36. Flickers, Flares and Ringings in Be Stars
37. Short term spectroscopic variability of EW Lac
38. Interpret. of long-term variation in late type active Be-stars
39. Rotational velocity determinations for 164 Be and B-stars
40. Toward a consistant model of the B0.5 IV + Sdo binary ϕ Per
41. Rapid H α -variability in ϕ Per
42. Variability of the H α -emission in ϕ Per
43. The Be-star γ Cas: X-ray, far UV and opt. observ. in 1989
44. High spectral resolution study of γ Cas, ϕ Per, 59 Cyg
45. Die Entwicklung und das Verhalten einer aktiven Region auf/in der Photosphäre des B2e-Sterns μ Centauri
46. A Be star in the binary system CR Cas
47. Turbulence, mass loss and H α -emission in the hypergiant ρ Cas
48. An analysis of emission lines in the spectrum of P Cyg
49. A spectroscopic investigation of P Cygni
50. Rapid photosphäric variability in the Be star 48Per
51. Multi-periodicity of ζ Ophiuchi
52. Line profile variabilty of the Be star κ Draconis
53. Evidence for a temporarily tilted circumstellar disk
54. A multiwavelength campain on γ Cas
55. On the inner envelope of the Be star γ Cas
56. Catalogue of stars having H α in Emission Part 1
57. Catalogue of stars having H α in Emission Part 2
58. Reddened early M- and S-type stars near the galactic equator
59. The spectra of R And and μ Cep between 740 – 880 nm
60. Object. prism spectr. of long-period variab. in the near infrared
61. Bright late M-type stars near the galactic equator
62. Optical and infrared continua of southern Be Stars
63. Spectroscopic state of the Be star ζ Tau in 1976-1986
65. Instabilität der Hülle um den Be Stern ζ Tau (I)
66. Instabilität der Hülle um den Be Stern ζ Tau (II)
67. Envelope structure of the cyclic V/R variable shell stars
68. V/R variability and global oscillations in Be star disks
69. Non coherent scattering in vertically extended Be star disks
70. Profiles of emission lines in Be Stars

A. Weigert
 O. Zimmermann
 W. Tscharnuter
 Andrillat/Fehrenbach
 SuW 6/1987
 SuW 11+12/95
 J. Percy
 Andrillat/Jaschek
 R. Hanuschik

 R. Hanuschik
 M. Smith
 M. Floquet u.a.
 R. Hirata
 E. Halbedel
 H. Bosicz
 K. K. Ghosh
 P. S. Goraya
 T. Horaguchi u.a.
 A. Chalabaeu

 G. Peters
 R. Clement u.a.
 C. de Jager u.a.
 M. de Groot
 O. Stahl u.a.
 A.M. Hubert u.a.
 E. Kambe u.a.
 G. M. Hill
 W. Hummel
 M. Smith
 Ph. Stee
 L. Kohoutek
 L. Kohoutek
 Nassau u.a.
 Keenan u.a.
 Nassa u.a.
 Nassau u.a.
 Dachs u.a.
 Kogure u.a.
 A. Delplace
 A. Delplace
 A. Delplace u.a.
 R. Hanuschik u.a.
 Dachs/Hummel
 S. Huang

- | | |
|--|-------------------------|
| 71. On the structure of Be star disks | R. Hanuschik |
| 72. Kinematic properties of Be stars | R. Hanuschik |
| 73. A study of high-resolution emission-line profiles for Be stars | Dachs/Hanuschik |
| 74. High resolution emission-line spectroscopy of Be stars (1,2,3) | R. Hanuschik |
| 75. Stellar $v \sin i$ and optical emission line widths in Be stars | R. Hanuschik |
| 76. Observational evidence for global oscillations in Be star disks | R. Hanuschik |
| 77. Optical spectra of ζ Aurigae binary systems HR6902 | R. Griffin u.a. |
| 78. Optical spectra of ζ Aurigae, (I) The eclipse 1987 | R. Griffin u.a. |
| 79. Optical spectra of ζ Aurigae (II) The lower chromosphere | R. Griffin u.a. |
| 80. Atmosphärische Bedeckungen | W. D. Heintz |
| 81. Das bedeckungsveränderliche System ζ Aurigae | R. Lukas |
| 82. Bemerkungen über die Bestimmung der Dimensionen v. ζ Aur | K. Pilowski |
| 83. ζ Aurigae-Systeme | K. P. Schröder |
| 84. Photometr. u. spektrosk. Beobachtungen an ζ Aurigae | H. Schneller |
| 85. Spectroscopic observations of the 1982 eclipse of 31 Cyg | W. H. Bauer |
| 86. The 1992/93 eclipse of 31 Cygni | J. Eaton, C. Bell |
| 87. Professional-amateur collaboration in variable star research | R. F. Griffin |
| 88. Die ζ Aurigae - Sterne | K. O. Wright |
| 89. H α -profiles of 25 chromospherically active binaries | Z. Eker, D. Hall |
| 90. High-Resolution H α -observations of γ Cas and π Aqr | G. Fontaine u.a. |
| 91. Spectrophotometric variability in the Be-star γ Cas | A. Slettebak u.a. |
| 92. The Be star phenomena (I) General properties | T. Kogure u.a. |
| 93. Rapid Line Variability: Search for H α in Wolf-Rayet-stars | C. Lacy |
| 94. H α -variations in spectra of the brighter northern Be-star | Slettebak/Reynolds |
| 95. H α and H β line profiles of Be stars | G. Fontaine u.a. |
| 96. Spectrographic observations of β Lyr | U. Flora, M. Hack |
| 97. On the problem of the chemical composition of β Lyr | V. Bahyl |
| 98. The spectrum of β Lyr | O. Struve |
| 99. The emission profile of H α in the spectrum of β Lyr | A. H. Batten, J. Sahade |
| 100. Jet-like structures in β Lyr | P. Harmanec u. a. |
| 101. From Algol to β Lyr | M. J. Plavec |
| 102. Objective-prism reduction package | Dabo / Gallego |
| 103. Optimizing results from objective-prism surveys | Dabo / Gallego |
| 104. Observations of Herbig Ae/Be stars | R. O. Gray u.a. |
| 105. Classification system of very young A-Type stars | R. O. Gray u.a. |
| 106. Absolute flux calibration | R. O. Gray u.a. |
| 107. A link between γ Doradus variables and λ Bootis stars | R. O. Gray u.a. |
| 108. VV Cephei analysis of the H α -Line | K. O. Wright |
| 109. Bestimmung der Dichtestruktur in Be-Stern-Scheiben | M. Winkhaus |
| 110. A library of stellar spectra | H. Jacoby u.a. |
| 111. Time Resolution Spectroscopy of β Lyr at H α | A. Sanyal |
| 112. Spectroscopic Observations of β Lyr | A. Sanyal |
| 113. Line formation in Be-star circumstellar disks | Hummel/Vrancken |
| 114. New bright Be stars and Be star frequency | J. Cote, M. Kerwijk |
| 115. VV Cephei: Alle Jahre wieder | U. Bastian |
| 116. Expanding Atmosphere of the M-Type VV Cep | Kawabata/Saito |

117. Rapid Mass Loss Transient in VV Cephei
118. A Spectroscopic Study of VV Cep Eclipse 1976-18 [Part 2]
119. A Spectroscopic Study of VV Cep Eclipse 1976-18 [Part 1]
120. Photometric Study of VV Cep Eclipse 1976-18
121. Spectroscopic Observations of VV Cep Eclipse 1976-77
122. Fundamental Equations of Spectroscopy

Stencel u.a.
 K. Saijo
 S. Kawabata u.a.
 K. Saito u.a.
 Möllenhof/Schäfers
 J. Sivo

C.R. Kitchen: Optische Astronomische Spektroskopie

1. Spezielle Techniken der optischen Spektroskopie
2. Radialgeschwindigkeiten
3. Spektrophotometrie
4. Prismen
5. Diffraktionsgitter
6. Interferometer
7. Michelson-Interferometer
8. Holografie
9. Spektroskope

P. Martinez: Bau von Spektroskopen

1. Gitter
2. Prismen
3. Spalt-Experimente
4. Objektive, Spalt, Kollimator,
5. Objektiv-Prisma
6. Spektren-Reduction
7. Liste von Spektrallinien

Naumann/Schröder: Bauelemente der Optik

1. Beugungsgitter
2. Anwendung von Gittern
3. Spezialgeräte: Fotometrie, Farbmessung
4. Spektralfotometer
5. Spektroskope, Spektrometer, Spektrografen
6. Fotometer und Densitometer

Anne P. Thorne: Spectrophysic

1. Diffraktionsgitter
2. Intensitätsverteilung
3. Dispersion und Auflösung
4. Gittermontierungen
5. Gitterherstellung
6. Gitter für spezielle Anwendungen