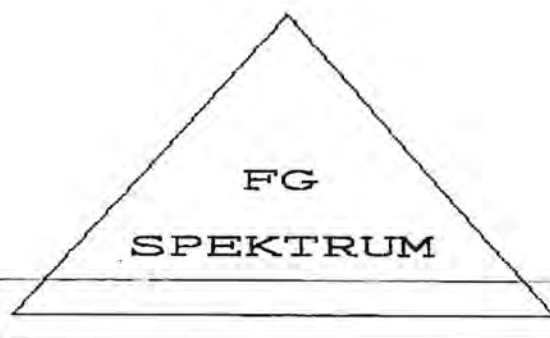




Mitteilungsblatt der
Fachgruppe

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

der Vereinigung der
Sternfreunde e.V.

Rundbrief Nr. 11 (1996)

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

Rundbrief Nr. 11 (1996)

Inhaltsverzeichnis

E. Pollmann	FG-Thema: Äquivalentbreiten in Sternspektren	(2)
E. Pollmann	Förderung von " Basisarbeit "	(5)
E. Pollmann	Tagung in Nürnberg 1996 (Gemeinschaftstagung BAV u. FG Spektroskopie)	(6)
E. Pollmann	FG - SPEKTRUM und seine Zukunft	(8)
	Aktivitäten und Projekte	(9)
	Unterstützung bzw. Hilfestellungen aus der Fachastronomie	(9)
	Literaturhinweise	(9)
	NESSIE II Projekt: Bau eines Spektrographen	(10)
	Adressenliste	(13)
	Literaturliste	(14)
	Beilage: Anmeldung zur Nürnberger Tagung	

FG-Thema: Äquivalentbreiten in Sternspektren

Im Juni diesen Jahres ist in Form eines Rundschreibens an die Gemeinschaft der Mitglieder der Fachgruppe die Frage gerichtet worden, welche Themen im Sinne grundsätzlicher Basisarbeit schwerpunktmäßig auch in unseren Rundbriefen behandelt werden sollten. Die Resonanz auf meine Anfrage ist zwar alles andere als berauschend ausgefallen, dennoch ist ein Thema mehrfach als "behandlungsbedürftig" genannt worden. Es ist dies der Begriff der sogenannten Äquivalentbreite. Bereits im Vorfeld der Kasseler Tagung sahen sich einige Sternfreunde mit der Frage nach der Bedeutung der Äquivalentbreite konfrontiert. Von deren Bestimmung im eigenen Sternspektrum einmal ganz abgesehen. Also : nehmen wir uns dieses Themas an.

Als einleitenden Satz möchte ich die Formulierung von R. Häfner im Handbuch für Sternfreunde (S. 564) aufgreifen:

Unter dem Begriff Äquivalentbreite versteht man die breite eines rechteckigen Absorptionsstreifens mit der zentralen Intensität Null, dessen Fläche gleich der von der Kontur der betrachteten Spektrallinie begrenzten Fläche ist.

Formelmäßig ergibt sie sich zu:

$$W = F \times d^{-1} \times I_0^{-1}$$

wobei F die gemessene Fläche, I_0 der Abstand der Schleierschwärzung minus ungestörtes Kontinuum am Ort der Linie - und d die reziproke Dispersion ist.

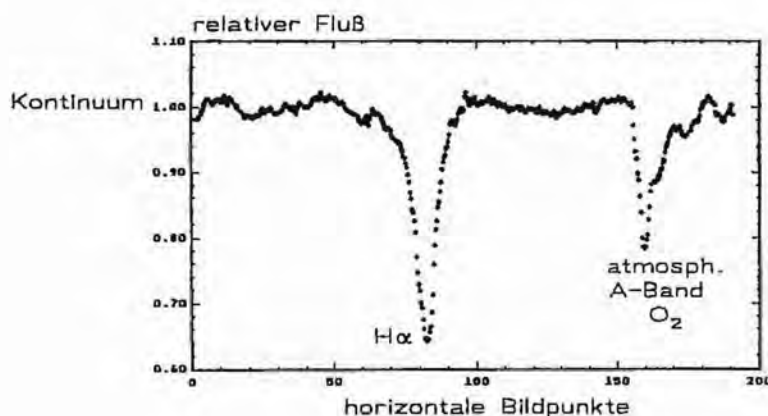


Abb1. CCD-Spektrum der $H\alpha$ -Balmerlinie des Sterns α Lyrae

Bei Photometermessungen in Spektrallinien mißt man im Grunde nur den Abfall der die Linien umgebenden Kontinuumsintensität. Außerdem müssen wir beachten, daß ein noch so gut gebautes Spektroskop oder Aufnahmegerät einen bestimmten Teil der vom Stern kommenden Strahlung durch Absorption und Reflexion schwächt. Die Schwächung ist aber in der Umgebung einer Linie überall gleich, sodaß sich daraus kein Einfluß auf die Äquivalentbreite ergibt. Der Punkt mit der geringsten Restintensität in der Linie wird als die maximale Linieneinsenkung (r_λ) bezeichnet. Die Linieneinsenkung r_λ entspricht dem Maximum des Verlaufes des Linienabsorptionskoeffizienten, welcher im Linienzentrum erreicht wird. Ist hier noch eine Restintensität der Kontinuumsstrahlung vorhanden, so ist die Sternatmosphäre im Licht dieser durchsichtig, also optisch dünn.

Das ist dann der Fall, wenn die Dichte der Photosphäre gering ist. Hat aber die Dichte der Sternatmosphäre eine wesentliche Bedeutung, so ist sie im Licht der Spektrallinie unsichtig. D.h. die Gesamtabsorption der Linie nimmt zu. Sie wächst weiter in die Tiefe Und zwar so weit, bis der Linienkern bis auf die Intensität der thermischen Oberflächenstrahlung gesunken ist. Nun kann die Linie bei weiter zunehmender Absorption nur noch in die Breite wachsen.

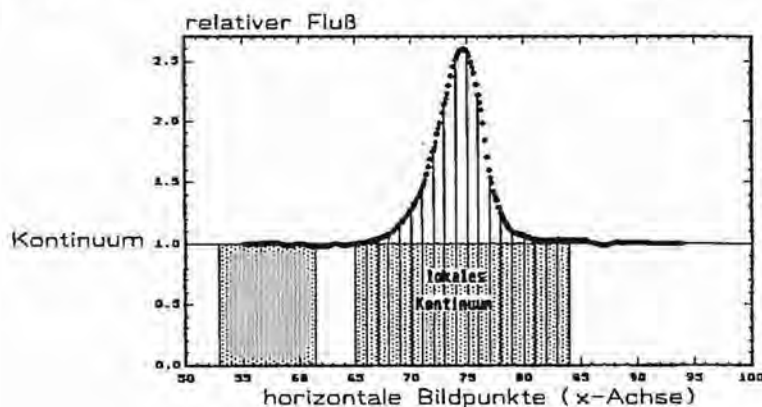
Berechnung der Äquivalentbreite W_λ einer optisch dünnen Linie:

$$W_\lambda = \int_{\text{Linie}} \frac{I_c(\lambda) - I(\lambda)}{I_c(\lambda)} d\lambda$$

$$= \int_{\text{Linie}} \left(1 - \frac{I(\lambda)}{I_c(\lambda)} \right) d\lambda$$

mit $I_c(\lambda)$ der Kontinuumsintensität bei der Wellenlänge λ und $I(\lambda)$ der Intensität im Spektrum bei der gleichen Wellenlänge λ . Das heißt also, daß bei der Integration die Intensität im Spektrum immer auf die lokale Kontinuumsintensität bezogen wird.

Im allgemeinen ist die Kontinuumsintensität nicht konstant sondern vielmehr eine Funktion der Wellenlänge und muß daher vorher (interaktiv) bestimmt werden. Eine lineare Funktion ist für kleinere Wellenlängenabschnitte meist ausreichend. Für eine Kontinuumanpassung des ganzen Spektrums sind Polynom- oder Splinefunktionen vorzuziehen. Diesen eher theoretischen Zusammenhang wollen wir nun in einem praktischen Beispiel vertiefen. In der Literatur sind derartige praktische Erläuterungen meist an Absorptionslinien anzureffen, weswegen ich hier einmal darauf verzichte und statt dessen die Emission im Spektrum des populären Be-Sterns γ Cas ausgewählt habe (siehe Abb. 2).



**Abb. 2 $H\alpha$ -Emission im CCD-Spektrum
des Sterns γ Cas (12.10.95)**

Wegen der Kontinuumsnormierung auf 1 erhält man für das lokale Kontinuum unter der Emission $I_c = \Delta x = x_2 - x_1 = 84 - 65 = 19$ Pixel.

Das Gesamtintegral (Peak + Kontinuum) zwischen den Integrationsgrenzen x_1 und x_2 hat den Wert 29,4 Pixel.

D. h: $29,4 - 19 = 9,4$ Pixel = W_x (Äquivalentbreite in Pixel)

W_x wäre normal:

$$W_x = \sum_{x_2}^{x_1} \left(1 - \frac{I(x)}{I_c(x)} \right)$$

$$\begin{aligned}
 \text{Danach wird } W_{\alpha} &= W_x \cdot \text{Dispersion} \quad (\text{Dispersion } 4,46 \text{ \AA/Pixel}). \\
 &= 9,4 \text{ Pixel} \cdot 4,46 \text{ \AA/Pixel} \\
 &= 41,9 \text{ \AA}
 \end{aligned}$$

In einem zweiten Beispiel soll nun in einem fotografischen Spektrum die H β -Linie des Sterns α Lyr von FG-Mitglied Bernd Hanisch herangezogen werden (siehe Abb. 3). Das Negativ dieses Spektrums ist auf meinem Zeiss-Registrierphotometer mit folgenden Scanparametern gescannt worden:

Scanrate: 1,5 mm/Min

Vergrößerung: 10 fach

Spaltbreite (auf dem Film): 0,02mm

Sampleanzahl: 1000

Spalthöhe (auf dem Film): 1mm

Rechner : ATARI (Programm: UNIPLOT)

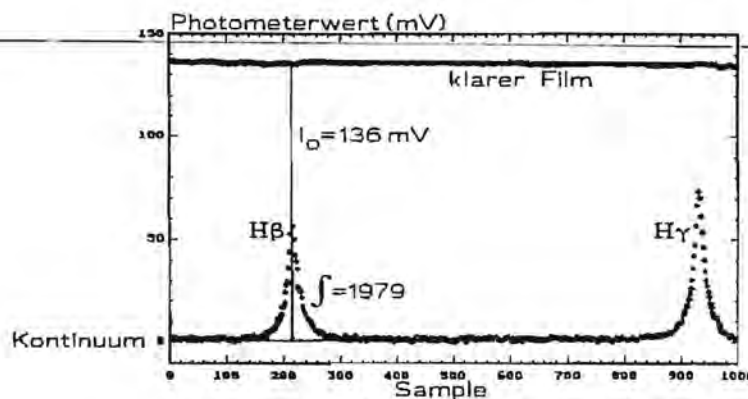


Abb.3 Fotografisches Spektrum α Lyr
Dispersion im Scan = 1,36 Sample/ $\text{\AA}$

I_0 = Abstand Schleierschwärzung (klarer Film) minus ungestörtes Kontinuum

Mit der Dispersion $d = 1,36 \text{ Sample/\AA}$ erhält man für die Linie H β

$$\begin{aligned}
 W_{\beta} &= \frac{1979}{136 \cdot 1,36} \quad \left[\frac{\text{mV Sample}}{\text{mV Sample/\AA}} \right] \\
 &= 10,7 \text{ \AA}
 \end{aligned}$$

Die größte Ungenauigkeit bei der Bestimmung der Äquivalentbreite in diesem Spektrum ist in der Festlegung der mittleren Schleierschwärzung begründet, wobei hierbei das Filmkorn eine wesentliche Rolle spielt. Bekanntermaßen nimmt ja das Kornrauschen bei Schwärzungsmessungen mit zunehmender Belichtung ab [1]. Dies drückt sich ja auch im Spektrumsscan selbst aus. Die Kontinuumanpassung erfolgte hier mit einem Polynom 5. Grades. Was ist darunter zu verstehen?

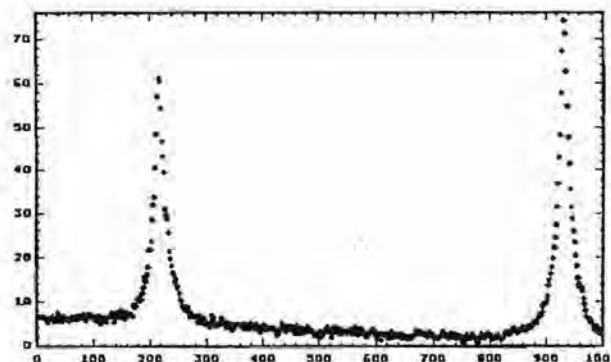
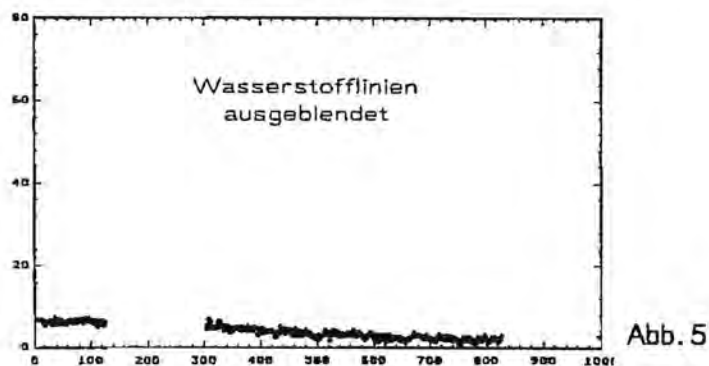
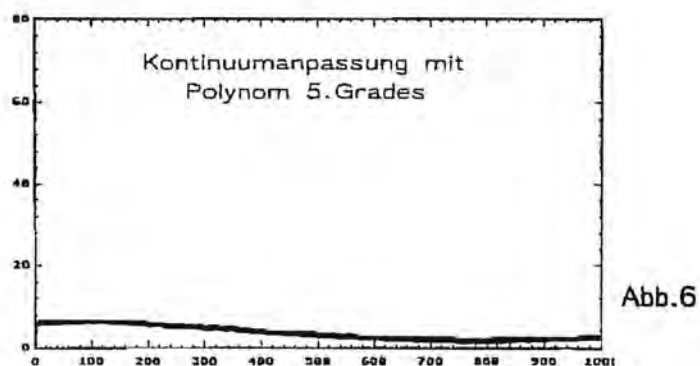


Abb.4
Rohscan α Lyr

Abb. 4 zeigt die Rohscannung, so wie sie sich ohne Kontinuumbereinigung aus dem Originalspektrum ergibt. Blendet man aus diesem Verlauf die beiden Absorptionslinien des Wasserstoffs aus, erhält man nachstehende Abb. 5.



Eine polynomische Approximation (z.B. 5. Grades) dieses scheinbaren Kontinuumverlaufs führt unmittelbar zur Kontinuumanpassung in Abb. 6.



Die Subtraktion des Registrierverlaufes der Abb. 4 minus der Anpassung in Abb. 6 führt dann schließlich zum normierten Kontinuumverlauf der Abb. 3.

Literaturhinweis:

- [1] Handbuch der Experimentalphysik 1937 Leipzig
 Band: Astrophysik
 Photographische Photometrie v. Hans Kienle

Ernst Pollmann

Förderung von " Basisarbeit "

Im Kreise unserer FG-Mitglieder mehren sich die Stimmen nach intensiverer " Förderung der Basisarbeit ", wie es unser Mitglied Herr Karl Heinz Uhlmann aus Heppenheim treffend formulierte. Förderung der Basisarbeit ist eine der wesentlichen Zielsetzungen des FG-Engagement's und muß somit entsprechend ernst genommen werden. Besonders dann, wenn diese Bedürfnisse offenkundig werden. Jedermann wird sich jedoch leicht vorstellen können, daß "Förderung der Basis- Arbeit" sehr verschiedene Facetten haben kann. Vor allem wenn man daran denkt, daß hier individuell sehr unterschiedliche Schwerpunkte gesetzt werden. Insofern ist es für mich, zwar als Leiter der FG aber dennoch als Einzelperson nahezu unmöglich, diese individuell unterschiedlichen Schwerpunkte zu erraten.

Wenngleich in Nürnberg beim Zusammengehen mit der BAV, die astrophysikalische Sinnhaftigkeit einer engeren Verknüpfung von Spektroskopie und Helligkeitsmessungen welcher Art auch immer, bei der Beobachtung veränderlicher Sterne in Amateurräumen aus unserer Sicht hervorgehoben werden soll, so möchte ich doch darüber hinaus dieses Treffen dazu nutzen, das obengenannte Thema in geeigneter Form aufzugreifen. Um dieses facettenreiche Bedürfnis zur Zufriedenheit der FG zu behandeln, dazu benötige ich schlicht und ergreifend die Unterstützung aller FG-Mitglieder. Bis Nürnberg '96 ist es zwar noch ein Weilchen hin, doch bitte denken Sie einmal darüber nach . Sie können sich denken, daß ich mich über jede Art der Anregung freuen werde. Die Resonanz auf meine im Frühjahr '95 durchgeführte Umfrage ist zwar alles andere als berauschend ausgefallen, dennoch sind aus " VIER " Zuschriften einige interessante Ansätze mitgeteilt worden, die ich hier zur Diskussion stellen möchte:

- Identifizierung von Spektrallinien v. Sternen verschiedener Leuchtkraftklassen
- Bücherliste zur Grund- bzw. Einführungsliteratur
- gute Tabelle der wichtigsten Spektrallinien
- Liste mit Angaben zu Kalibrierungsapparaten- bzw. Linien
- Verfassung einer Einführungsschrift
- Begriff-Lexikon im Rundbrief
- Personenvorstellung im Rundbrief
- offene Plenumsdiskussion auf Tagungen und Treffen
- Veröffentlichung von Bauplänen im Rundbrief
- Veröffentlichung von Auswerteprogrammen im Rundbrief
- Wer hat welche Instrumente, welche Untersuchungen sind somit möglich?
- Welche Sterne sind erreichbar, welches Programm ist sinnvoll?
- Pro Tagung einen theor. Beitrag über Physik der Sternatmosphären
- Anfängerartikelserie im Rundbrief: Einfache Mittel, Spektren zu erzeugen
- Unterschiede in Spektren deuten; wie entstehen Fraunhofer-Linien?
- Postersession auf Tagungen mit Statements der Autoren
- Kurzbeiträge von Anfängern (5 Minuten) auf Tagungen

Wenngleich auf den ersten Blick dieser Themenumfang schon sehr vielfältig erscheint, so bleibt doch zu hoffen, daß auf der Nürnberger Tagung von einem größeren Personenkreis noch weitere Aspekte eingebracht werden.

Übrigens:

Neben den Fachvorträgen als wichtiges Standbein der gemeinsamen Tagung (BAV + FG "Spektroskopie") werden wir in einem entsprechenden Meeting Gelegenheit haben, dieses Thema in aller Ausführlichkeit zu diskutieren.

Im Sinne der Förderung der Kommunikation innerhalb der Fachgruppe, möchte ich an dieser Stelle die Gelegenheit nutzen, und den Aspekt gemeinschaftlicher Beobachtungsprogramme in die Diskussion einbringen.

Die Idee einer solchen Unternehmung ist nicht neu und die Erfahrungen damit in anderen Fachgruppen sind auch nicht gerade umwerfend. Doch wenn einerseits Interessenten für eine gemeinsame Sache sich in Form einer Gruppe zusammenfinden, dann ist andererseits nicht einzusehen, daß dieser Zusammenschluß nicht durch gemeinsame Beobachtungsvorhaben intensiviert werden sollte.

Also, das Stichwort ist gefallen: **Gemeinschaftsbeobachtungen / Gemeinschaftsprogramme**
Sollte der eine oder andere aus dem Kreis unserer FG an diesem Gedanken Gefallen finden, so sollte er die Gelegenheit des Meetings in Nürnberg nutzen und sich zu Wort melden (nur Mut, auch zu unkonventionellen Vorschlägen).

Ernst Pollmann

Tagungsankündigung für den Terminkalender:

Gemeinsame Tagung

der VdS-Fachgruppe Spektroskopie und der Bundesdeutschen Arbeitsgemeinschaft für Veränderliche Sterne (BAV), VdS-Fachgruppe

vom 27. – 29. September 1996
in Nürnberg

Als Fachreferentin wird **Frau Dr. Constanze la Duos** erwartet, die über das neue Veränderlichen-Forschungsprojekt **ASPA**, das die Sternwarte Sonneberg in Angriff nehmen will, berichten wird. Insbesondere wird sie dabei Beteiligungsmöglichkeiten von Amateurastronomen besprechen.

Darüberhinaus sind aus unserer FG folgende Referate geplant:

- A. Käufer, Landessternwarte Heidelberg:** Spektroskopie und Photometrie heißer Veränderlicher Sterne; Möglichkeiten der Amateure contra Wünsche der Profis
- B. Hanisch, Frankfurt/Oder:** 1) P Cygni – ein interessanter Stern für spektroskopische Veränderlichenbeobachter
2) Spektroskopische Beobachtungen an planetarischen Nebeln
- Dr. H. J. Zeitler, Neuried:** Hypersensibilisierung, Entwicklung und Wiedergabe von Farb- und Grauscalen spektroskopischer Filme
- E. Pollmann, Leverkusen:** 1) Spektroskopische H α -Beobachtungen an Be-, Hüllensternen und spektroskopischen Doppelsternen
2) Spektral- und Helligkeitsverhalten des Veränderlichen Sterns α Ceti (Mira)

Als weiteres Tagungsmerkmal werden Arbeitsgruppensitzungen vorgeschlagen. Mit Blick auf die Erarbeitung von Grundlagen zur Intensivierung der Zusammenarbeit beider FG, ist es erstrebenswert, workshopartig ein Gemeinschaftsprogramm auszuarbeiten. Eine Vorschlagsliste dazu könnte etwa wie folgt aussehen:

- Rund-Fragebogen, welches Instrument, welches Interesse
- instrumentelle Beobachtungsarten
- Auflistung in Frage kommender Objekte
- Auswerteverfahren
- Sammelstelle für Ergebnisse

Bitte denken auch Sie über Ihre eigenen Vorstellungen nach. Ihre Ideen sind uns wichtig, teilen Sie sie uns mit, bzw. bringen Sie sie ein.

Tagungsablauf: (vorläufig)

Freitag (27.9.)	16.00 Uhr	Einführungsseminar "Veränderliche Sterne" (auf der Sternwarte)
	19.30	Eröffnungsvortrag im Planetarium Prof. Dr. Herrmann, Archenold-Sternwarte
	21.00	Gemütliches Treffen bereits anwesender Teilnehmer (Gaststätte in Planetariumnähe)
Samstag (28.9.)	9.30	Tagungseröffnung, Aula Bismarschule
		Fachvortrag: Frau Dr. C. la Dous, Sternwarte Sonneberg Projekt ASPA in Sonneberg
		Amateurreferat (Spektroskopie, Veränderliche)
		Amateurreferat (Veränderliche, Spektroskopie)
		Mittagessen im " Garten Kreta "
		weitere Amateurreferate (Veränderliche, Spektroskopie)
		Workshops: Photometrie, Veränderliche Spektroskopie (alle Aspekte)
Sonntag (29.9.)		Spektroskopiker-Meeting: Vier Jahre FG Spektroskopie und vieles mehr
		Abends gemütliches Beisammensein in einer Gaststätte der näheren Umgebung
	9.30 Uhr	BAV-Mitgliederversammlung
	9.30	Spektroskopiker-Meeting wenn erwünscht/erforderlich
Übernachtungen:	Hotel Klughart (200m zur Sternwarte u. zur Bismarschule)	
	Tauroggenstraße 40, 90491 Nürnberg, Tel: 0911-91988-0	
	Preise: (pro Nacht + Frühstück)	
	EZ mit Dusche	80,- DM
	EZ mit Dusche/WC	99,-
	DZ mit Dusche/WC	150,-
	Pension Übelacker (800m z. Stw/300m z. Bismarschule)	
	Mathildenstraße 13, 90489 Nürnberg, Tel: 0911-553158	
	EZ ohne Dusche	50,- DM
	EZ mit Dusche	55,-
	EZ mit Dusche/WC	60,-

DZ ohne Dusche	80,- DM
DZ mit Dusche	90,-
DZ mit Dusche/WC	100,-

Tagungsteilnehmer werden gebeten, sich wegen Übernachtungen selbst direkt mit dem Haus ihrer Wahl bis spätestens zum 15.5.96 in Verbindung zu setzen.

Kosten:

Es wird ein Tagungsbeitrag von 20,-DM erhoben, der allerdings erst bei der Ankunft in Nürnberg entrichtet werden muß.

Anmeldungen:

Bitte richten Sie Ihre Anmeldung zunächst direkt an mich. Ich werde diese umgehend weiterleiten zur:

Nürnberger Astronomische Arbeitsgemeinschaft e.V. (NAA)
 Sternwarte Nürnberg
 Regiomontanusstraße 1
 90491 Nürnberg

Als Anmeldebestätigung wird Ihnen von der NAA das Tagungsprogramm sowie ein Lageplan zugesendet.

Ernst Pollmann

FG-SPEKTRUM und seine Zukunft

Mein Hilferuf (lose Blattbeilage) im letzten Rundbrief blieb nicht unerhört. Sie erinnern sich. Es ging um den Fortbestand unseres Mitteilungsblattes insofern, als ich künftig keine Möglichkeit der kostengünstigen (Nulltarif) Vervielfältigung mehr haben werde.

Herr Günther Müller aus Bonn meldete sich wenige Tage nach Zustellung der letzten Ausgabe mit der segensreichen Nachricht, daß ihm die Möglichkeiten der Vervielfältigung gegeben sei. Es sei für ihn kein Problem, die Manuskriptkopien in der erforderlichen Stückzahl anzufertigen.

Ich möchte an dieser Stelle Herrn Müller für dieses Angebot allerherzlichsten Dank, auch im Namen der gesamten Fachgruppe "SPEKTROSKOPIE" aussprechen.

Die Gelegenheit, darüber hinaus, zum RB noch einige Worte zu verlieren, ist günstig. Es handelt sich um die sogenannte Manuskriptflut, die kaum noch zu bewältigen ist. Spaß bei Seite: Wie wäre es, wenn Sie sich doch einmal überwinden könnten, aus Ihrem spektroskopischen Alltag in unserem Blatt ein wenig zu berichten. Bekanntermaßen gibt's an allen möglichen Fronten die verschiedensten Aktivitäten (über diese wird in der nächsten Kolumne berichtet), die durchaus dem Mitgliederkreis unserer FG mitgeteilt werden sollten. Leuchtendes Beispiel ist hier der Arbeitskreis "Spektroskopie" an der Volkssternwarte Neumarkt und deren Projekt NESSIE II.

Können Sie sich vorstellen, daß es sehr mühsam für mich allein ist, fast jede Ausgabe mit meinem Gehirnschmalz auszustatten ? Warum bleibt denn hier die Unterstützung aus ?

Ernst Pollmann

Aktivitäten und Projekte:

Bernd Hanisch, Frankfurt/Oder	Fotogr. Beobachtung von Emissionsliniensternen und planetarischer Nebel
Werner Bonk, Springe	Spektralklassifikation später Spektraltypen; Test des Auswerteprogrammes von Prof. Hars
Horst Ebel, Mettlach	Allgemeine Spektralklassifikation
Dr. Hans Jörg Zeitler, Neuried	Unterstützung Filme, Emulsionen, Datenblätter Sensibilisierung und alles was dazu gehört.
Arbeitskreis Spektroskopie Volkssternwarte Neumarkt	Projekt NESSIE ; Bau eines Spaltspektrographen
Klaus Warner, Berlin	Bau eines Prismenspektrographen mit Prisma von Dr. Zeitler
Ernst Pollmann	CCD-Spektroskopie mit Objektivprisma und Makutovspiegel (Russentonne) Auswerteverfahren

Unterstützung bzw. Hilfestellungen aus der Fachastronomie

Landessternwarte Heidelberg :	Herr Andreas Kaufer
Observatorium Hoher List :	Prof. Dr. E. Geyer
Astron. Institut Uni Bochum :	Dr. Hanuschik
Sternwarte Sonneberg :	Frau Dr. la Dous

Literaturhinweise

1. **An Atlas of the infrared spectral region**
Y. Andrillat, C. Jaschek, M. Jaschek
Behavior of early type stars (O, B, A, F) in the near IR (8375-8770 Å)
(kann bei mir angefordert werden)
2. Versuch zur Farbtemperaturbestimmung im Kontinuum von Kohlenstoffsternen
" Die Sterne " Heft 2/96, von E. Pollmann

NESSIE II – Teilnahme des Arbeitskreises "Spektroskopie" des
Willbald-Gluck-Gymnasiums an der Volkssternwarte
Neumarkt am astronomischen Wettbewerb der ESO
Projekt: Bau eines Spektrographen NESSIE II

1. Einleitung

Die Astronomie ist eine Wissenschaft, die auf eine jahrtausendlange Entwicklungsgeschichte zurückblicken kann. Dabei stand aber bis zu der Zeit Galileo Galileis vielmehr die Ästhetik des Sternhimmels im Mittelpunkt des allgemeinen Interesses als die astrophysikalische Bedeutung der sichtbaren Erscheinungen. Aus dieser Tatsache, die auch nur durch die Vorstellung eines geozentrischen Weltbildes bedingt war, gewann man nur ein äußerst oberflächliches, zwei-dimensionales Bild des Universums. Erst die später entwickelten astrophysikalischen Theorien animierten den Himmelsbeobachter, ihren Instrumentenfundus über das bis dahin einzige astronomische Gerät, das Teleskop, hinaus zu erweitern.

Eine geradezu revolutionäre Entwicklung stellt der Spektrograph dar. Mit Hilfe dieses Gerätes läßt sich das von einem astronomischen Objekt ausgesandte Licht, oder genauer, die davon ausgehende elektromagnetische Strahlung in ihre Bestandteile aufspalten. Das bedeutet, daß diese Strahlung, die als ein Gemisch von Wellen mit verschiedenster Wellenlänge aufgefaßt werden kann, in ein sogenanntes Spektrum zerlegt wird, das die genaue Intensitätsverteilung der aufgelösten Wellenlängenbereiche widerspiegelt. Joseph von Fraunhofer, der als Pionier auf dem Gebiet der astronomisch angewandten Spektralanalyse gilt, entdeckte mittels dieser Methoden die nach ihm benannten Fraunhofer-Linien im Sonnenspektrum. Diese Absorptionslinien lassen ebenso wie Emissionslinien genaue Rückschlüsse auf die Beschaffenheit des beobachteten Objektes zu. Wie Bunsen und Kirchhoff bereits zuvor erkannten, hängt das Erscheinungsbild eines Spektrums von der chemischen Zusammensetzung des absorbierenden bzw. emittierenden Objektes ab. Das heißt, jedem chemischen Element kann genau ein Satz von charakteristischen Linien zugeordnet werden.

Durch diese Art der Analyse der ankommenden Strahlung lassen sich vielfältige Aussagen über astronomische Objekte treffen. Eine naheliegende Erkenntnis bei der Untersuchung eines Spektrums ist sicher die chemische Zusammensetzung der Gashölle eines Sternes oder eines sonstigen Licht emittierenden Objektes. Merkmale eines Spektrums, die nicht dem zu erwartenden Ergebnis entsprechen, können eventuell Aufschluß über vorhandene interstellare Gase geben. Bei ausreichender Geschwindigkeit der Strahlungsquelle relativ zu unserem Bezugssystem Erde ergeben sich merkliche Verschiebungen des gesamten Spektrums entsprechend der Richtung des Geschwindigkeitsvektors, die auf den Dopplereffekt zurückzuführen sind. Diese Methode findet unter anderem Verwendung bei der Bestimmung von Doppelsternsystemen. Diese kleine Auswahl zeigt die Vielfalt der möglichen Anwendungen der Spektralanalyse und spiegelt zugleich die Faszination, die von einem tiefgründigen Einblick in unser Universum ausgeht, wider.

Diese Technik auch in Neumarkt verfügbar zu machen, ohne dabei große finanzielle Ansprüche zu stellen, aber trotzdem maximale Auflösung und Empfindlichkeit zu erreichen, hat sich unser Wettbewerbsteam, bestehend aus vier Mitgliedern, zum Ziel gesetzt. Aus dieser Intention resultiert der verheißungsvolle Name unseres Spektrographen: Neumarkts erster selbst gebauter Spektrograph ist einsatzbereit. Kurz NESSIE. Dabei hat unser Prototyp II noch keinesfalls alle von uns gesteckten Ziele erreicht, was angesichts des knapp bemessenen Zeitraumes zur Erstellung des Gerätes auch nicht verwunderlich ist. NESSIE wird uns vielmehr noch einige Jahre bis zur Serienreife intensiv beschäftigen.

Theoretische Grundlagen eines Spektrographen

Prinzipieller Aufbau

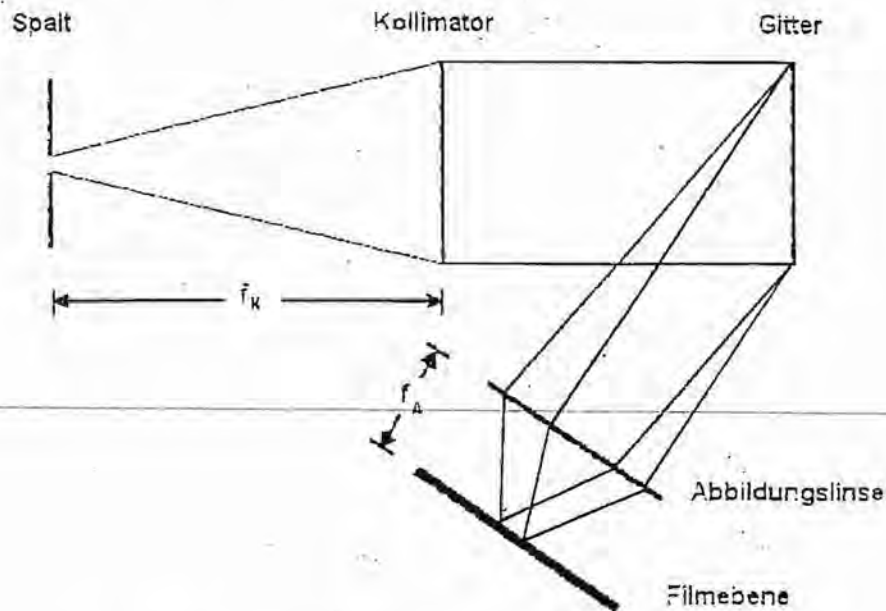


Abbildung 1: Komponenten eines Spektrographen

Die wesentlichen Komponenten eines Spektrographen sind: ein Spalt oder allgemein eine punktförmige Lichtquelle (z. B. ein Lichtleiter), ein Kollimator, ein Gitter oder Prisma, eine Abbildungslinse und ein Film oder eine Kamera um die Strahlung für das menschliche Auge aufzubereiten.

Das optische Gitter

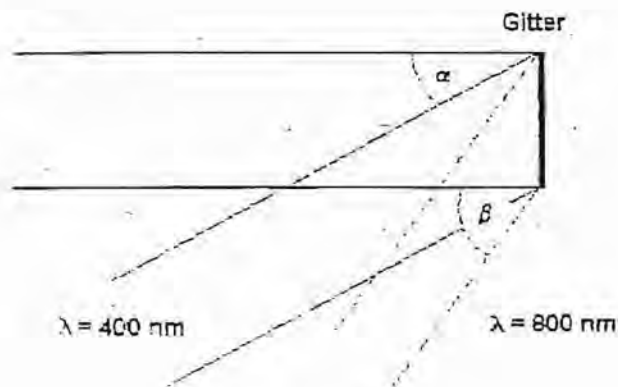


Abbildung 2: Funktionsweise eines Gitters

Das optische Reflexionsgitter weist auf seiner Vorderseite eng nebeneinander stehende Linien auf, aus denen sich die Gitterkonstante g als Quotient von Breite des Gitters und Anzahl der eingravierten Linien insgesamt ergibt. Die Ablenkung gehorcht dabei folgendem Gesetz:

$$k \cdot \lambda = g \cdot \sin \varphi$$

k: betrachtete Ordnung

φ : Ablenkungswinkel zur Gitternormalen

Da bei unserem Gitter eine Beobachtung des Spektrums nur in der ersten Ordnung sinnvoll erscheint, ergibt sich für $k = 1$:

$$\lambda = g \cdot \sin \varphi$$

$$\text{oder} \quad \varphi = \arcsin \frac{\lambda}{g}$$

Anschaulich bedeutet das, daß Strahlung mit kurzer Wellenlänge schwächer abgelenkt wird als langwellige.

Für die in Abbildung 2 eingezeichneten Wellenlängen ergeben sich mit unserem Gitter (Breite: 5cm ; Anzahl der Linien: 60000) folgende Winkel: $\alpha = 28,7^\circ$ und $\beta = 73,7^\circ$.

$$\tan \varepsilon = \frac{s}{f_K}; \quad \text{da } \tan \varepsilon \approx \varepsilon \text{ für kleine } \varepsilon \text{ gilt:}$$

$$\varepsilon = \frac{s}{f_K}$$

Die Lineardispersion:

Aus Punkt 2.2 ist bekannt: $\lambda = g \cdot \sin \varphi$

$$d\lambda = g \cdot \cos \varphi \cdot d\varphi$$

$$d\lambda = g \cdot \sqrt{1 - \frac{\lambda^2}{g^2}} \cdot d\varphi \quad : (I)$$

$$d\lambda = f_A \cdot d\varphi \quad : (II)$$

$$(II) \text{ in } (I): d\lambda = \frac{g}{f_A} \cdot \sqrt{1 - \frac{\lambda^2}{g^2}} d\lambda$$

$$d\lambda = \frac{\sqrt{g^2 - \lambda^2}}{f_A}$$

Zahlenbeispiel (praktische Werte unseres Spektrographen):

$$g = 830 \text{ nm}$$

$$\lambda = 400 \text{ nm}$$

$$f_A = 135 \text{ mm}$$

$$\text{Lineardispersion} = 5,4 \text{ nm/mm}$$

(Dieser Aufsatz wird in SPEKTRUM 12/96 fortgesetzt)

Literaturübersicht der Fachgruppe
(Anforderungen über E. Pollmann)

- | | |
|--|--------------------------|
| 1. Der Spektrograph der Sternwarte Leipzig (empfehlenswert) | W. Schaub 1935 |
| 2. Beiträge zur fotografischen spektroskopischen Photometrie (empfehlenswert) | J. Wempe 1932 |
| 3. Die Intensitätsverteilung in den Spektren der hellen Plejadensterne | H. Straßl 1932 |
| 4. Zur Intensität der C2 u. CN-Banden in den Spektren der R- u. N-Sterne | K. Wurm 1932 |
| 5. Beziehungen zwischen dem Farbindex und dem Spektraltyp | W. Becker 1933 |
| 6. Relative Energieverteilung im kontinuierlichen Spektrum von 36
Fundamental-Sternen | Kienle/Straßl/Wempe 1938 |
| <hr/> | |
| 7. Die Absorption der Balmerlinien in den Sternspektren (empfehlenswert) | S. Günther 1933 |
| 8. Zur Deutung der Spektren der heißen Sterne | B. Edlén 1933 |
| 9. Über die Temperaturskalen der Fixsterne (sehr empfehlenswert) | H. Jensen |
| 10. Die Farbtemperaturen von 88 Sternen | A. Brill 1931 |
| 11. Empirische Beziehung zwischen Farbtemperatur und Strahlungstemperatur | W. Becker |
| 12. Spektralphotometrische Integralhelligkeit von 42 Sternen | K. Pilowski 1949 |
| 13. Über die Erzeugung photometr. Skalen bei Objektivprismenaufnahmen | H. Kienle 1930 |
| 14. Amateurbeobachtungen der Nova Cygni 1978 | D. Böhme |
| 15. Zur Masse-Leuchtkraft-Beziehung und zur Scala der Effektivtemperaturen | K. Pilowski 1950 |
| 16. Zur Analyse der Be-Spektren I | P. Wellmann 1951 |
| 17. Die Grant-Maschine für Spektrenauswertung am Max-Planck-Inst. f. Astr. | J. Solf 1977 |
| 18. Experiment. Untersuchung über die system. Fehler von Äquivalentbreiten | G. Taving 1952 |
| 19. Quantitative Analyse des B2-Übergiganten 55 Cygni | H. Volgt 1952 |
| 20. Über die Temperaturen und Leuchtkräfte der Be-Sterne | K. Pilowski 1951 |
| 21. Sternspektroskope mit Objektivprismen | K. Becker 1987 |
| 22. Selbstbau eines Spektroskops | K. Becker |
| 23. Sternspektroskope mit Selbstbaugeräten | K. Becker 1986 |

24. Astrospektroskopie mit einfachen Mitteln	B. Wagner 1986
25. Bestimmung der Radialgeschwindigkeit aus Objektivprismenspektren	J. P. Kaufmann 1969
26. Sternspektroskopie in der Schule	O. Zimmermann 1989
27. Ein Selbstbauprismenspektrograph zum Gebrauch am C8	Gebhard/Helms 1976
28. Praktische Leuchtkraftklassifikation für Amateurastronomen	Böhme / Pollmann
29. Praktische Spektralklassifikation	Böhme / Greissner
30. β Lyr. Beispiel eines spektroskop. Doppelsternes	C. Albrecht 1973
31. Astrospektrographie mit Spiegelteleskopen I (empfehlenswert)	C. Albrecht 1972
32. Astrospektrographie mit Spiegelteleskopen II (empfehlenswert)	C. Albrecht 1977
33. Spektroskope der Sonne, Planeten und der Sterne	R. Schneider 1975
34. Sternspektrographie mit einfachen Mitteln	W. Alt 1969
35. Spektrographie mit KB-Kameras	P. Ahnert
36. Spektroskopische Himmelsaufnahmen mit einfachen Mitteln (empfehlenswert)	M. Beyer
37. Spektralanalytische Grundlagen (sehr empfehlenswert)	J. Stobbe
38. Qualitative Spektralanalyse (sehr empfehlenswert)	W. Schaub
39. Aufgaben und Probleme der Astrophotometrie	B. Strömgren
40. Die Strahlung der Gestirne	J. Stobbe
41. Photographische Photometrie	H. Klenke
42. Einfluß der Sternrotation auf das Profil stellarer Absorptionslinien	Altewiler/Pollmann Timm-Arnold
43. Das Spektrum des Kometen Halley (gleiche Autoren wie Nr. 42)	
44. Das Sternsystem zeta Aurigae (sehr empfehlenswert)	Hopmann / Schaub
45. Hilfsbuch der astronomischen Photographie	Gramatzki
46. Atlas for Objektiv Prism Spectra (sehr empfehlenswert)	W. Seltner 1970
47. Introduction to Astrophysics: The Stars (besonders empfehlenswert)	J. Dufay 1963
48. Die planetarischen Nebel	K. Wurm 1951

- | | |
|--|------------------------------|
| 49. Spectral Atlas of P Cygni | Astron. u. Astrophys. 1992 |
| 50. Forbidden emission lines in the spectrum of P Cygni | Astron. u. Astrophys. 1991 |
| 51. Spektralphotometrische Untersuchungen an delta Cephei Sternen | W. Becker 1936 |
| 52. Spektralphotometrische Untersuchungen an SU Cas | W. Becker/W. Strohmeler 1937 |
| 53. Spektralphotometrische Untersuchungen SG Sagittae | W. Strohmeler 1937 |
| 54. Spektralphotometrische Untersuchungen an RT Aurigae | W. Becker/W. Strohmeler 1938 |
| 55. Spectral Criteri for the Determination of absolute stellar magnitude | Kohlschütter/Adams 1914 |
-
- | | |
|--|----------------------------|
| 56. Die Wellenlängenabhängigkeit der atmosphärischen Extinktion | J. Wempe 1934 |
| 57. Spektralklassifikation von Sternen aus photometrischen Messungen des Kontinuums | E. Pollmann 1994 |
| 58. Computergesteuerte Auswertung von Sternspektren | M. Köhl 1994 |
| 59. Praktische Spektroskope von Sternen (empfehlenswert) | B. Krauß 1994 |
| 60. Über die Entstehung, den inneren Aufbau und die Entwicklung von Hauptreihensternen | W. Stammberger 1993 |
| 61. The Classification of stars (sehr empfehlenswert) | Jaschek/Jaschek 1987 |
| 62. Experimentalphysik: Optik | Bergmann/Schaefer 1993 |
| 63. Die Intensitätsverteilung im kontinuierlichen Spektrum von Sternen der Spektralklasse B - M (empfehlenswert) | E. Lamia 1956 |
| 64. Some intrinsic properties of carbon stars | H. B. Richer 1979 |
| 65. The M-Type Stars | Johnson/Quercle 1987 |
| 66. Spectroscopic variation of P Cygni during 1990-1992 | Astron. u. Astrophys. 1994 |
| 67. Stars and their spectra (sehr empfehlenswert) | J. B. Kaler 1989 |
| 68. Spektroskopische Beobachtungen der zeta Aur-Bedeckung 1993 | Timm-Arnold/Pollmann 1995 |
| 69. Die Anwendung der CCD-Spektroskope im Bereich der Amateurspektroskope | E. Pollmann 1996 |
| 70. Die Nova Cygni 1975 Beobachtungen, Auswertungen | A. Hänel 1975 |
| 71. The problem of classifying stellar spectra | O. Struve |
| 72. The intensities of stellar absorption lines | O. Struve, C.T. Elvey |

73. Handbuch der Experimentalphysik: ASTROPHYSIK

B. Strömberg, 1937

1. Helligkeitsmessungen
2. Farbindexmessungen
3. Spektralphotometrische Messungen
4. Der Einfluß der Extinktion
5. Eigenschaften und Behandlung der photographischen Platte
6. Photographische Wirkung und wirkende Intensität

74. An Atlas of the infrared spectral region

Y. Andrillat, C. Jaschek, M. Jaschek

Part 1: The early type stars (O - Go)

(Astr. + Astrophys. Supp. Series 9/1995)
