

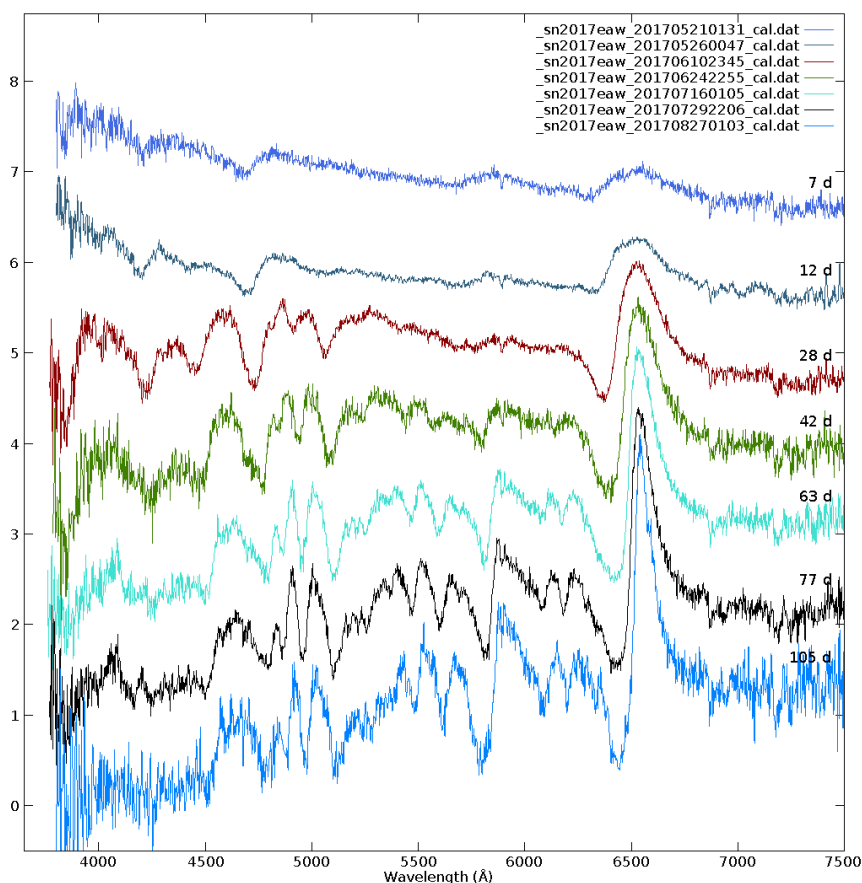
# SPEKTRUM

Mitteilungsblatt der Fachgruppe Spektroskopie  
in der Vereinigung der Sternfreunde e.V.

Journal of the Section Spectroscopy of the Society of German Amateur Astronomers

**NR. 54**

**2 / 2018**



**$\delta$  CEP**

**PLANETARISCHE NEBEL**

**SUPERNOVAE**

ISSN 2363-5894

**Spektrum – Mitteilungsblatt der Fachgruppe Spektroskopie in der Vereinigung der Sternfreunde** wird herausgegeben von der Fachgruppe Spektroskopie in der Vereinigung der Sternfreunde e.V. Es erscheint halbjährlich als PDF-Ausgabe oder auf Wunsch als Druckversion. Das Journal dient dem überregionalem als auch dem internationalen Erfahrungsaustausch auf dem Gebiet der Astrospektroskopie besonders für Amateure. Dazu können Beiträge in Deutsch oder English publiziert werden. Senden Sie Ihre Beiträge, Auswertungen, Erfahrungen und Kritiken an **Spektrum** zur Veröffentlichung ein, damit andere Spektroskopiefreunde an Ihren Erkenntnissen teilhaben und davon lernen können.

**Spektrum – Mitteilungsblatt der Fachgruppe Spektroskopie in der Vereinigung der Sternfreunde** is issued twice a year by Fachgruppe Spektroskopie of Vereinigung der Sternfreunde e.V. (spectroscopy section of the German amateur astronomical society). The journal is published as a PDF or as a printed version on special request. The aim of the journal is to be a national and international communication especially for amateurs, on topics related to astronomical spectroscopy. Contributions are welcome in German or English. Please send your papers, results, experiences and reviews to **Spektrum** for publication. The community can then benefit from your experience.

Registriert bei der Deutschen Nationalbibliothek / Registered at Deutsche Nationalbibliothek: DNB 1013413024  
ISSN 2363-5894

Die Fachgruppe Spektroskopie im Internet: [spektroskopie.fg-vds.de](http://spektroskopie.fg-vds.de)

Die Vereinigung der Sternfreunde e.V. im Internet: [www.vds-astro.de](http://www.vds-astro.de)

#### **Kontaktadresse (Redaktion, Bestellung gedruckter Ausgaben, Einsendung von Manuskripten)**

Dr. Thomas Hunger  
Weinbergstraße 12  
D-01129 Dresden  
[thunger03@web.de](mailto:thunger03@web.de)

#### Hinweise für Autoren:

Nur durch Ihre Artikel wird Spektrum gefüllt. Die Redaktion behält sich vor, in Rücksprache mit den Autoren Beiträge zu kürzen, anzupassen oder zu ändern. Für die Inhalte der Artikel ist aber allein der Autor verantwortlich. Mit der Einreichung eines Beitrages erklärt der/die Autor(en) die Bereitschaft zur Publikation auch im Journal für Astronomie der VdS e.V.

Reichen sie Ihren Beitrag bitte elektronisch unter Berücksichtigung folgender Regeln ein:

Form des Textes: Senden sie vorzugsweise als unformatierten ASCII-Text. Tabellen mit Tabulatoren getrennt. Ein zusätzliches PDF des formatierten Gesamttextes ist anzuraten.

Aufbau der Artikel: Die Artikel benötigen einen Titel, eine vollständige Adressangabe des Autors / der Autoren, eine Kurzzusammenfassung, den klar gegliederten Artikel mit Einleitung und Zusammenfassung sowie eine vollständige Literaturangabe.

Abbildungen: Bitte getrennt vom Text senden. Empfehlenswert sind hochauflösende JPG, PNG und TIFF.

#### Hints for authors:

Your article will be edited to fit the style of Spektrum. The editor is responsible for editing the article in close collaboration with the author. The author is in charge of the content in all cases, however. The author(s) give(s) the permission for a further publication of the contribution in the journal of the VdS e.V. (Journal für Astronomie) right with its transfer to the editor of Spektrum. Please send your contribution via electronic mail considering the following rules:

Text: Prepare it as unformatted text (preferably ASCII). Tables: columns separated by tabs. A PDF printout of the whole document is highly recommended.

Article structure: Each article should include a title, an address line of the author(s), an abstract, a clear text body with introduction and conclusion and complete references.

Figures: Please send them separate from text. High resolution JPG, PNG or TIFF files are recommended.

Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Beiträge in dieser Ausgabe dürfen nicht ohne Genehmigung der Redaktion bzw. des Sprechers der Fachgruppe Spektroskopie in der VdS e.V. nachgedruckt, kopiert oder anderweitig weiterverwendet werden. Autorenbeiträge, die als solche gekennzeichnet sind, stellen nicht in jedem Falle die Meinung des Herausgebers oder der Redaktion dar.

---

Umschlagfoto: Die zeitliche Entwicklung der Supernova 2017eaw dokumentierte Gregor Krannich anhand von Spektren. Näheres dazu findet sich im Heft.

## Inhaltsverzeichnis / Content

<i>Olivier Garde:</i> Planetary Nebulae Confirmation in Spectroscopy	4
<i>Gregor Krannich:</i> Die Supernova 2017eaw	8
<i>Jan Sundermann, Harald Hake und Ralf Crumfinger:</i> Die Skalierung von Spektren	13
<i>Josefine Liebisch:</i> Fotometrische und spektroskopische Langzeitbeobachtung des Pulsationsveränderlichen $\delta$ Cephei	16
<i>U. Thomas Hunger:</i> ASpekt 18 – Jahrestagung in Frankfurt/Main, 5.-7. Juni 2018	20
<i>Ulrich Waldschläger und Thomas Hunger:</i> Rücktritt des Sprechers / Neuwahl (nur Mitglieder/ members only)	26
Termine	27
Mitgliederverzeichnis (nur Mitglieder) / Register of members (members only)	28

## Editorial

Liebe Leser des Spektrums,  
liebe Fachgruppenmitglieder,

eine spannende Lektüre über verschiedene spektroskopische Aktivitäten erwartet Sie im Heft. So berichtet Olivier Garde zur erfolgreichen Klassifizierung von potentiellen Planetarischen Nebeln durch Amateure, Gregor Krannich hat sich der Supernovabeobachtung verschrieben.

In unserem Kreis wird seit langem über gemeinsame Aktivitäten mit den Veränderlichenbeobachtern, d.h. die gegenseitige Ergänzung von Photometrie und Spektroskopie, diskutiert. Die Jugend macht es einfach: Josefine Liebisch berichtet zu ihrem Projekt der kombinierten photo- und spektrometrische Beobachtung von  $\delta$  Cep. Als langjähriger Beobachter der Spektroskopieszene selbst kann ich immer wieder über den beachtlichen Fortschritt staunen!

Im Jahresverlauf gab es aber auch Wermutstropfen: ein besonders bitterer für unsere Gruppe war die Rücktrittsankündigung unseres Sprechers Rainer Borchmann, der über die letzten Jahre die Aktivitäten im Hintergrund und die Jahreskonferenz im Vordergrund mit großem persönlichem Einsatz gemanagt hat. Rainer, ganz, ganz herzlichen Dank dafür!

Mit sternfreundlichen Grüßen,  
Ihr Thomas Hunger

Dear readers of Spektrum,  
Dear members of the section group,

An exciting reading on various spectroscopic activities awaits you in the issue. Olivier Garde reports on the successful classification of potential planetary nebulae by amateurs, Gregor Krannich is dedicated to supernova observation.

In our group there has long been discussion on common activities with the variable star observers, i.e. the complementarity of photometry and spectroscopy. The youngsters simply do it: Josefine Liebisch reports on the combined photo- and spectrometric observation of  $\delta$  Cep. As a long-time observer of the spectroscopy scene itself, I am always amazed about the considerable progress over the years!

During the course of the year, there were also downers: a particularly bitter one was the resignation announcement of our spokesman Rainer Borchmann, who – over the last few years – has managed the activities in the background and the annual conference in the foreground with a large personal mission. Rainer, thank you very much!

Clear skies.  
Yours Thomas Hunger



# Planetary Nebulae Confirmation in Spectroscopy

**Olivier Garde**

Observatoire de la Tourbière, 38690 Châbons, France, E-mail: o.garde@free.fr

## Abstract

Uncategorized objects at the sky are regularly discovered by amateur astronomers from their own images or from professional images. Like the DSH list, thanks to the initiative of Agnès Acker and Pascal Le Dû, a list of planetary nebulae candidates is maintained in France and regularly published in the SAF magazine and then in VizieR. Recently, amateur astronomers specializing in spectroscopy have managed to observe the spectra of some of these candidates to confirm their nature.

## Zusammenfassung

Bisher unkategorisierte Himmelsobjekte werden regelmäßig von Amateurastronomen anhand eigener Aufnahmen oder in professionellen Bildern entdeckt. Eine Liste von Kandidaten möglicher Planetarischer Nebel wird dank der Initiative von Agnès Acker und Pascal Le Dû ähnlich der DSH-Liste in Frankreich geführt und regelmäßig im SAF-Magazin und dann in VizieR veröffentlicht. Kürzlich gelang es Amateurastronomen, die sich auf Spektroskopie spezialisiert hatten, die Spektren einiger dieser Kandidaten zu beobachten, um ihre Natur zu bestätigen.

Received: 2018-05-05, Revised: 2018-09-06, Accepted: 2018-10-15

## 1. Introduction

For several years, amateur astronomers have been discovering probable Planetary Nebula (PN) candidates thanks to their own images or by scrutinizing professional surveys available on the Web. The catalogues of these likely candidates are available on Vizier database of University of Strasbourg, ref. 1.

To confirm the nature of a candidate, it is necessary to acquire its spectrum and highlight its characteristic spectral signature, the lines [OIII] 4959-5007 and H $\alpha$  must be in emission. Other parameters are considered such as the ratio of the two lines [OIII] 4959 and [OIII] 5007. Some other lines can also be in emission (H $\beta$ , [OI], HeI, HeII, [SII], [NII]).

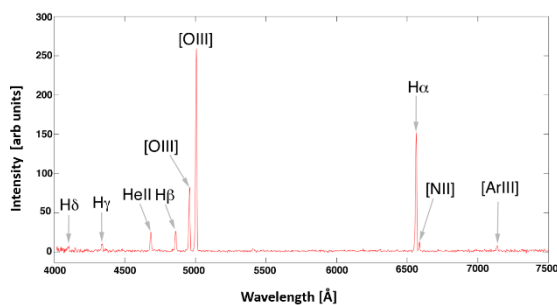


Fig. 1: A typical planetary nebula spectrum obtained with a LISA spectrograph.

The Lisa and Alpy spectrographs of Shelyak [2] are particularly well suited for this work. Depending on the setup used, it will be necessary

to use a rather large slit (35 to 50  $\mu\text{m}$ ) to increase the flux entering the spectrograph, but one can try with the classical 23  $\mu\text{m}$  slit if the focal length of the optics is small. The resolution will be lower but the goal here is to show the spectral signature of this kind of object. A typical spectrum of a PN is shown in fig. 1.

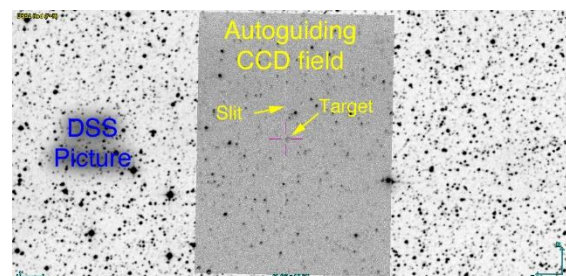


Fig. 2: Example of overlaying the autoguiding sensor field with the DSS image in Aladin.

## 2. Methodology

Once determined a target candidate, one need a field chart made with free software available online such as Aladin database, ref. 3. After entering the coordinates of the target in Aladin one can see the chart of the target whose magnitude is usually very faint (magnitude generally larger than 16 mag). The image of the autoguiding sensor field can be overlaid on the image produced by Aladin, see fig. 2.

It is not uncommon that the target does not stand out on the autoguiding sensor because of

the weak source of light. We will position the slit of the spectrograph depending on the surrounding stars. Save an image of the autoguiding sensor field on your PC to attach it to the future observation report of this target. The autoguiding

will be done on a bright star close to the target while you check that the slit is on the target. Once centered, we start the autoguiding then we go to the acquisitions of the spectra.

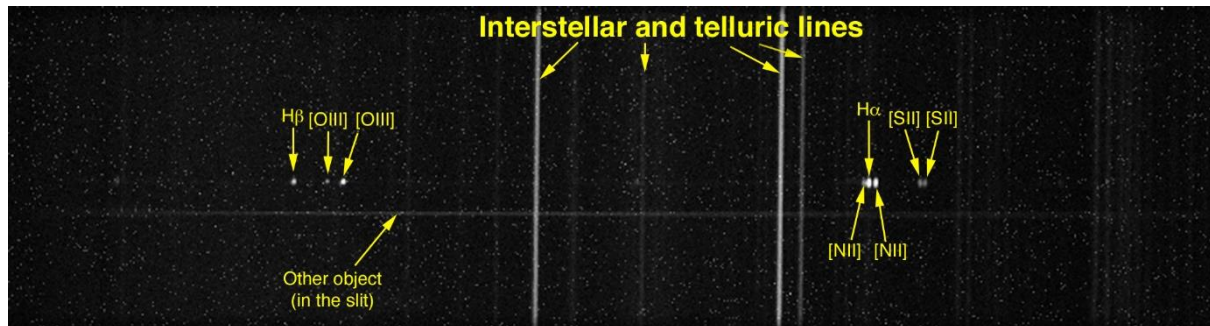


Fig. 3: Example of a raw spectrum as it appears on the PC screen during acquisitions by finely tuning the display thresholds.

- (1) Produce a first image with a unit exposure time of 600 to 1200 s. If there is no apparent signal drop this target. This phase is delicate: an adjustment of the thresholds is sometimes necessary to try to perceive the signal. If nebular lines appear, acquisition can continue. Fig. 3 shows the appearance of a raw single spectrum of a rather punctual PN candidate.
- (2) Take  $n$  object exposures of 900 s. The number  $n$  depends on the appearance of the unit spectrum and can vary from 3 to 12 depending on the targets. The goal is to increase the signal to noise ratio to highlight the main emission lines.
- (3) Take a spectrum of a calibration lamp (Neon) without modifying the position of the spectrograph or the telescope.
- (4) To perfectly calibrate the spectrum, it is necessary to take the spectrum of a reference star (spectral class A or B) close to the target and preferably at the same height in the sky. For that one can use the Excel spreadsheet offered by François Teyssier, see ref. 4. Pointing the reference star take a series of 7 to 9 spectra whose exposure times depends on the magnitude of the star (e.g. between 2 and 5 s).
- (5) Take a spectrum of the calibration lamp (Neon) without modifying the position of the spectrograph and/or the telescope.
- (6) Switch to the next target. Note that each spectrum is made exactly at the same  $x$  and  $y$  coordinates of the slit which allows for better accuracy during processing.
- (7) At the end of the acquisitions a series of 21 to 33 flat images using a tungsten lamp is done.

### 3. Spectrum processing and analysis

The spectral processing will be carried out with ISIS [5] which makes it possible to choose the right treatment zone of the spectrum. The reference star is first processed to calculate the effects of instrumental and atmospheric response at the time of observation. Once the processing is done the resulting spectrum is compared to a generic spectrum of a star of the same type in the ISIS database. The resulting Planck profile is used further on.

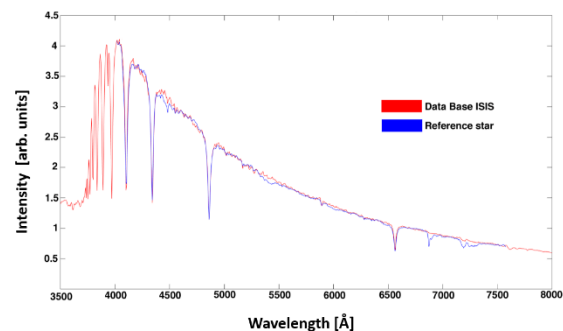


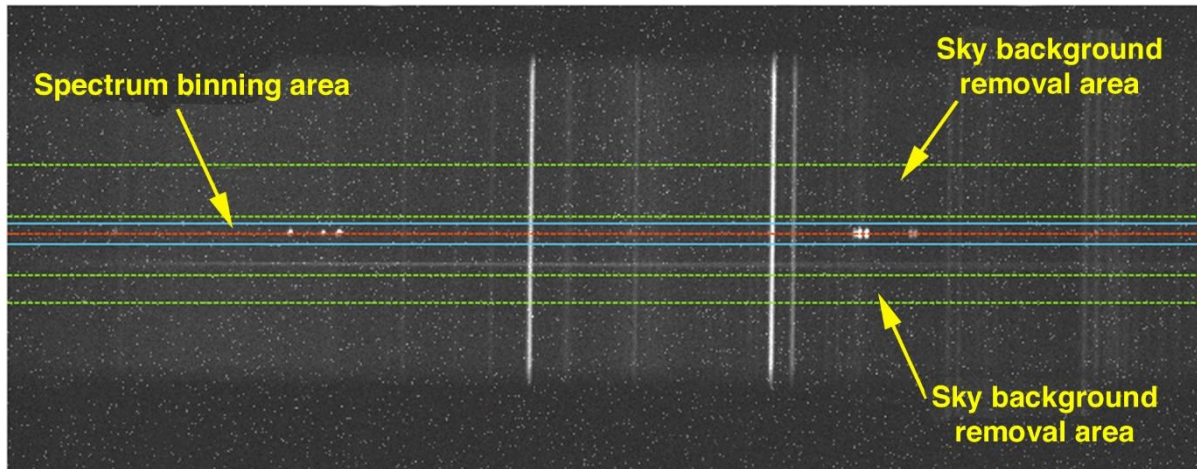
Fig. 4: The example above shows the result with a A2V star (HD162579). The red curve is the reference curve of the ISIS database and the blue curve of the star obtained with the spectrograph. The two curves must be superimposed. (Observers: Olivier Garde, Pascal Le Dû, Thierry Lemoult, Observatoire de St Veran).

Now, the target is processed. The job is selecting the area of interest within the image, from which the final spectrum of the object will be calculated. Two areas containing only the sky background need to be identified to be subtracted from the area of interest containing the object's signal. The goal here is to eliminate all lines of light, interstellar pollution as well as the Earth's atmosphere or even another nebula that could be in the same line of sight as the PN.



Only the signal related to the object must be considered. This work is relatively easy in the case of a star shaped PN. It becomes harder for a diffuse PN because the different zones to be

determined are difficult to be identify. Often, several tests are necessary.

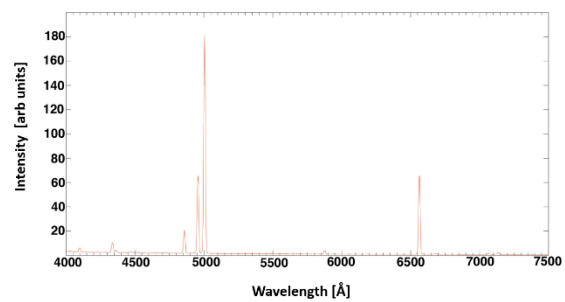


**Fig. 5:** Example spectrum of a PN under investigation together with background signal. The blue zone contains the object spectrum (emission lines! at the red dashed line). The green boxes determine the areas used for background subtraction.

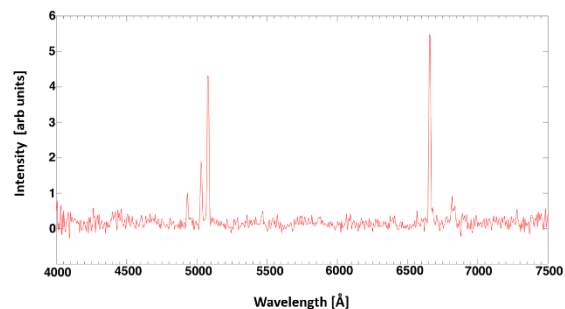
The example in fig. 5 shows the treatment performed on a star shaped PN candidate, so it appears relatively "easy". The zone delimited in blue lines contains the area of the PN spectrum that will be treated further on. The height is adjusted to contain the entire signal of the PN. It is recommended (Do not hesitate!) to push the thresholds of the histogram for visualization. It is in this zone that the spectrum is calculated (by adding the pixels of each column of the zone).

The two green areas are selected at the top and bottom of the spectrum. They do not have star spectra that could disturb the measurement in the area of interest. These sky-background areas are positioned closest to the area of the PN spectrum. Once the treatment is done, we finally obtain a spectrum that can look like this in fig. 6.

We will try to analyze the spectra obtained to determine if it is indeed a Planetary Nebula or another object such as a proto-star, a nova, a galaxy or other object that does not have the spectral signature of a planetary nebula. The example given in fig. 7 is indeed a Seyfert galaxy not yet listed in databases. The spectrum of Pre24 shows nebular lines which are strongly shifted into the red. We can calculate its redshift  $z$  to be in this case  $z = 0.014$  meaning a velocity of more than 4,300 km/s. We can therefore exclude this candidate clearly as not being a PN.



**Fig. 6:** Example of the KN 66 candidate: one can easily recognize the various nebular lines. T1000, C2PU-Lisa-Atik414EX, 3x900 s, O. Garde, P. Le Dû, P. Dubriel, A. Lopez, 2017-09-20, 19h51m.



**Fig. 7:** Pre24 spectrum showing nebular lines with strong red-shift with  $z = 0.014$ . T1000 C2PU, Lisa, Atik414EX, 4x900 s, O. Garde, P. Le Dû, P. Dubreuil, A. Lopez, 2017-09-21, 01h16m.

#### 4. Publication of Results and Summary

The collection of spectral data is done by Pascal Le Dû who gathers the various spectra obtained to send them to Quentin Parker and his team of the University of Hong Kong who maintains the HASH planetary nebulae database, ref. 6. A report template can be downloaded from ref. 7.

The filled file can then be sent to [ledu@shom.fr](mailto:ledu@shom.fr) containing all spectral data files (.fits, .dat, .log and .xml). The astronomical database is updated on a regular basis with the latest confirmations where the objects pass from the stage "Possible Planetary Nebula" (fig. 8) to the stage of "Planetary Nebula" in full share as on the example in fig. 9.

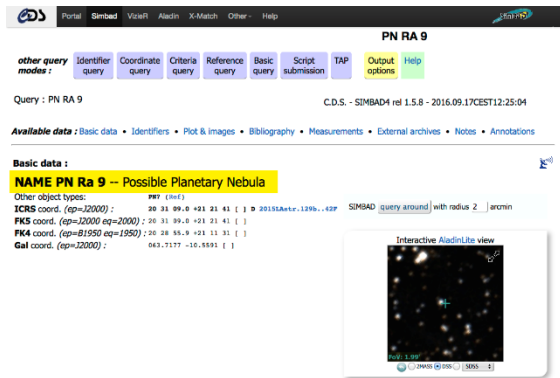


Fig. 8: Example of a target that has not been confirmed yet.

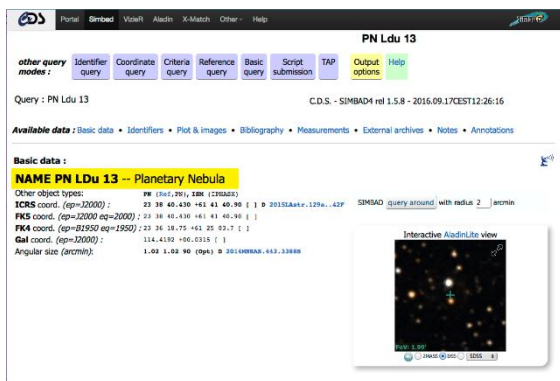


Fig. 9: Example of a Planetary Nebula that has been confirmed by amateur spectroscopy.

At this date, many planetary nebulae have been confirmed in spectroscopy by amateurs. But there is still considerable work to be done on all current and future candidates.

### References

- [1] <http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR?source=J/other/LAstr/114.54>
- [2] <http://www.shelyak.com>
- [3] <http://aladin.u-strasbg.fr>
- [4] <http://www.astronomie-amateur.fr/Documents%20Spectro/ReferenceStarFinder.xlsm>
- [5] <http://www.astrosurf.com/buil/isis-software.html>
- [6] <http://hashpn.space/>
- [7] <http://www.cieloccean.fr/uploads/images/FichiersPDF/ExempleFicheSpectro.doc>

### More references:

- Planetary Nebula Confirmation Mission Report to St Veran Observatory:  
<http://o.garde.free.fr/RapportMissionCALAI-2016BD.pdf>

- Planetary Nebula Confirmation Mission Report to the OCA on the Calern Observatory:  
<http://o.garde.free.fr/RapportMissionCalern2017.pdf>
- Website of Pascal Le Dû: <http://www.cieloccean.fr>
- Discovery of new faint northern galactic PN:  
[http://www.cieloccean.fr/uploads/images/FichiersPDF/RMxAA..48-2\\_aacker.pdf](http://www.cieloccean.fr/uploads/images/FichiersPDF/RMxAA..48-2_aacker.pdf)
- Article in french about Pascal Le Dû observations:  
[http://www.cieloccean.fr/uploads/images/FichiersPDF/ASM87\\_SpectroGa1.pdf](http://www.cieloccean.fr/uploads/images/FichiersPDF/ASM87_SpectroGa1.pdf)
- The APN VII congress poster in Hong Kong:  
[http://www.cieloccean.fr/uploads/images/FichiersPDF/Poster\\_APN%20VII%20v1-1.pdf](http://www.cieloccean.fr/uploads/images/FichiersPDF/Poster_APN%20VII%20v1-1.pdf)
- The issues of the french magazine l'Astronomie relating the confirmations of planetary nebulae: # 91 February 2016, # 102 February 2017 and # 114 March 2018:  
<https://www.saf-lastronomie.com/revue/>
- The French magazine Ciel et Espace # 558 March/April 2018:  
<https://boutique.cielespace.fr/liseuse/pre-view/558/view.html#!/avedocument0/pdf/1/1/1>



**Olivier Garde**, member of ARAS and CALA, has been practicing amateur astronomy since an age of 12. He obtained a University diploma of Astronomy and Astrophysics of Paris XI in 1996 in parallel with his studies in acoustics to become a sound engineer. In 2002 he began to take an interest in spectroscopy and realized his very first spectra. For more than 15 years, he collaborates regularly on Pro / Am programs in spectroscopy, owns an observatory in the south east of France equipped with low- and high-resolution spectrographs (LISA, LHIRES III, eShel, WhoppShel, SBIG SGS) and also participates in missions in various observatories (Observatory of St Véran, OCA Calern, Observatory of Haute Provence). He is an active member of the French Association of Astronomy (AFA). In 2017, he joined the spectrum validator team of the BESS Be Stars spectra database at the Meudon Observatory. In 2018 he became technical consultant of Shelyak instrument company while continuing the management of his audio-visual production company. He also owns an observatory in the South East of France close to the Alps equipped with numerous low- and high-resolution spectrographs (LISA, LHIRES III, eShel, WhoppShel, SBIG SGS).

## Die Supernova 2017eaw

**Gregor Krannich**

Lessingstraße 16, 86916 Kaufering, Germany, E-Mail: gregor.krannich@arcor.de

### Zusammenfassung

Der Artikel beschreibt die spektroskopische Beobachtung der Supernova 2017eaw mit amateurastronomischen Mitteln. Diese SN war die hellste am Nordhimmel des Jahres 2017 in der nahe gelegenen Galaxie NGC 6946. Anhand der Spektren wurde zunächst der Typ bestimmt und die Radialgeschwindigkeit gemessen. Mithilfe der Fachliteratur war es möglich, anhand von Vergleichen die beteiligten chemischen Elemente zu ermitteln. Über einen längeren Zeitraum hinweg wurden sogar die Veränderungen in den spektralen Features beobachtet, die einen Einblick in die physikalischen Vorgänge einer solchen Sternexplosion erlauben. Insgesamt war das ein sehr faszinierendes Projekt.

### Abstract

This article describes a spectroscopic observation of the supernova 2017eaw with amateur astronomical equipment. This SN was the brightest in the northern sky of the year 2017, located in the nearby galaxy NGC 6946. Based on the spectrum, the type of supernova and the radial velocities could be defined and measured. With the help of specialized literature, it was possible to find the chemical elements by comparison. Over a long period of time there were visible changes in the spectral features, which gave an insight in the physical process of such an explosion. In conclusion this was a very fascinating project.

*Received: 2018-10-07, Revised: 2018-10-17, Accepted: 2018-10-18*

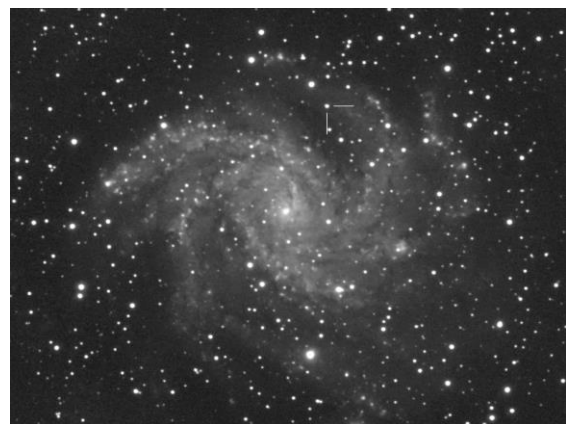
### 1. Einleitung

Die Supernova 2017eaw wurde am 14.05.2017 von Patrick Wiggins in der Feuerwerks-Galaxie NGC 6946 entdeckt [1]. Noch am selben Tag bestimmten Astronomen am LOT (Lulin one meter telescope) in Taiwan den Typ dieser Supernova anhand eines Spektrums als Typ II [2]. Kurz darauf präzisierten chinesische Astronomen an der Xinglong Station des NAOC den Typ als IIP [3]. Ihre größte visuelle Helligkeit erreichte die Supernova um den 20.05.2017 mit 12,8 mag. Sie war über lange Zeit im Teleskop auch visuell als Lichtpünktchen zu sehen.



### 2. Beobachtungen und Aufnahmen

Über 15 Wochen hinweg war es mir möglich, insgesamt acht Spektren aufzunehmen. Erstmals gelang dies in den Morgenstunden des 21.05.2017 und zuletzt am 27.08.2017. Bilder der Galaxie mit Supernova konnte ich am 25.05. und am 13.10.2017 aufnehmen (siehe Abb. 1). Beide Aufnahmen sind auf der Webseite „Latest Supernovae“ von David Bishop verlinkt [1].



**Abb. 1:** NGC 6946 mit Supernova 2017eaw; oben: Aufnahme am 25.05.2017, Helligkeit der SN: 12,9 mag; unten: Aufnahme am 13.10.2017, Helligkeit der SN: 15,4 mag.



Zur Beobachtung verwendete ich ein 14 Zoll Meade-ACF-Teleskop auf einer Taurus GM-60 Montierung. Das Instrument steht fest aufgestellt in meiner Dachsternwarte in Kaufering [4]. Zur Bildaufnahme kam meine Moravian G2-8300FW CCD-Kamera zum Einsatz entweder mit Luminanz-Filter oder RGB-Farbfiltren. Bei den Aufnahmen war die Supernova so hell, dass eine Belichtungszeit von 30 s pro Einzelbild ausreichte, ohne die Pixel des CCD-Chips zu sättigen. Dadurch konnte die Helligkeit genau gemessen werden. Die Aufnahme der Spektren erfolgten am gleichen Teleskop unter Verwendung des Alpy600-Spektrografen mit Nachführeinheit. Die Brennweite des Teleskops wird dabei mit Hilfe eines Reducers (Astro Physics CCDT67) um den Faktor 0,64 verkürzt. Aufnahmekamera für die Spektren ist eine Atik 428EX, als Nachführkamera zum Autoguiding verwende ich die ASI 120MM. Als Aufnahme-Software für Bilder und Spektren nehme ich Astroware, zum Guiden kommt PHD zum Einsatz. Bei der Astrofotografie gilt eine Helligkeit von etwa 13 mag als hell, bei der Spektroskopie hingegen als sehr schwach, da das Licht als Spektralstreifen über viele Pixel der Aufnahmekamera verteilt wird. Die Spektroskopie schwacher Objekte erfordert lange Belichtungszeiten. Pro einzeltem Rohspektrum belichtete ich in allen Fällen 300 Sekunden, wobei anfangs, bei heller Supernova, etwas mehr als eine Stunde und später fast zwei Stunden nötig waren, um auswertbare Spektren zu erhalten. In manchen Nächten wurde die mögliche Belichtungszeit von der Morgendämmerung begrenzt.

Zusätzlich zu den Nutzdaten werden zur Kalibrierung die Spektren weiterer Lichtquellen benötigt. Dazu zählen Spektren von Gasentladungslampen (Energiesparlampe mit Quecksilber, Flackerkerzenlampen mit Neonfüllung), das kontinuierliche Spektrum einer Halogen-Glühlampe und das Spektrum eines nahegelegenen Referenzsterns. Als Referenzstern nahm ich den Stern 33 Cygni (SAO 32378) auf. Der Stern hat eine Helligkeit von 4,3 mag, den Spektraltyp A3 IV-Vn und befindet sich 4,5° von der Galaxie NGC 6946 entfernt.

Datum Zeit (MESZ)	Aufnahme	Bedingungen
21.05.2017 02:57 – 04:04	Spektrum	klar, Durchzug einiger Schleierwolken
25./26.05.2017 23:53 – 01:27	Bilder (L und RGB)	klar, sehr gute Transparenz
26.05.2017 02:11 – 03:28	Spektrum	klar, sehr gute Transparenz
11.06.2017 00:53 – 02:37	Spektrum	klar, fast Vollmond

25.06.2017 00:11 – 02:03	Spektrum	klar, durchschnittliche Bedingungen
09.07.2017 00:38 – 01:07	Spektrum	Wolkendurchzug, ab 01:07 Uhr dichte Bewölkung, Abbruch
16.07.2017 02:17 – 03:53	Spektrum	ab Mitternacht klar, gute Bedingungen
29./30.07.2017 23:03 – 01:08	Spektrum	klar, durchschnittliche Bedingungen
28.08.2017 01:51 – 04:16	Spektrum	ab 01:00 Uhr klar, dann gutes Seeing, aber hohe Luftfeuchtigkeit
13.10.2017 20:06 – 20:52	Bild (L)	klar, gute Bedingungen

Tab. 1: Übersicht zu Aufnahmen der Supernova 2017eaw.

Nicht immer läuft bei den Aufnahmen alles glatt. Zum Beispiel am 17.05.2017 hatte ich versehentlich anstelle der Supernova den etwa gleich hellen nahegelegenen Stern (2MASS J20344694+6012066) auf dem Spalt des Spektrografen positioniert. Bei so schwachen Objekten merkt man erst bei der Auswertung, dass es das falsche Spektrum ist. Am 05.06.2017 musste ich nach nur drei aufgenommenen Rohspektren abbrechen, da Wolken gekommen waren. Die Daten waren nicht auswertbar. Am 27.07.2017 konnte ich noch Spektren vom Referenzstern (33 Cygni) aufnehmen, danach war die Supernova an der Reihe. Leider verhinderten Wolken weitere Aufnahmen.

Wie sich im Nachhinein herausstellte, ist es nützlich, ein Spektrum des „falschen Sterns“ (2MASS J20344694+6012066) zu haben. Laut Simbad-Datenbank ist kein Spektraltyp bekannt. Mit den aufgenommenen Daten konnte ich den Stern selbst klassifizieren. Ergebnis: Spektraltyp: F5 V.

### 3. Auswertung der Spektren

Die Auswertung der Spektren erfolgte mit der Software ISIS (Integrated Spectrographic Innovative Software), siehe [5]. Zunächst werden die Rohspektren mit Dark- und Flatframes kalibriert, wobei als Flatframes die Spektren der Lichtquelle mit kontinuierlichem Spektrum (Glühlampe) benutzt werden. Dann werden einzelne Quecksilber-Emissionslinien im blauen Spektralbereich des Energiesparlampen-Spektrums und einige Neon-Emissionslinien des Flackerlampen-Spektrums im roten Spektralbereich vermessen. Mit diesen Linien wird ein Polynom dritter oder vierter Ordnung berechnet, mit dem die nachfolgenden Spektren wellenlängenkalibriert werden. Zuletzt kommt noch die

Kalibrierung der Instrumentenfunktion<sup>1</sup>. Dazu wird die Division aus Referenzstern-Spektrum und dem Spektrum eines Sterns mit gleichem Spektraltyp aus einer Datenbank berechnet. Die Quotientenkurve wird noch geglättet und entspricht dann der Instrumentenfunktion. Am Schluss entsteht das kalibrierte Spektrum, es wird noch in sinnvollen Grenzen beschnitten und als Fits-File gespeichert. Nun kann es z.B. mit Gnuplot als Diagramm dargestellt werden.

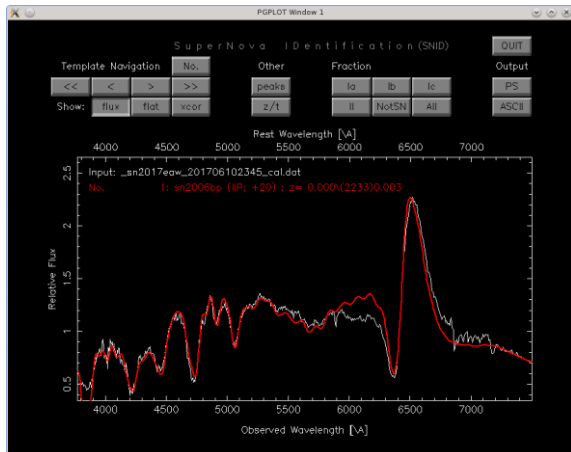


Abb. 2: Beste Übereinstimmung meines Spektrums vom 10.06.2017 mit dem der SN 2006bp in SNID.

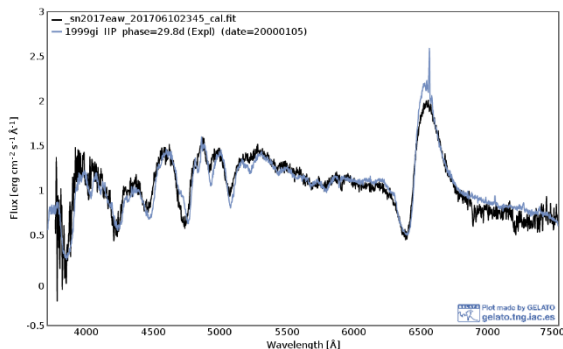


Abb. 3: Beste Übereinstimmung meines Spektrums vom 10.06.2017 mit dem der SN 1999gi in GELATO.

Diese Prozedur habe ich nach allen Spektren-Aufnahmen durchgeführt. Welche physikalischen Aussagen lassen sich nun aus den Spektren ableiten? Mit dieser Frage beschäftigen sich die nächsten Abschnitte.

#### 4. Bestimmung von Typ und Alter der Supernova

Bei allen aufgenommenen Spektren der Supernova 2017eaw lieferten SNID (Supernova Iden-

tification) [6] und GELATO [7] eindeutige Ergebnisse zugunsten des Typs IIP. Als Beispiel zeige ich die Übereinstimmung meines Spektrums vom 10.06.2017 in beiden Tools mit Spektren früherer Supernovae vom gleichen Typ, siehe Abbildungen 2 und 3. Beide Tools geben das Alter der Supernova mit aus, wobei SNID das Alter in Tagen seit der größten Helligkeit angibt und GELATO die Tage seit Ausbruch der Supernova zählt.

Ergebnis SNID: 20 d seit Maximum  
 Ergebnis GELATO: 30 d seit Explosion

Laut Lichtkurve, siehe [8] liegt das Maximum der Helligkeit um den 20.05.2017. Die Mitte meiner Spektren-Aufnahmesession liegt kurz vor Mitternacht (UT) des 11.06.2017. D.h. beide Altersangaben sind einigermaßen zutreffend, es sind tatsächlich 22 d seit dem Maximum und 28 d seit dem Ausbruch vergangen, wenn der 13.05.2017 als Explosionsdatum angenommen wird.

Aber auch ohne die Profi-Tools (SNID und GELATO) ist sofort aus dem Spektrum ersichtlich, dass es sich um eine Typ-II-Supernova handelt, weil eine kräftige H-Alpha-Linie zu sehen ist. Das Vorkommen von Wasserstoff im Spektrum ist kennzeichnend für den Typ II.

#### 5. Bestimmung weiterer Eigenschaften aus den Spektren

Das erste, von mir aufgenommene Spektrum vom 21.05.2017 zeigt sehr breite Emissionslinien der Balmer Serie des Wasserstoffs mit blauverschobenen Absorptionen (P-Cygni-Profile). Auch eine He I Emission mit P-Cygni-Profil bei 5876 Å sowie eine Si II Absorption bei 6355 Å sind zu sehen. Die schmale Na I D Absorptionslinie stammt nicht von der Supernova, sondern von interstellarer Materie. All das sind Kennzeichen einer jungen IIP Supernova, siehe Abbildung 4.

Darüber hinaus ist ein Anstieg der spektralen Kurve zum Blauen hin zu erkennen. Ich hatte versucht, dies anhand einer B-V-kalibrierten RGB-Aufnahme vom 25./26.05.2017 zu vermessen. Die Supernova erscheint im gleichen Farbton wie der „falsche Stern“ (2MASS J20344694+6012066). Ein zum Spektraltyp F5 V passender Farbindex  $B-V = 0,45$  [11] passt mit  $JD = 2457900$  exakt zur Kurve des B-V-Diagramms unter [8].

mera, als auch die Eigenschaften der Erdatmosphäre. Der Einfachheit halber wird hier der Begriff „Instrumentenfunktion“ weiterverwendet.

<sup>1</sup> Die Instrumentenfunktion beinhaltet mehr als der Name aussagt, nämlich sowohl die Eigenschaften aller optischen Komponenten und der Aufnahmekamera,

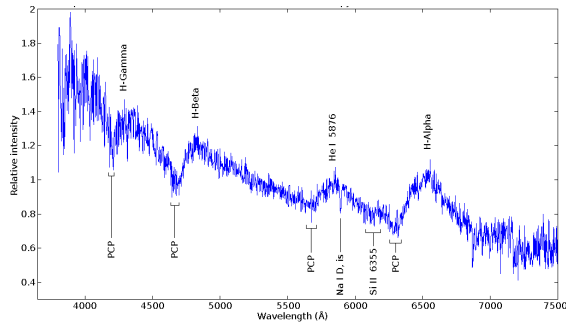


Abb. 4: Beschriftetes Spektrum vom 21.05.2017.

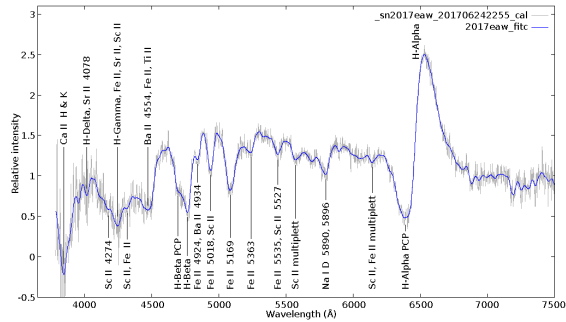


Abb. 5: Beschriftetes Spektrum vom 24.06.2017.

In einem späteren Spektrum, hier als Beispiel vom 24.06.2017 (siehe Abbildung 5) tauchen viel mehr Absorptionslinien auf, darunter sind Linien vieler Metalle, wie Fe, Ba, Ca, Ti, Sr and Sc. Die Beschriftung der Linien habe ich aus der Arbeit von Bose et al. [9] entnommen. Die Forscher haben die IIP-Supernova 2013ab untersucht und mit Hilfe des SYNOW-Modells deren Spektrum simuliert. Damit sind genaue Aussagen zu den verursachenden Elementen möglich. Eine Einschränkung gibt es: Die Sc-Linien sind im Spektrum von SN 2013ab erst ab einem Alter von 77 d aufgetreten. Die Supernova 2017eaw ist in meinem Spektrum erst 42 d alt. Beim Vergleich mit meinem Spektrum vom 29.07.2017 (77 d nach Explosion) stelle ich fest, dass alle Absorptionen, an denen Sc II beteiligt ist, stärker geworden sind. Daraus schließe ich, dass die Beschriftung in Abbildung 5 richtig ist.

Spektrum	$\lambda(\text{H}\alpha\text{-PCP})$ in Å	$\lambda - \lambda_0$ in Å	$R_v$ in km/s
21.05.2017	6290,4	273,4	12498
26.05.2017	6316,2	247,5	11307
10.06.2017	6386,5	177,2	8097
24.06.2017	6391,5	172,3	7870
08.07.2017	6414,7	149,1	6809
16.07.2017	6423,6	140,1	6402
29.07.2017	6427,0	136,8	6248
27.08.2017	6435,8	128,0	5846

Tab. 2: Radialgeschwindigkeiten der ausgestoßenen Materie (Wasserstoff).

Deutlich ist zu sehen, dass das Spektrum zum blauen Bereich hin eher abfällt, d.h. die Supernova hat über mehr als einen Monat hinweg eine Rötung erfahren. Sehr eindrucksvoll ist das im Farbbild von Th. Nawratil vom 19.07.2017 zu sehen, siehe [10]. Dort erscheint die Supernova im Vergleich zum benachbarten Stern (2MASS J20344694+6012066) in orange. Das passt genau zum beobachteten Anstieg des Farbindex, siehe B-V-Diagramm unter [8].

## 6. Bestimmung der Radialgeschwindigkeiten

Die kräftige  $\text{H}\alpha$ -Linie des Wasserstoffes entsteht in den äußersten Regionen des explodierenden Sterns. D.h. wir sehen sowohl Anteile der Explosionswolke, die aufgrund der hohen Expansionsgeschwindigkeit auf uns zukommen (blauverschobene Absorption) als auch Anteile, die sich senkrecht zur Sichtlinie bewegen und daher keine Dopplerverschiebung infolge der Supernova-Explosion zeigen (Emission).

Aus der genauen Lage des P-Cygni-Profiles der  $\text{H}\alpha$ -Linie lässt sich die Expansionsgeschwindigkeit der Materie bestimmen. Das habe ich bei allen aufgenommenen Spektren gemacht. Die Rotverschiebung der Muttergalaxie wurde berücksichtigt ( $z = 0,00015$ ,  $R_v = 45$  km/s).

Die berechneten Radialgeschwindigkeiten wurden in einem Diagramm zusammen mit einer Fitkurve (Exponentialfunktion) dargestellt (siehe Abbildung 6). Das verdeutlicht die Verlangsamung der Explosion im Laufe der Zeit.

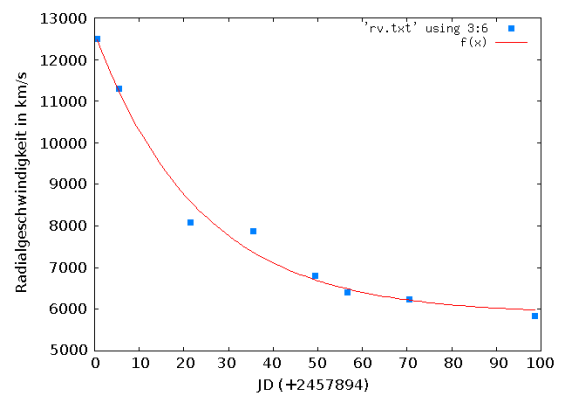


Abb. 6: Radialgeschwindigkeit der ausgestoßenen Materie.

Wenn neben der  $\text{H}\alpha$ -Linie auch andere Spektrallinien vermessen werden, so fällt auf, dass es unterschiedlich starke Verschiebungen gibt. Nach Bose et al. [9] stammen die Linien aus unterschiedlichen Schichten, die mit verschiedenen Geschwindigkeiten expandieren. Das P-

Cygni-Profil der  $H\alpha$ -Linie ist am stärksten blauverschoben. D.h., die Wasserstoffhülle ist die äußerste und damit die schnellste expandierende Schicht. Es wird angenommen, dass die Fe II Linien aus der (ehemaligen) Photosphäre stammen, wohingegen die Sc II-Linien aus Schichten mit noch kleinerem Radius kommen (daher auch die Einschränkung, dass diese Linien erst ab einem bestimmten Alter der Supernova sichtbar werden).

## 7. Evolution der Supernova 2017eaw

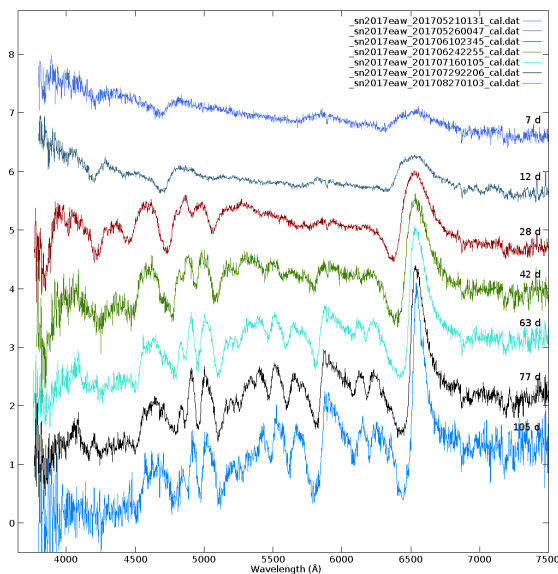


Abb. 7: Spektrale Evolution der Supernova 2017eaw.

Wenn alle Spektren in ein Diagramm unter gleicher Skalierung eingetragen werden, lassen sie sich gut miteinander vergleichen (siehe Abb. 7). Sowohl die Rötung als auch die Ausprägung der spektralen Features lässt sich sehr gut überblicken. Interessant ist auch, dass diese Supernova über einen so langen Zeitraum hell genug war, um sie mit amateurastronomischen Mitteln spektroskopieren zu können. Das ist gerade die Eigenschaft einer IIP-Supernova (das P steht für Plateau), dass sie während ihrer Plateau-Phase, die etwa 100 Tage dauert, in ihrer Helligkeit konstant bleibt bzw. nur geringfügig abfällt. Das zeigen Lichtkurven, wie auch diejenige von SN 2017eaw, siehe [8].

## 8. Fazit

Mit den vorliegenden Spektren und Auswertungen habe ich gezeigt, dass auch mit amateurastronomischen Mitteln interessante Erkenntnisse über eine IIP-Supernova gewonnen werden können. Dabei halfen auch einige glückliche Umstände, z.B. das Aufleuchten der Supernova in den Sommermonaten mit häufig klarem

Wetter, das entsprechende Beobachtungen gestattete. Auch die große Höhe über dem Horizont begünstigte die spektroskopischen Aufnahmen. Es ist faszinierend, Beobachter zu sein und ein solches Ereignis, bei dem unvorstellbare Energiemengen freigesetzt werden, in gewisser Weise selbst enträtseln zu können.

## Literatur

- [1] <http://www.rochesterastronomy.org/sn2017/sn2017eaw.html>
- [2] <http://www.astronomerstelegam.org/?read=10374>
- [3] <http://www.astronomerstelegam.org/?read=10376>
- [4] <http://www.krannich-online.de/astronomie/gsgs.html>
- [5] [http://www.astrosurf.com/buil/isis/isis\\_en.htm](http://www.astrosurf.com/buil/isis/isis_en.htm)
- [6] SNID: Blondin & Tonry 2007, ApJ, 666, 1024, <https://people.lam.fr/blondin.stephane/software/snid/index.html>
- [7] GELATO: Harutyunyan et al., 2008, A&A, 488, 383, <https://gelato.tng.iac.es/>
- [8] <https://sites.google.com/view/sn2017eaw/sn2017-eaw>
- [9] Bose et al., SN 2013ab: a normal Type IIP supernova in NGC 5669, MNRAS 2015, 450 (3), 2373-2392, <https://arxiv.org/abs/1504.00838>
- [10] <https://www.astrobin.com/307203/C/>
- [11] Fitzgerald, M. P., The Intrinsic Colours of Stars and Two-Colour Reddening Lines, Astronomy and Astrophysics, Vol. 4, p. 234 (1970), <http://adsbit.harvard.edu/full/1970A%26A.....4..234F/0000236.000.html>



Mit einem kleinen Teleskop aus Plastikteilen eines Astronomiebaukastens konnte **Gregor Krannich** die Mondkrater sehen. Dieses Erlebnis markiert den Beginn seines astronomischen Interesses. Später wurde ein erstklassiger Zeiss-Refraktor erworben und eine erste Kuppelsternwarte im Erzgebirge errichtet. Durch berufliche Veränderung und Umzug nach München trat die Astronomie für einige Jahre in den Hintergrund. Das änderte sich 2002 mit dem Erwerb eines 10" LX200GPS Teleskops. Zur Zeit der Marsoppositionen 2003 und 2005 experimentierte er mit umgebauten Webcams, was den Einstieg in die digitale Astrofotografie markiert. Ein Meilenstein stellt die Errichtung seiner Dachsternwarte dar. Seit 2011 steht darin ein Meade 14" ACF-Teleskop auf einer Taurus GM-60 Montierung. Dieses Instrument erlaubt das Arbeiten auf wissenschaftlichem Niveau. Seit 2013 gilt Gregors besonderes Interesse den Supernovae. Er beteiligt sich am ASAS-SN Projekt bei der Nachbeobachtung von SN-Kandidaten. Das aktuellste Kapitel ist die Spektroskopie, in das er 2015 mit Erwerb eines Alpy600 Spektrografen mit Nachführeinheit eingestiegen ist.



## Die Skalierung von Spektren

Jan Sundermann\*, Harald Hake und Ralf Crumfnger

AG Spektroskopie, Sternwarte Neanderhöhe Hochdahl e.V., Sedentaler Str.105, 40699 Erkrath, Germany, www.snh.nrw, \*Email of corresponding author: sundermann@snh.nrw

### Zusammenfassung

Am Beispiel einer Aufnahme von M42 wird gezeigt, dass die Darstellung eines Spektrums als Intensität über der Wellenzahl anstatt über der traditionell verwendeten Wellenlänge im blauen Bereich zu einer höher aufgelösten Darstellung führt. Deshalb kann die vergleichende Betrachtung von Linienprofilen auf der Wellenzahlskala die herkömmliche Bewertung auf der Wellenlängenskala ergänzen.

### Abstract

Using the example M42 it is shown that the representation of a spectrum as a plot of the intensity over the wavenumber instead of the traditionally used wavelength leads to a visually higher resolution in the blue region. Hence, the comparison of line profiles plotted over the wavenumber scale can complement the conventional displaying over the wavelength scale.

Received: 2018-05-13, Revised: 2018-09-07, Accepted: 2018-10-29

### 1. Einführung

Das für uns sichtbare Licht ist nur ein kleiner Bereich der elektromagnetischen Strahlung. Diese Strahlung wird als eine sich ausbreitende Welle beschrieben, welche durch die Wellenlänge  $\lambda$  (in m), die Frequenz  $f$  (in Schwingungen/s) bzw. der Periodendauer  $T$  (Zeit/Schwingung) mit  $f = 1/T$  und der Amplitude des elektrischen (bzw. des magnetischen) Feldes charakterisiert ist.

Die Lichtgeschwindigkeit ( $c = 300.000 \text{ km/s}$ ) ist für alle Frequenzbereichen der elektromagnetischen Strahlung konstant (strenggenommen nur im Vakuum) und es gilt

$$c = \lambda \cdot f. \quad (1)$$

Für das sichtbare Licht im Wellenlängenbereich um 500 nm bedeutet das eine Frequenz von 600 THz oder einer Periodendauer von rund  $2 \cdot 10^{-15} \text{ s}$ . Es gibt keine Detektoren, die so schnelle Änderungen des elektrischen oder magnetischen Feldes aufzeichnen können. Die Detektoren registrieren lediglich eine Intensität, die letztlich einem gemittelten Betrag der Feldamplitude entspricht.

Anders bei den technisch erzeugten Wellen in der Nachrichtentechnik. Die Radiowellen stellen im Idealfall eine reine sinusförmige Schwingung dar. Zudem können die Empfänger die Amplitude der Radiostrahlung zeitaufgelöst messen. Damit sind Frequenz oder wahlweise Wellenlänge ebenso zugänglich. Im Bereich jenseits von UV schließt sich die Röntgenstrahlung an. Da beginnen die Besonderheiten, denn

traditionell benutzt die Röntgentechnik nicht mehr Frequenz oder Wellenlänge als Definition für die Strahlung, sondern eine Energiegröße [1]. Diese ist in Elektronenvolt (eV) angegeben, welches nach der Duane-Hunt Gleichung direkt mit der Strahlungserzeugung in der Hochspannungsröhre verbunden ist: die Elektronen (Ladung  $e$ ) werden in einem elektrischen Feld, welches in einem Kondensator mit angelegter Spannung entsteht, beschleunigt. Die Wellenlänge ist die kurzwellige Grenze eines so erzeugten Kontinuums.

$$\lambda = 1,2398 / E \text{ mit } \lambda \text{ (in nm) und } E \text{ (in keV)} \quad (2)$$

Andere Quellen geben leicht abweichende Faktoren an. Der Zusammenhang ergibt sich aus der bekannten Formel

$$E = h \cdot f = h \cdot c / \lambda \quad (3)$$

mit dem Planck'schen Wirkungsquantums  $h$ .

Mit der Wellenzahl  $\tilde{\nu} = 1/\lambda$  wird hier eine neue Schwingungsgröße eingeführt. Sie beschreibt die Anzahl von Wellenzügen je m des Strahlungsweges. Es ergibt sich für die Energie der Strahlung:

$$E = h \cdot \tilde{\nu} \cdot c, \quad \tilde{\nu} \cdot c = f \quad (4)$$

Die Wellenzahl ist also proportional zur Frequenz und damit der Energie – im Gegensatz zur Wellenlänge. Das illustriert z.B. die Berechnung der Balmerreihe des Wasserstoffes, siehe Tab. 1. Natürlich lässt sich die obige Gleichung

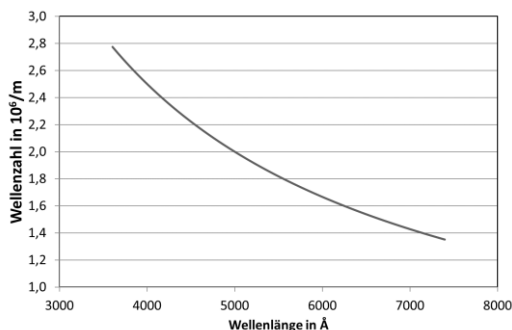
auch mit der Wellenlänge ausdrücken. Daraus ergibt sich, dass sich Wellenlänge und Wellenzahl umgekehrt proportional zueinander verhalten.

$$\lambda = 10^9 / \tilde{\nu} \quad (\text{mit } \lambda \text{ in nm, } \tilde{\nu} \text{ in } 1/\text{m}) \quad (5)$$

Die Ref. 3 gibt hier  $10^8$  an mit Bezug auf das physikalischen cgs-System und das Angström. Verschiedene Disziplinen der Naturwissenschaften bevorzugen verschiedene Ausdrucksweisen, die Chemie stellt Spektren vielfach über der Wellenzahl  $1/\text{cm}$  dar, was der Spektroskopie im IR angepasst ist [4].

	Wellenlänge (nm)	Wellenzahl $10^6(1/\text{m})$	$n$	$E_n - E_2$ (eV)
H $\alpha$	656,0	1,5244	3	1,9
H $\beta$	481,0	2,0790	4	2,6
H $\gamma$	434,0	2,3039	5	2,9
H $\delta$	410,2	2,4380	6	3,0
H $\epsilon$	397,0	2,5188	7	3,1
H $\zeta$	388,8	2,5720	8	3,2
H $\eta$	383,5	2,6073	9	3,4

**Tab. 1:** Wellenlänge und Wellenzahl der Balmerlinien. Zusätzlich sind die Ausgangsniveaus  $n$  und die zugehörigen Energiedifferenzen  $E_n - E_2$  angeben, die zu den Linien gehören



**Abb. 1:** Wellenzahl in Abhängigkeit der Wellenlänge für den für den Amateur zugänglichen Bereich NUV, VIS und NIR.

Im optischen Bereich gibt es fundamentale Unterschiede zu technisch erzeugten Radiowellen. Lichtwellen sind keine sauberen Sinuswellen, sondern sie enthalten chaotische Phasenverschiebungen „da die emittierenden Atome nichts voneinander wissen“, sondern auf gleicher Wellenlänge eine unendliche Anzahl von ihnen ihre Energie zeitverschoben abgibt [2]. Die einzelnen Atome in einer Glüh- oder Gasentladungslampe „wissen nichts voneinander“. Sie sind daher voneinander unabhängige Emittoren, die Lichtemission erfolgt somit nicht in Phase. Dies bedeutet für die Gesamtwelle, dass sich chaotische Fluktuationen der Phase zeigen. Beim Laser hingegen handelt es sich um stimulierte Emission. Die Atome emittieren

zur gleichen Zeit (eigentlich an der voranschreitenden Wellenfront der stimulierenden Lichtwelle). Die Gesamtwelle ist in Phase: kohärentes Licht.

Die Wellenzahl ist also nichts anderes als eine andere Ausdrucksweise für eine Frequenz. Aber sie ist unabhängig von der Ausbreitungsgeschwindigkeit. Diese umgekehrt proportionale Verhalten ist eine Hyperbelfunktion (Abb.1).

In Ref. 5 wird darauf hingewiesen, dass die „natürliche“ Breite einer optischen Absorptionslinie „in Ruhe“ etwa 100 MHz beträgt. Diese natürliche Linienbreite ergibt sich aus der Lebensdauer der angeregten Zustände in den Atomen, welche ungefähr  $t = 10^{-8}$  s beträgt. Alles was darüber hinausgeht sind Verbreiterungen der Linie auf Grund von Stößen (Temperatur, Dichte) oder anderer Effekte (z.B. äußere Magnetfelder). Der funktionale Zusammenhang ergibt sich zu

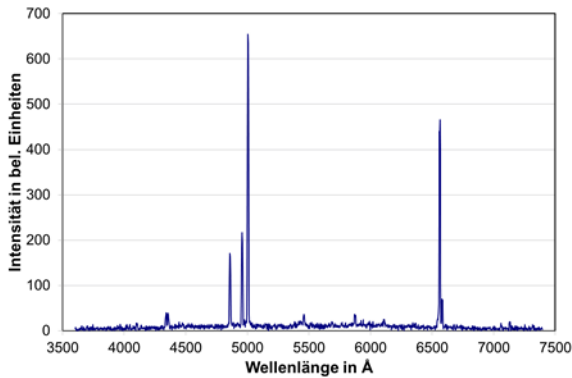
$$t \cdot h \cdot \Delta f = t \cdot \frac{h \cdot c}{\lambda^2} \cdot \Delta \lambda = t \cdot h \cdot c \cdot \Delta \tilde{\nu} \quad (6)$$

Diese natürliche Breite der beträgt also bei H $\alpha$  (6562 Å) rund 0,0014 Å und bei H $\beta$  (4861 Å) nur noch 0,0008 Å! Die benötigte Auflösung eines Spektralapparates müsste größer als  $R \sim 6562/0,0014 = 4,6 \cdot 10^6$  sein. Das sind Beträge jenseits einfacher technischer Ausrüstung.

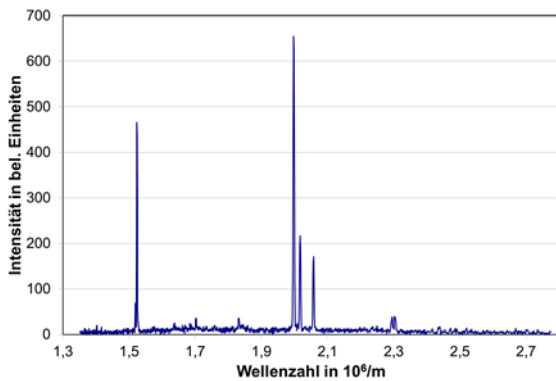
Ausgedrückt in Wellenzahlen ergibt sich für eine 5 nm breite Absorptionslinie bei H $\alpha$  einer Breite in der Wellenzahl von 11700  $1/\text{m}$  und bei H $\beta$  einer Breite als Wellenzahl von 21400  $1/\text{m}$ . Daraus wird ersichtlich, dass der Vergleich von Absorptions- oder Emissionsprofilen eines Strahlers an verschiedenen Stellen auf der Wellenlängenskala „hinkt“. Die Wellenlänge als Skala eines Spektrums ist eine fundamentale, aber nicht die allein „richtige“ Größe. Die Energieskala, die Frequenz oder die Wellenzahl kann genauso verwendet werden.

## 2. Beispieldarstellung

Im Folgenden werden die Emissionslinien einer Aufnahme von M42 in der bekannten linearen Wellenlängendarstellung (Abb. 2) und in einer linearen Wellenzahldarstellung (Abb. 3) miteinander verglichen (Aufnahme mit Alpy 600, Atik 420m, 8" f/4-Newton, Belichtungszeit 180 s, Reduktion in IRIS und VSpec, 10 Dunkelaufnahmen, keine Flats).



**Abb. 2:** Spektrum von M42 in herkömmlicher Auftragung über die Wellenlänge.



**Abb. 3:** Spektrum von M42 aus Abb. 2 aufgetragen über die Wellenzahl. Der Blaubereich, hier rechts bei großen Wellenzahlen erscheint gespreizt.

Die Abstände der Peaks bei Wellenlängen unter 5000 Å (bzw. Wellenzahlen über  $1,8 \cdot 10^6$  1/m) erscheinen gespreizt zu größeren Abständen und der Doppelpeak von OIII bei 4363 Å und H $\gamma$  4340 Å tritt klarer hervor. Diese Trennung würde man mit Gittern für höhere Auflösung einfacher und besser erreichen. Hier soll das Beispiel nur die unterschiedliche Spreizung der Skalen von den gleichen Grunddaten sichtbar machen.

Die spektrale Auflösung  $R = \lambda / \Delta\lambda$  unserer Apparate wird mit abnehmender Wellenlänge kleiner. Das ist meistens bauartbedingt und durch die Spaltbreite limitiert [6,7]. Die H $\alpha$ -Beobachter können daher immer mit den höchsten  $R$ -Werten in ihren Spektren glänzen. Mit der apparativ geringeren Auflösung im blauen Bereich wandern die Messpunkte einer Kurve in der Wellenzahldarstellung aber besser auseinander.

### 3. Schlussfolgerungen

Zusammenfassend wollen wir hiermit zeigen, dass eine nach der Frequenz oder der Wellenzahl aufgelöste Skalierung von Spektrallinien helfen kann, deren Verhalten besser untereinander zu vergleichen, etwa die Frage, in wie

weit Deckungsgleichheit von Absorptionslinienprofilen besteht.

Es wäre sinnvoll, wenn die Darstellungsalternative der Wellenzahl bei der Neuerstellung (BASS) oder bei der Aktualisierung (z.B. MIDAS, VSpec, IRIS, ISIS, Spektrosoft) bestehender Auswertprogramme Berücksichtigung finden würde.

### Referenzen

- [1] Hunger, H.-J. u.a.: Ausgewählte Untersuchungsverfahren in der Metallkunde, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie Leipzig, 1983
- [2] Friedrichs, H. A.: Arbeit, Wärme, Energie, Stahleisen Düsseldorf 1995
- [3] Gebhard, G.: Der Context SMS (zu MIDAS), 2011, [www.spektros.de/dred/smsdocde.pdf](http://www.spektros.de/dred/smsdocde.pdf)
- [4] Perkampus, H. H.: UV-VIS-Spektroskopie und ihre Anwendungen, Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1986,
- [5] Fachgruppe Spektroskopie im VdS, Einführung in die Spektroskopie für Amateure, 2000
- [6] Buil, C.: Spectrographs in Amateur Astronomy, Astronomical Spectrography, EAS Series Vol.47, 2011
- [7] Jenkins, B. G.: A Study of Lhires III Spectrograph on the Hard Labor Creek Observatory 20 inch Telescope, Astronomical Spectrography for Amateurs, Georgia State Univ. 2011



**Jan Sundermann** ist Ingenieur der Eisenhüttenkunde. Astronomie beschäftigt ihn seit der ersten bemannten Mondumkreisung. Auf der Suche nach einem praktischen Beobachtungsgebiet gründete er die Spektroskopie AG an der Sternwarte Neanderhöhe, die seither mit der tatkräftigen Unterstützung des Vereinsvorstandes arbeitet.



**Ralf Crumfinger** ist Konstrukteur im Maschinenbau. Astronomie beschäftigt ihn seit etwa 15 Jahren. Seine Hauptschwerpunkte sind Deep Sky Fotografie und Stellarspektroskopie.

**Harald Hake** ist Diplom-Chemiker. Er beschäftigt sich seit ca. 10 Jahren mit Astrospektroskopie. Sein Interesse gilt neben der stellaren Spektroskopie auch der Astrochemie.

# Fotometrische und spektroskopische Langzeitbeobachtung des Pulsationsveränderlichen $\delta$ Cephei

**Josefine Liebisch**

Sternwarte Dresden-Gönnsdorf, Weißiger Landstraße 6, 01328 Dresden, Germany, Email: jofinlie@gmx.de

## Zusammenfassung

Die gut untersuchten periodischen Schwankungen von  $\delta$  Cephei werden im Zuge einer Schülerarbeit und darüber hinaus fotometrisch und spektroskopisch beobachtet. Die Helligkeits- und Absorptionslinienänderungen wurden mit Amateurmitteln nachgewiesen. Die Ergebnisse sind mit anderen Messungen aus der Literatur und der Theorie übereinstimmend. Besonders aber in der Spektroskopie gibt es noch viel zu optimieren.

## Abstract

The well-studied periodic fluctuations of  $\delta$  Cephei are observed in the course of student work and beyond photometrically and spectroscopically. The brightness and absorption line changes were detected by amateur means. The results are consistent with other measurements from literature and theory. But especially in spectroscopy there is much to optimize.

*Received: 2018-11-10, Revised: 2018-11-28, Accepted: 2018-12-03*

## 1. Einführung

Das Thema hat den Ursprung in einem eigenen Vortrag über Astronominnen und ihre wissenschaftlichen Entdeckungen. Besonders die Erforschung zur Sternklasse der veränderlichen Cepheiden durch Henrietta Swan Leavitt im 20. Jahrhundert führten mich zu diesem Thema. Der Stern  $\delta$  Cep ist nicht nur Namensgeber der Cepheiden, sondern kann aufgrund seiner zirkumpolaren Sichtbarkeit und Helligkeit gut mit Amateurmitteln beobachtet werden. Außerdem liegen ausreichend Daten für einen Vergleich der Ergebnisse zur Verfügung.

Angefangen als Besondere Lernleistung im Rahmen meines Abiturs 2018 führe ich das Projekt in meiner Freizeit mit Christian Brock und Sicco Bauer weiter. Beide sind Mitglieder der Interessensgemeinschaft Sternwarte Dresden-Gönnsdorf und haben das Projekt in der Schule als externe Betreuer begleitet.

Mit den gemessenen Daten wird die Hypothese verfolgt, dass sich die Helligkeit und Absorption gleichzeitig ändern. Im Folgenden erkläre ich dazu die Cepheiden genauer, um anschließend die Vorgehensweise bei beiden Messmethoden zu beschreiben. Am Schluss werden die Daten ausgewertet und diskutiert sowie ein Ausblick gegeben.

## 2. Cepheiden

Cepheiden sind eine eigene Unterart der veränderlichen Sterne. Sie gehören zu den physisch Veränderlichen, den regelmäßigen Pulsatoren, weil sich ihre physikalischen Eigenschaften wie Oberflächengeschwindigkeit, Radius oder Temperatur periodisch ändern. 1784 wurde  $\delta$  Cep von dem britischen Astronomen John Goodricke das erste Mal beobachtet.

Die Cepheiden lösten knapp 130 Jahre später das Problem der Entfernungbestimmung. 1912 fand die Harvard-Mitarbeiterin Henrietta Swan Leavitt bei eingehender Untersuchung einen Zusammenhang zwischen der Dauer der Pulsation und der Leuchtkraft. Mithilfe dieser Perioden-Leuchtkraft-Beziehung konnte bei bekannter Periode  $P$  und relativen Helligkeit  $m$  auf die Entfernung  $r$  des Sterns geschlossen werden. Damit war es möglich, auf weitere Entfernungen außerhalb der Milchstraße zu schließen und die „Große Debatte“ zu beenden. [1]

Cepheiden sind Riesensterne, die im Laufe ihres Lebens den Instabilitätsstreifen im HRD durchkreuzen. Der Grund für die Pulsation liegt im sogenannten Kappa-Mechanismus. In einem Stern herrscht weitestgehend ein Gleichgewicht zwischen Strahlungsdruck und Gravitation. Bei der Pulsation kommt es zu Ungleichgewichten in der Temperatur- und Druckschichtung. Dadurch wird die Sternatmosphäre anfällig für kleinste Radiusänderungen, die sich zu einem Pulsieren aufschaukeln können. Während des Pulsationsvorganges ändert sich der Ionisationszustand der Atome in den äußeren Hüllen



und damit die Strahlungsdurchlässigkeit  $\kappa$  (kappa, auch Opatzität). Wird die Hülle komprimiert, nehmen Druck, Temperatur und damit die Anzahl abgegebener Elektronen zu, wodurch die Undurchlässigkeit für die Strahlung steigt. Unterhalb der komprimierten Atmosphäre „staut“ sich die Strahlung und der damit einhergehende Druck lässt diese sich wieder ausdehnen. Aufgrund der Expansion nehmen Druck, Temperatur und damit auch die Opatzität wieder ab, allerdings nicht sofort. Die Strahlung kann entweichen, was die Atmosphäre zu erneuter Kontraktion bringt. In einer Lichtkurve bildet dieser Punkt das Maximum der Helligkeit.

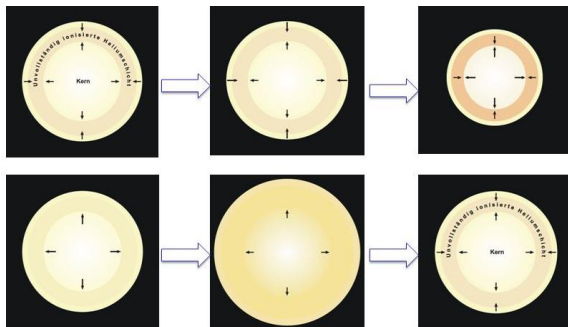


Abb. 1: Schema des zeitlichen Ablaufes der Pulsation aufgrund des  $\kappa$ -Mechanismus. Aus Ref. 2.

Aufgrund dieses Mechanismus ändern sich beim hier untersuchten Cepheiden  $\delta$  Cep mehrere physikalische Eigenschaften, die oben bereits erwähnt wurden. Neben den Helligkeitsschwankungen zwischen 3,4 mag und 4,3 mag ändert sich auch seine Oberflächentemperatur von 5500 K zu 6800 K. Damit einher variiert die von dieser Temperatur festgelegte Spektralklasse von F5 zu G3 [3]. Dieser Theorie entsprechend müssen die Helligkeit und die Absorption von Wasserstoff zum gleichen Zeitpunkt im Maximum sein.

### 3. Fotometrie

Um die eben beschriebenen Helligkeitsschwankungen in einer Kurve darstellen zu können, ist eine fotometrische Messreihe notwendig. Dafür stehen mir eine Canon1000D mit Objektiv Tamron 70-300mm und ein Stativ zur Verfügung. Die Bilder werden im RAW-Format gespeichert, um keine Pixelinformation durch Komprimierung zu verlieren. Als Software zur Auswertung benutze ich fitswork und MS Excel. In fitswork werden aus den Bildern Helligkeitswerte im RGB-Bereich ausgelesen. Anschließend werte ich die Daten in Excel für jedes Foto aus und berechne die Helligkeiten von  $\delta$  Cep in Bezug auf die Referenzsterne  $\epsilon$  Cep und  $\zeta$  Cep. Bisher

sind die Daten aus 51 Fotos in die Auswertung eingeflossen.

$$m\delta = M\delta - M\zeta + 3,33 \text{ mag} \quad (1)$$

$$m\delta = M\delta - M\epsilon + 4,0 \text{ mag} \quad (2)$$

Die scheinbare Helligkeit von  $\delta$  Cep,  $m\delta$ , setzt sich aus der Differenz der Helligkeiten  $M\delta - M_x$  bezogen auf die Referenzhelligkeit der Vergleichsterne  $x = \{\epsilon, \zeta\}$  zusammen. Diese Differenz wird von fitswork direkt als Helligkeitsdifferenz in Magnituden ausgegeben.

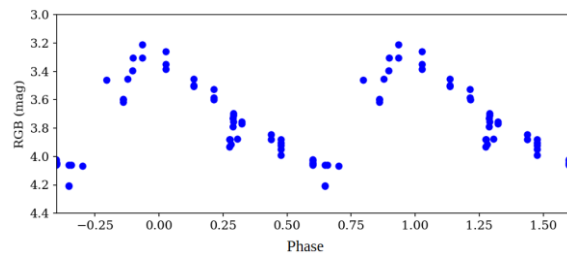


Abb. 2: Lichtkurve von  $\delta$  Cep aus eigenen Daten.

Abb. 2 zeigt die Lichtkurve von  $\delta$  Cep basierend auf den Mittelwerten der Helligkeitsdifferenzen zu den Referenzsternen. Auf der x-Achse ist die Phase abgetragen, auf der y-Achse die Helligkeit. Im Mittel schwankt er zwischen 3,2 mag und 4,2 mag, was den wahren Werten von 3,48 mag und 4,37 mag recht nahekommt. Hierbei wurden die Referenzsterne beliebig ausgewählt. Es sei auch erwähnt, dass beide leichte Helligkeitsschwankungen im Bereich von 0,06 mag ( $\epsilon$  Cep) und 0,04 mag ( $\zeta$  Cep) haben [4]. Der Fehler wird zur Kenntnis genommen, aber nicht herausgerechnet. Zum Vergleich ist eine Messung aus der Literatur Ref. 5 in Abb. 3 gezeigt.

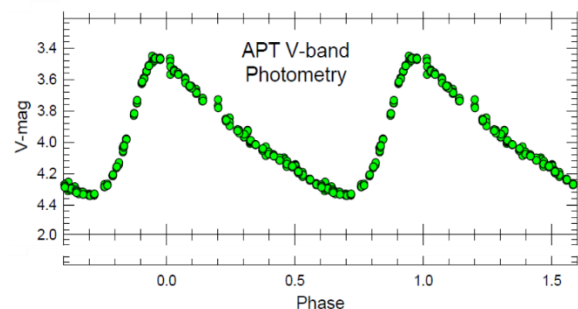


Abb. 3: Vergleichskurve aus der Literatur, Ref. 5, zeigt die gleiche Symmetrie wie Abb. 2.

Die für Cepheiden typische Symmetrie in der Lichtkurve [6] mit einem steilen Anstieg und flachen Abfall ist in beiden Diagrammen zu erkennen. Damit ist ein erstes Zwischenergebnis erreicht.

#### 4. Spektroskopie

Für die spektroskopische Messung stehen mir bisher ein DADOS mit einem 200 L/mm-Gitter, eine Canon1000Da und das 16" Schmidt-Cassegrain der Sternwarte Dresden-Gönnsdorf zur Verfügung (Abb. 4). Genutzt wurde der 50 µm-Spalt.

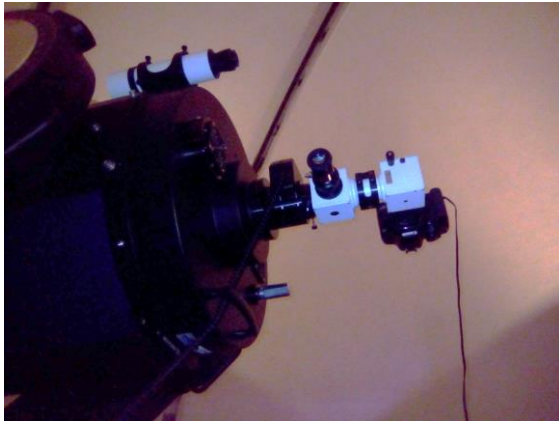


Abb. 4: DADOS am 16" SC der Sternwarte Gönnsdorf.

Die Variabilität von  $\delta$  Cep spiegelt sich nicht nur in einer Helligkeitsänderung wieder, sondern auch in der Oberflächentemperatur und damit wechselnder Spektralklasse. Eine variable Spektralklasse muss sich aber in einer Änderung der Stärke von Absorptionslinien äußern. Dazu sei auf das Diagramm in Abb. 5 verwiesen.

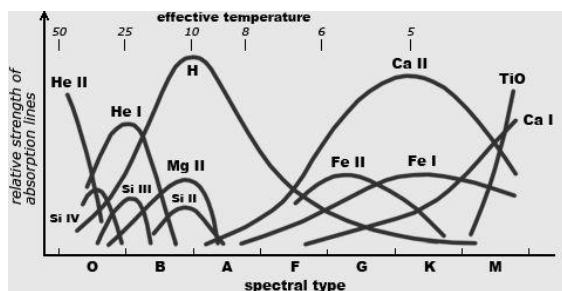


Abb. 5: Absorptionslinienstärke in Abhängigkeit von Temperatur (in 1000 K) bzw. Spektralklasse. Aus Ref. 7.

Da der Stern zwischen den Spektralklassen F und G schwankt, ist in diesem Bereich eine Linie mit hoher Variabilität gesucht. Fe II ist mit der verwendeten Technik nicht messbar und Ca II fällt aufgrund seiner Lage im nahen UV-Bereich weg [3], weshalb Wasserstoff übrig bleibt. H $\beta$  mit einer Wellenlänge von 4861 Å liegt gut erkennbar im Spektrum bei ausreichender Empfindlichkeit der Kamera.

Für die Normierung des Spektrums und die Bestimmung der Absorptionsstärke kommt die Programmier- und Skriptsprache Python zum

Einsatz. Das gemessene Spektrum wird mithilfe eines synthetischen Sternspektrums normiert [8]. Danach wird die Absorptionsstärke als Fläche oberhalb der Absorptionslinie bis zum Pseudokontinuum zwischen den Integrationsgrenzen, dividiert durch das Integrationsintervall, berechnet.

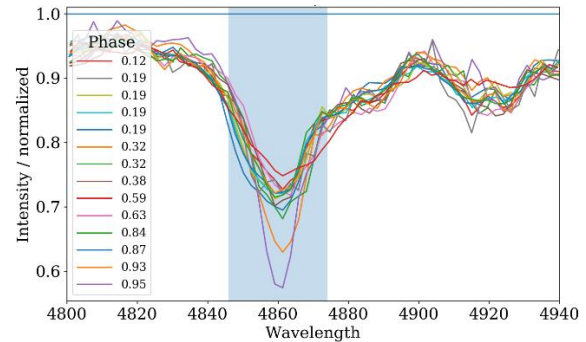


Abb. 6: Detail der normierten Spektren um H $\beta$ . Der Integrationsbereich für die Absorptionslinienstärkeauswertung ist blau hinterlegt. Wellenlänge in Å.

Die zeitliche Abfolge der Absorptionsveränderungen der H $\beta$ -Linie ist in Abb. 7 gezeigt. Bei Phase 0 ist die Absorption maximal.

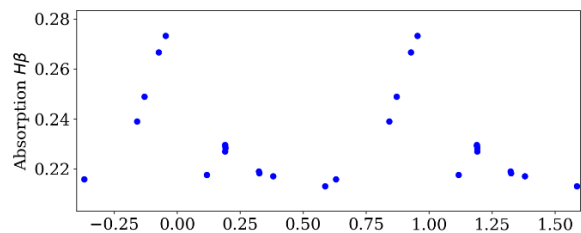


Abb. 7: Zeitlicher Verlauf der Absorptionsstärke von H $\beta$  als Funktion der Phase.

Abb. 8 zeigt die Spektren um H $\alpha$ . Abb. 9 die entsprechende zeitliche Auftragung der Absorptionslinienstärke. Der Verlauf ist dem von H $\beta$  ähnlich, ebenfalls mit Maximum um Phase 0.

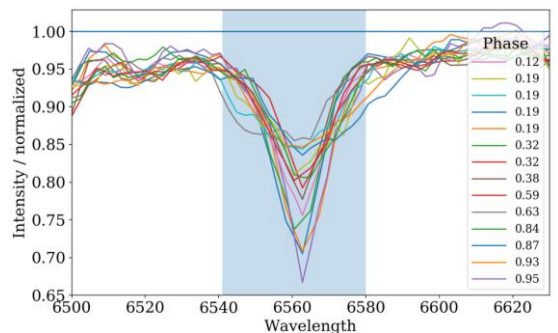


Abb. 8: Detail der normierten Spektren um H $\alpha$ . Der Integrationsbereich für die Absorptionslinienstärkeauswertung ist blau hinterlegt. Wellenlänge in Å.

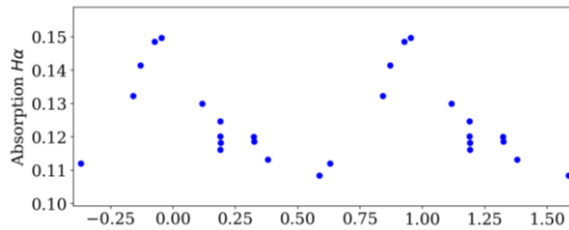


Abb. 9: Zeitlicher Verlauf der Absorptionsstärke von H $\alpha$  als Funktion der Phase.

In aktueller Literatur finden sich Ergebnisse, die zum Vergleich genutzt werden. Abb. 10 zeigt diese in Form eines Tabellenausschnitts [9]. Der Zeitpunkt des Absorptionsmaximum ist gleichzeitig der des Temperaturmaximum um Phase 1 bzw. 0.

TABLE 5.  $\delta$  Cep temperatures.

Phase	(B-V) <sub>0</sub> mag	(V-K) <sub>0</sub> mag	s.d. fit mag	Temp K	log g
0.97	0.35	0.84	0.064	6840	2.0
0.16	0.49	1.11	0.042	6240	2.0
0.35	0.65	1.38	0.042	5870	1.5
0.53	0.73	1.52	0.047	5630	1.5
0.89	0.51	1.20	0.039	6220	2.0

Abb. 10: Das Temperatur- und Absorptionsmaximum liegen beide um Phase 1 (bzw. 0). Quelle: Ref. 9.

Da nun sowohl die Lichtkurve als auch der Absorptionsverlauf mit der Literatur verglichen wurden, können beide Ergebnisse miteinander in Verbindung gebracht werden. Auch hier habe ich wieder eine Vergleichstabelle gefunden [10], siehe Abb. 11.

H $\beta$ , H $\gamma$ , H $\delta$	In Phase mit der Lichtkurve	—	RT Aur	1 u. 5	Ситнов Сергей Л. О. Б. 422, 1
H $\gamma$ , H $\delta$	Dasselbe	Flaches Min.	$\delta$ Cep	1	Райнберг, Харв. Мон. 3, 212

Abb. 11: Der Tabellenausschnitt aus Ref. 10 bestätigt die gemeinsame Lage von Helligkeits- und Absorptionsmaximum.

Die linke Spalte zeigt die gemessenen Linien, danach folgt der Symmetrievergleich Lichtkurve-Absorptionskurve. Hernach wird der Kurvenverlauf qualitativ beschrieben, der beobachtete Stern benannt und die Quelle. Obwohl in dieser Messung H $\gamma$  und H $\delta$  verwendet wurden, kann ein ähnlicher Kurvenverlauf impliziert werden. Da diese in Phase mit der Lichtkurve sind, kann diese Aussage auch für H $\alpha$  und H $\beta$  angenommen werden. Das stimmt mit der Theorie des Kappa-Mechanismus überein, wonach die Temperatur später als die entweichende Strahlung sinkt und somit beide Eigenschaften für einen gewissen Zeitpunkt gleichzeitig im Maxi-

mum sind. Damit ist gezeigt, dass die verwendete Amateurtechnik gute Ergebnisse liefert und die anfängliche Hypothese bestätigt wurde.

### 5. Ausblick

Trotz der guten Ergebnisse gibt es viel Optimierungspotenzial. So plane ich für die Fotometrie nur die Rot- und Grün-Kanäle zu verwenden. Damit soll die Streuung in der Lichtkurve reduziert werden. Außerdem soll die Messreihe fortgesetzt werden, um möglichst die komplette Lichtkurve abzudecken. Letzteres gilt auch für die Spektroskopie. Hier soll aber vorrangig die spektrale Auflösung verbessert werden. Geplant sind dafür folgende Änderungen:

- Nutzung des 25  $\mu$ m-Spaltes anstatt 50  $\mu$ m,
- Verlängerung der Belichtungszeit durch Auto-guiding,
- Einsatz einer gekühlten CCD-Kamera und
- Benutzung eines 1200 L/mm-Gitters.

Abschließend bedanke ich mich bei Christian Brock und Sizzo Bauer sowie der Dresdner Spektroskopiegruppe für die fachliche und technische Unterstützung.

### Literatur

- [1] <https://de.wikipedia.org/wiki/Shapley-Curtis-Debatte>
- [2] [http://www.andromedagalaxie.de/html/sterne\\_veraenderliche\\_pulsierende.htm](http://www.andromedagalaxie.de/html/sterne_veraenderliche_pulsierende.htm)
- [3] Trypsteen, M. und Walker, R., Spectroscopy for Amateur Astronomers: Recording, Processing, Analysis and Interpretation. Cambridge University Press. 2017
- [4] Stellarium0.15.0-1+b1, <https://stellarium.org/de/>
- [5] Engle, S. und Guinan, E., X-ray, UV and Optical Observation of Classical Cepheids, JASS 29 (2012) 181; arXiv:1206.4282
- [6] Weigert, H. und Wendker, A., Astronomie und Astrophysik - Ein Grundkurs. VCH Weinheim, 1996.
- [7] <https://www.handprint.com/ASTRO/specclass.html>
- [8] Brock, C., persönliche Mitteilungen
- [9] Evans, N. und Teays, T., Astr. J. 112 (1996) 761
- [10] Beileke, F., Die Zustandsgrößen der Delta Cephei-Sterne, Z. Astrophys. 14 (1937) 1



Josefine Liebisch (mit Sizzo Bauer und Christian Brock) studiert seit September 2018 Optronik an der TU Ilmenau. Von 2016 bis 2018 war sie aktives Mitglied in der IG Sternwarte Dresden-Gönnsdorf mit Vorträgen, Beobachtungen und Führungen. In der neuen Thüringer Heimat fasst sie nun Fuß an der VdS-Sternwarte Kirchheim und setzt dort die Beobachtungen fort.

## ASpekt 18 – Jahrestagung in Frankfurt/Main, 5.-7. Juni 2018

**U. Thomas Hunger**

Weinbergstraße 12, 01129 Dresden, Germany, E-Mail: thunger03@web.de

### Zusammenfassung

Die Organisatoren der Jahrestagung ASpekt 18 hatten die Teilnehmer für Anfang Juni 2018 nach Frankfurt/Main an historische Stätte, den Physikalischen Verein, geladen. Ein würdiger Platz für eine wieder rundum gelungene Tagung mit ausgezeichneten Vorträgen rund um die Astrospektroskopie. Im vorliegenden Artikel wird die Konferenz chronologisch zusammengefasst.

### Abstact

The organizers of the annual conference ASpekt 18 had invited the participants for early June 2018 to an historic site, the Physikalischer Verein, in Frankfurt/Main. An extraordinary worthy place for a successful conference with excellent lectures on astronomical spectroscopy. The following article summarizes the conference chronologically.

*Received: 2018-10-09, Revised: 2018-11-14, Accepted: 2018-11-16*

Nach der letztjährigen Tagung im romantischen Ambiente der Schweizer Berge gab es in diesem Jahr sozusagen ein Kontrastprogramm in der Main-Metropole Frankfurt. Sebastian Heß und das Team des Physikalischen Vereins hatten geladen. Um es schon vorwegzunehmen: die Tagungsräumlichkeiten waren bestens geeignet und vorbereitet, die Organisation hochklassig und reibungsfrei! Die Wahl des Tagungshotels in 15-minütig fußläufiger Entfernung war sehr angemessen und bot am Freitag- und Samstagabend genügend Raum für gegenseitiges Kennenlernen und Fachsimpeln. Aufgrund der hervorragenden Verkehrsanbindung konnten wir auch wieder Filipe Diaz, Portugal, und Alexandros Filothodoros, Polen, begrüßen.

Ein Wermutstropfen war den Tagungsteilnehmern beim eigentlichen Konferenzstart am Samstagmorgen durch Sebastian Heß mitzuteilen: unser Sprecher und langjähriger Koordinator der Tagungen, Rainer Borchmann, konnte aufgrund eines notwendigen Klinikaufenthaltes nicht mit in Frankfurt verweilen, was ihn aber nicht davon abhielt, eine Grußbotschaft gewürzt mit Anmerkungen zum Gesundheitssystem direkt vom Krankenbett zu senden.

Nach der offiziellen Eröffnung der Konferenz mit kurzem historischen Abriss zum Physikalischen Verein und der Geschichte des Tagungsgebäudes (hier entdeckten Stern und Gerlach den Elektronenspins!) durch Sebastian Heß, der im Übrigen die meiste Zeit als Conférencier agierte, erfolgte der erste Beitrag durch Herbert Pühringer aus Salzburg zum „Bau des Spektrographen für das 1 m Teleskop in Salzburg am Haunsberg“. Er berichtete über die großen Fort-

schritte „seiner“ Schülergruppe, die letztjährigen Gewinner des Spektroskopiepreises. Mittlerweile ist der Spektrograph im klassischen Design mit Lichtleitereinkopplung aufgebaut. Weitere Eckpunkte sind ein motorbetriebener Spalt, 2 Gitter auf Schlitten zum Schnellwechseln und ein ansteuerbares Canon-Objektiv nebst CCD-Kamera. Nicht wenige im Publikum waren tief beeindruckt, insbesondere auch von den handwerklichen Fähigkeiten der jungen Leute! Leider konnten die Schüler nicht mit nach Frankfurt reisen, da zur gleichen Zeit die Maturaprüfungen stattfanden. Herbert gab uns aber ein Versprechen: 2019 gibt es den Praxistest in Salzburg vor Ort – dazu aber weiter unten mehr.



Abb. 1: Sebastian Heß





Abb. 2: Blick ins Auditorium



Abb. 3: Herbert Pühringer

Uwe Zurmühl berichtete im Anschluss zu „Objective Grating Usage – A Cost Efficient Approach for Amateurs“. Seit geraumer Zeit beschäftigt sich Uwe mit den verschiedenen Möglichkeiten spaltloser Spektroskopie mit Transmissionsgittern im konvergenten Strahlengang bzw. als Objektivversion. Über die letzten Jahre ist das kommerzielle Angebot an geeigneten Gittern gestiegen, um dem „Minimalist Approach“ zu folgen. Hochauflösung widerspricht dem nicht, was die Aufnahmen des A-Bandes von Arktur, die Paschen-Emissionen von  $\gamma$  Cas und der Balmer Sprung von Deneb nachwies. Praktische Tipps zum Fokussieren (Sterne mit schmalen Linien bzw. das A- oder B-Band) sowie der Umgang mit den großen Winkeln zwischen Teleskop und Objekt rundeten den Vortrag ab.

Nach einer ersten Kaffeepause berichtete Bernd Bitnar zum Stand des Algol-Projektes im Beitrag „News from Algol – A Detailed View into the Accretion Disc“, welches als Gruppenarbeit mit Ulrich Waldschläger, Uwe Zurmühl und Christian Brock durchgeführt wird. Mittlerweile gibt es eine gute Phasenabdeckung, insbesondere rund um 0,25 und 0,75, wo die Emissionsanteile gut sichtbar sind. Drei unterschiedliche Anteile der zirkumstellaren Materie äußern sich in unterschiedlichen Emissions- und Absorptionsverhalten, was dem Modell von Richards et al. aus 1993 entspricht. Der Vergleich der eigenen Messungen ergibt Unterschiede des Emissionsgebietes im Geschwindigkeitsraum zur erwähnten Arbeit aus der Literatur. Christian Brock ergänzte im Anschluss

die „Image Reduction Pipeline unseres Algol-Projektes“ im Detail. Schwerpunkt bildeten die Verarbeitung und Reduktion von Spektren unterschiedlicher Beobachter mit verschiedenen Spektrographen anhand synthetischer Spektren und gemeinsamer Fitbereiche für das Kontinuum. Auch wenn Christian es „Banalität des Konkreten“ nennt, liegen doch genau da die praktischen Herausforderungen.



Abb. 4: Uwe Zurmühl



Abb. 5: Bernd Bitnar



Abb. 6: Christian Brock

Alexandros Filothodoros betrachtete „Multi-wavelength observations“ unter dem Gesichtspunkt „Chances for more pro-am campaigns“ anhand von BeX-, WR- und Be-Objekten. Er führte das Thema am Beispiel Sco X1 ein. Ein potentiell auch für Amateure lohnendes Objekt – PSR B1259-63/CS 2883 – mit einer visuellen Helligkeit von 9-10 mag ist ein Oe-Stern mit Scheibe, der von einem Pulsar umkreist wird. Wenn der Pulsar die Scheibe kreuzt, kommt es zu einer heftigen Interaktion des Pulsarwindes mit der Scheibe, welche im Radio- und Röntgenbereich sichtbar ist. Optische Spektroskopie könnte mit  $R \sim 3.000$  ausreichend beitragen. Weitere Objekte sind X Per mit 6,1-6,8 mag und AG Dra mit  $\sim 9$  mag. Alex wies auf die Notwendigkeit von Monitoring hin, um z.B. Korrelationen zwischen VIS und der  $H\alpha$ -Äquivalentbreite zu erarbeiten.

Den Abschluss des morgendlichen Vortragsreigen bildete Christian Netzel mit seinen Untersuchungen zum schnellen Pulsator  $\beta$  Cep. Dabei zeigte er neue Erkenntnisse hinsichtlich der unterschiedlichen Radialgeschwindigkeiten in den untersuchten Linien, die durch tiefgründige Literaturrecherche möglich wurden. Der Vortrag musste aber unterbrochen werden, da es schon einen signifikanten Zeitverzug im Programm gab und der Cateringservice wartete. Christian hat es mit Fassung getragen und den Vortrag nach der Mittagspause beendet.



**Abb. 7:** Alexandros Filothodoros

Der erste reguläre Nachmittagsvortrag erfolgte durch Oliver Schnurr vom AIP zum „ESO-Projekt 4MOST“. Dieses Projekt bestückt das VISTA-Teleskop ( $f/3$ ,  $D = 4$  m) nahe des Paranal mit einem massiv parallel arbeitenden Spektralapparat, der mit 2436 einzelnen positionierbaren Fasern in einem hexagonalen Gesichtsfeld von vier Quadratgrad bei Auflösungen  $R = 4k \dots 7k$  (1642 Fasern) und  $R = 18k \dots 22k$  (812 Fasern) und Grenzhelligkeit von 19-20 mag bestückt ist. Damit kann der Südhimmel innerhalb weniger

Jahre überblickt werden, was durch die schiere Datenanzahl zu neuen Einblicken in die Sternchemie und -dynamik in der Milchstraße, aber auch zur Entwicklung des Universums, insbesondere auch in Kombination mit der GAIA-Mission, beitragen wird.



**Abb. 7:** Christian Netzel



**Abb. 8:** Oliver Schnurr

Dem Blick in die frühere Geschichte des Universums folgte auch Bernd Bitnar in seinem zweiten Beitrag „Rotverschiebungen lichtschwacher Quasare“. Zum Einsatz kam ein Staranalyzer 100 an einem 40-cm-RC  $f/8$ . Das lichtschwächste Objekt hatte 16,4 mag, die größte Rotverschiebung in seiner Untersuchung  $z = 3,9$ . Ein besonderes Schmankerl waren die Spektren einer Gravitationslinse, leider ohne Linien.

Vor der nachmittäglichen Kaffeepause wurde das obligatorische Gruppenfoto auf dem Dach des Physikalischen Vereins aufgenommen, diesmal mit dem besonderen Wunsch, damit Rainer Borchmann herzliche Grüße zu übersenden.



Abb. 10: Malin Moll und Christoph Quant

Der abendliche Block wurde mit jugendlichem Elan von Malin Moll und Christoph Quant eingeleitet. Sie stellten ihr Projekt „Gelbe Überriesen“ im Detail vor. Sie haben Kontakt zu estnischen Astronomen aufgenommen (Indrek Kolka & Anna Aret, Tartu Observatory), die auch als PI einer neuen Pro-Am-Kampagne fungieren wollen. Erste Abschätzungen zeigen die Notwendigkeit von  $R > 10000$  bei einem  $\text{SNR} > 100$  im Bereich 630-660 nm – eine Domäne des LHI-Res III. Zielobjekte werden  $\rho$  Cas und V509 Cas sein. Das Projekt und weitere Details werden auf der Fachgruppenwebseite eingestellt<sup>2</sup>. Eine Rundfrage ins Auditorium ergab durchaus einige Interessenten, die gern beitragen möchten. Wünschen wir Malin und Christoph viel Erfolg und Durchhaltewillen für das ambitionierte Projekt.

Im Vorfeld der Konferenz wurde im Forum ausgiebig über einen Workshopanteil diskutiert. Ursprünglich war geplant, Spektrenauswertung (Moderator Sebastian Heß) und Problem Diskussion „Regulus und MIDAS“ (Bernd Bitnar) parallel stattfinden zu lassen. Eine kurze Abstimmung ergab aber Interesse, die Beiträge im Plenum zu behandeln. Es ergaben sich zwar Diskussionen, aber ein Workshopcharakter in konzentrierter, kleiner Runde ging etwas verloren. Damit endete der erste Vortragstag und die Gruppe begab sich ins Hotel zu einem schönen Grillabend, der ausgiebig zum Diskutieren genutzt wurde. Im Verlaufe des Abends bot Sebastian nochmals einen kurzen Abstecher zum Physikalischen Verein an, um vom Dach die Skyline von Manhattan zu bewundern. Leider wurde aber schnell klar, dass die neuen Hochhäuser an Stelle des gesprengten Uni-Turms die Sicht nach Süden nachhaltig zerstören werden, was dem zukünftigen Sternwartenbetrieb deutliche Einschränkungen auferlegen wird.

<sup>2</sup> Die Projektseite ist mittlerweile freigeschaltet: <http://spektroskopie.vdsastro.de/projekt-yhgs-neuigkeiten/erster-beitrag.html>

Der Sonntagmorgen startete mit Themen rund um die Fachgruppe. Thomas Eversberg moderierte den Programmteil, ohne aber sein sichtliches Engagement bei den Themen zurückzustellen. Gerrit Grutzeck stellte die neugestaltete Webseite mit der Bitte vor, die Seite ordentlich zu testen und vor allem Inhalte zu generieren. Bei Bedarf kann auch Zugriff auf Unterbereiche gewährt werden – für z.B. Projektbeschreibungen. Thomas Eversberg gab in diesem Zusammenhang bekannt, das Amt des Admins aufzugeben. Ein neuer Admin oder ein Admin team sind vonnöten!



Abb. 11: Gerrit Grutzeck

Neuigkeiten gibt es auch vom Forum, welches mittlerweile im neugeschaffenen VdS-Forum eingegliedert ist. Die Spektroskopie dominiert hier vom Umfang her noch. Die Aktivitäten anderer Fachgruppen wird hoffentlich noch ansteigen, jedoch werden noch häufig „klassische“ Mailinglisten für den Austausch untereinander genutzt.

Zu den weiteren Publikationsorganen Spektrum und VdS-Journal für Astronomie gab es engagierte Diskussionen, insbesondere hinsichtlich Veröffentlichungsdichte und teilweiser Intransparenz im Redaktionsvorgang selbst. Für Spektrum boten Christian Netzel, Jan-Benedikt Glaw und Thomas Eversberg Unterstützung in Form eines Redaktionskreises an. Ähnliches wurde für den Spektroskopieteil des VdSJ angeregt, da Daniel Sablowski im Moment alleiniger Fachredakteur ist. Eine Entscheidung wurde hier vertagt, da Daniel berufsbedingt nicht an der ASpekt teilnehmen konnte. Das Sprecherteam wurde beauftragt, eine Klärung zu initiieren.



Für die Vergabe des Spektrokopiepreises wurde ein neues Auswahlteam bestimmt: Gerardo Avila, Uwe Zurmühl und Gerrit Grutzeck. Abschließend erfolgte noch der Hinweis auf die sich anbahnende Rote Nova in 2022 im Sternbild Schwan, welche durch ein Verschmelzen eines Doppelsternes erwartet und ein lohendes Objekt für Amateure darstellen wird<sup>3</sup>.

Herbert Pühringer stellte den nächsten Tagungsort vor: Salzburg – genauer die Vega-Sternwarte am Haunsberg in Nußdorf. Die ASpekt 19 wird am Wochenende vom 3.-5. Mai stattfinden. Details werden wie immer auf den Fachgruppenwebseiten bereitgestellt. Freuen wir uns schon darauf – und auf den Spektrographentest.

Die nun folgende Pause war die letzte Gelegenheit, die ausgehängten Poster zu betrachten. Diesmal gab es Beiträge von:

- Alexandros Filithodoros: „Radio spectroscopy. Another side of spectroscopy“
- Alexandros Filithodoros: „Multiwavelength observations. Chances for more pro-am campaigns?“
- Carlos Guirao und Gerardo Avila: „Simulated White Laser: A Tool for Optical Alignment“. In bewährter Weise demonstrierten Carlos und Gerardo die Funktionsweise der geschickten Vereinigung von rotem, grünen und blauen Laserlicht

Nach der Kaffeepause stiegen wir in die „Fotometrische und spektroskopische Langzeitbeobachtung des Pulsationsveränderlichen  $\delta$  Cep“ ein. Josefine Liebisch berichtete von ihren erfolgreichen Beobachtungen der „Standardkerze“, die sie im Rahmen einer Besonderen Lernleistung mittels DSLR für die Fotometrie und DADOS zur Spektroskopie (Gitter: 200 Linien/mm) anfertigte. Motiviert zum Thema wurde sie selbst durch ihren Vortrag „Frauen in der Astronomie“, wo Henrietta Leavitt natürlich nicht fehlte. Schön dargestellt waren die Phasenbeziehung von H $\beta$  und der Helligkeit. (Anm. d. Red.: Siehe auch den Artikel von Josefine Liebisch im Heft.)

Peter Schlatter beschloss den Vortragsreigen, in dem er die „Thermische und mechanische Stabilität handelsüblicher Spektrographen“ untersuchte. Alle betrachteten Spektrographen sind kommerziell erhältlich und direktgekoppelt: DADOS mit 900 L/mm, LHiRes III mit 2400 L/mm, BACHES und LISA. Fokus lag auf Messungen der Temperaturdriftstabilität und

die Reaktion auf variablen mechanischen Stress, der z.B. durch die unterschiedlichen Teleskoplagen auftreten kann. Für die Auswertung zum BACHES musste neben der Lufttemperatur auch noch die Luftdruckschwankung berücksichtigt werden. Ein wichtiger praktischer Hinweis erfolgte am Rande: bevor getestet wird sind alle Schrauben festzuziehen.



Abb. 12: Josefine Liebisch



Abb. 13: Peter Schlatter

Nun hieß es schon wieder: die Tagung war viel zu schnell beendet, aber nicht ohne nochmals beim Team des Physikalischen Vereins für die Gastfreundschaft und dem Wirken im Hintergrund herzlich Danke zu sagen. Sebastian Heß hatte die Tagung mit vollem Elan im Griff. Nur die wenigsten dürften gewusst haben, dass er quasi auf Abruf zum Kreissaalbesuch stand. Daher kann der Dank nicht groß genug sein,

<sup>3</sup> Mittlerweile wurde die Ankündigung revidiert (Quentin J Socia, et al., APJL 864(2) (2018) L32). Schade.



insbesondere auch an die gesamte Familie Heß. Ein Teil der ASpektianer folgte noch der Möglichkeit, dass GSI in Darmstadt unter Leitung von Sebastian zu besichtigen.

Zusammenfassend können wir auf eine gelungene Tagung mit vielen neuen Eindrücken, persönlichen Begegnungen und motivierenden

Beiträgen zurückblicken. Schauen wir gespannt auf das kommende Jahr in Salzburg und auf ein gesundes Wiedersehen.



Abb. 14: Gruppenbild.

**Thomas Hunger** beschäftigt sich seit seiner Schulzeit mit Astronomie und war Mitglied einer Jugendfachgruppe an der Volkssternwarte Drebach. Das Interesse an der Astrospektroskopie wurde im Physikstudium geweckt. Seitdem wird mit Objektivprisma, Staranalyzer und neuerdings einem LHiRes III in Drebach beobachtet, soweit es die Freizeit zulässt.

Höhepunkte waren die Teilnahmen an den zwei Teneriffa-Beobachtungskampagnen der Fachgruppe, in der er seit 1998 Mitglied ist. Weiteres Engagement in der Fachgruppe sind die VdSJ-Fachredaktion von 2000 bis 2013 und FG-Sprecher 2009-2013, aktuell Sprechervertreter und seit 2009 Chefredakteur des Spektrums.

Nur für Mitglieder der Fachgruppe Spektroskopie in der  
Vereinigung der Sternfreunde e.V.

For members of the Section Spectroscopy  
of the Society of German Amateur Astronomers only.

**Besuchen Sie / Visit**

**<http://spektroskopie.vdsastro.de>**

**und werden Sie Mitglied. Einfach per Mail an den Sprecher  
der Fachgruppe.**

**and become a member by sending an e-mail to the spokes-  
man of the section.**

## ASpekt19 -

### *Jahreskonferenz der Fachgruppe Spektroskopie in der VdS e.V.*

*Annual Conference of Section Spectroscopy of German Amateurastronomical Society VdS e.V.*

**3.-5. Mai 2019, VEGA-Sternwarte am Haunsberg/Anthering  
bei Salzburg, Österreich (Austria)**

**Anmeldeschluss/Registration Deadline: 01.04.2019**

Zu dieser Tagung laden wir alle spektroskopisch interessierten Astronomen ein, insbesondere EinsteigerInnen und junge Kolleginnen und Kollegen. Eine VdS-Mitgliedschaft ist nicht nötig. Mit Vorträgen und einer Poster- und Gerätesession aus dem Teilnehmerkreis (Vortragsanmeldungen beim Tagungsteam) tauschen wir uns aus und besprechen offene Fragen zur Spektroskopie.

Detaillierte Informationen / Detailed information:

<http://spektroskopie.vdsastro.de/konferenz.html>

Anmeldung / Registration:

Rainer Borchmann: rainer@borchmann.de oder Herbert Pühringer: pherby@gmx.de

Für junge Teilnehmer haben wir einen Hilfsfond eingerichtet, mit dem wir auf Anfrage einen vertraulichen Zuschuss anbieten können.

Kein Teilnahmebeitrag / No confrence fee.

---

### ***Workshop "Grundlagen der Sternspektroskopie mit dem Baader DA-DOS-Spaltspektrografen"***

Dozent: Dipl.-Phys. Bernd Koch, Bernd.Koch@astrofoto.de

Termin: 12. - 14. April 2019

Kurszeit: Freitag 18 Uhr bis Sonntag ca. 15 Uhr

Ort: Carl-Fuhlrott-Gymnasium, Jung-Stilling-Weg 45, Wuppertal

Kursgebühr: 140€ p.P.

Hinweise zu Übernachtungsmöglichkeiten nahe der Sternwarte können gegeben werden.

**Anmeldeschluss: 01. Februar 2019.**

<https://www.baader-planetarium.com/de/blog/grundlagen-der-sternspektroskopie-mit-dem-baader-dados-spaltspektrografen/>

---

### ***Workshop „Objektbezogene Astrospektroskopie für Amateure“***

Dozent: Ernst Pollmann, ernst-pollmann@t-online.de

Termin: 03. - 05. Mai 2019

Kurszeit: Freitag 18 Uhr bis Sonntag ca. 15 Uhr

Ort: Carl-Fuhlrott-Gymnasium, Jung-Stilling-Weg 45, Wuppertal

Kursgebühr: 110€ p.P.

**Anmeldeschluss 14. April 2019, 12Uhr.**

<https://www.baader-planetarium.com/de/blog/objektbezogene-astrospektroskopie-fuer-amateure/>

---

### ***VEGA 2019 - International Spectroscopy Symposium for Amateurs***

Date: May 30 - June 1, 2019

Location: Observatory VEGA - Haunsberg / Anthering - Salzburg – Austria

Conference fee: 210€ (includes lunch May 30, May 31 and June 1)

Register by email to Manfred Schwarz ms@astrophoto.at or vega@astrophoto.at

**Latest date of registration: May 19, 2019**

<http://www.astrophoto.at/VEGA/index.html>

Nur für Mitglieder der Fachgruppe Spektroskopie in der  
Vereinigung der Sternfreunde e.V.

For members of the Section Spectroscopy  
of the Society of German Amateur Astronomers only.

**Besuchen Sie / Visit**

**<http://spektroskopie.vdsastro.de>**

**und werden Sie Mitglied. Einfach per Mail an den Sprecher  
der Fachgruppe.**

**and become a member by sending an e-mail to the spokes-  
man of the section.**