

# DS9 und Gnuplot

## Astronomisches Praktikum

### ABSTRACT

In dieser Praktikumseinheit haben wir die Daten eines Bildes mit DS9 ausgewertet und die Pixel eines Streulichtgradienten mit Gnuplot gefittet.

#### 1. Aufgabe: Auswerten eines Bildes mit ds9

Für die erste Aufgabe haben wir einen Ordner mit Rohdaten vom Herschel-Teleskop bekommen, von dem wir uns ein Bild aussuchen sollten. Ich habe mich für das Bild von (1) entschieden.

Am Anfang war auf dem Bild nur ein Stern zu erkennen, weil alle anderen aufgenommenen Wellenlängen außerhalb des sichtbaren Bereichs waren. Durch Verschiebung der Maus konnte man die Wellenlängen in den sichtbaren Bereich verschieben (siehe Tabelle 1)

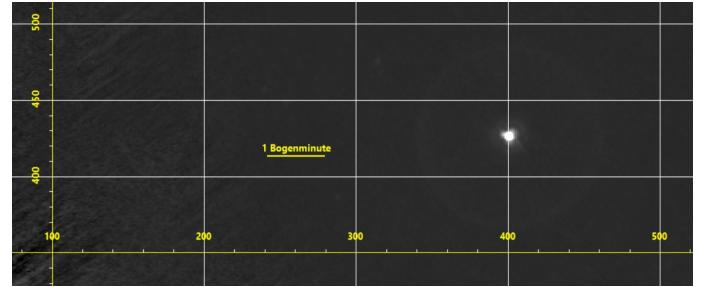
Mausbewegung	Effekt	Formel
Nach links	Blauverschiebung	$\lambda - D$
Nach rechts	Rotverschiebung	$\lambda + D$
Nach oben	Intervallstreckung	$D\lambda$
Nach unten	Intervalstauchung	$\lambda/D$

**Tab. 1:** Diese Effekte hat die Verschiebung der Maus. In der Formel steht  $\lambda$  für die tatsächliche Wellenlänge und  $D$  für die Distanz, um die die Maus verschoben wurde. Zusätzlich war es durch Einstellungen im Menü möglich, statt  $\lambda$  eine Funktion von  $\lambda$  (z.B. bei einer logarithmischen Skalierung  $\ln\lambda$ ) einzusetzen, damit unterschiedliche Wellenlängenbereiche unterschiedlich genau aufgelöst sind.

Nachdem Stern und Staubring sichtbar waren, haben wir mit dem Programm ein Koordinatensystem eingezeichnet. Da das Teleskop aufgezeichnet hat, welchen Teil des Himmels es gerade vermisst, und die Daten im sogenannten Header des Dokuments gespeichert wurden, mussten wir uns nur ein Koordinatensystem aussuchen (ich habe mich für galaktische Koordinaten entschieden, damit man den Abstand von der galaktischen Ebene erkennen kann) und ein beliebiges Format einstellen (Schriftfarbe, Linienfarbe, Liniendicke, etc.)

Um zu wissen, wie groß ein Objekt ist, bietet das Programm die Möglichkeit, Formen um irgendwelche Objekte zu legen. Das Programm berechnet dann automatisch Länge bzw. Flächeninhalt. Da im Protokoll nur das Bild ohne den Header gespeichert sein wird, mussten wir einen dauerhaften Maßstab anbringen. Dafür haben wir als Form eine Linie ausgewählt, und diese so lange gestaucht bzw. gestreckt, bis sie eine runde Einheit hatte. Bei der Größe meines Bildes hat sich die Einheit 1 Bogenminute

angeboten.



**Abb. 1:** Der Screenshot aus DS9 nach der Bearbeitung: Wenn man genau schaut, erkennt man den Staubring, der den Stern umrundet. (In der Graphik etwas heller) Zusätzlich haben wir mit dem Programm auch ein Koordinatensystem (Weiß), Achsen (Gelb) und einen Maßstab (ebenfalls Gelb) eingezeichnet.

#### 2. Aufgabe: Fitten der Pixel eines Streulichtgradienten aus Gnuplot

Für diese Aufgabe haben wir eine ASCII-Tabelle bekommen, welche die Helligkeit der einzelnen Pixel von links oben nach rechts unten der Graphik (2), die einen Streulichtgradienten darstellt, angibt.

Zunächst haben wir einen normalen Plot erstellt, in dem die Helligkeit auf der x-Achse und die Anzahl der Punkte mit dieser Helligkeit auf der y-Achse aufgetragen sind.

Dann haben wir ein Histogramm erstellt, das heißt, die Helligkeiten, die häufig vorgekommen sind, haben dicke Balken bekommen und die Helligkeiten, die selten vorgekommen sind, haben dünne Balken bekommen.

Man konnte zwei Kurven erkennen, wobei die linke sehr stark an eine Gaußfunktion erinnert. Die rechte ist zwar zu stark gekrümmt, aber die Gaußfunktion passt noch am ehesten.

Dennoch haben wir die Graphik zunächst mit einer konstanten Funktion gefittet. Der Grund dafür ist, dass diese Linie genau die Höhe des Erwartungswerts  $\mu$  der Punkte hat und die mittlere Abweichung der Punkte, der

Standardabweichung  $\sigma$  entspricht.

Diese Werte kann man in die Formel für die Standardabweichung

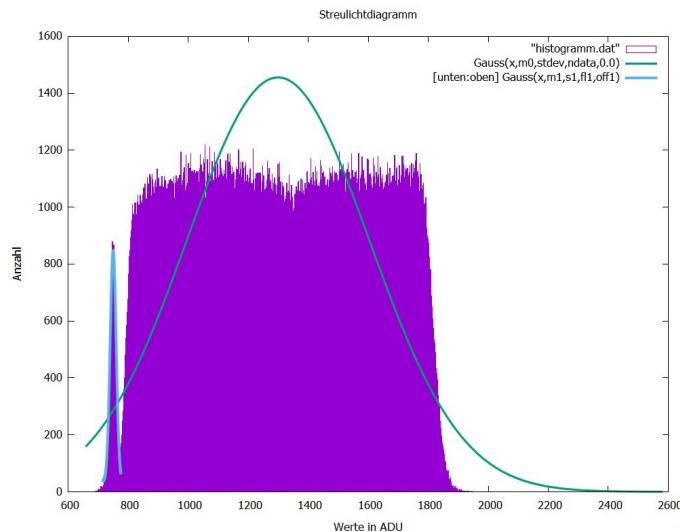
$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (1)$$

einsetzen. Diese Gleichung kann jedoch noch nicht an die Punkte gefittet werden, weil alle Parameter dieser Gleichung vorgegeben sind. Man erkennt jedoch, dass die Gaußfunktion, entlang der die Punkte verlaufen, einen viel größeren Flächeninhalt als 1 hat und an den Rändern gegen einen viel größeren Wert als 0 konvergiert.

Die zu kleine Fläche kann man korrigieren, indem man Formel 1 mit der tatsächlichen Fläche multipliziert, den zu hohen Rand kann man korrigieren, indem man die tatsächliche Höhe des Randes zu Formel 1 dazuzählt. Beide Werte kann man als Variable in das Programm eintippen und das Programm berechnet, welche Werte es einsetzen muss, damit die Kurve möglichst nahe bei den Punkten verläuft.

Außerdem handelt es sich eigentlich um zwei Gaußfunktionen. Wir haben dem Programm mitgeteilt, zwischen welchen Werten auf der x-Achse es die erste Gaußfunktion und zwischen welchen Werten es die zweite Gaußfunktion fitten soll. Die Funktionskurve außerhalb des gefitteten Bereichs sollte nicht angezeigt werden.

Nachdem das Programm alle Kurven richtig gefittet hat, haben wir Titel und Achsenbeschriftungen hinzugefügt.



**Abb. 2:** Der Screenshot aus Gnuplot nach der Bearbeitung: Man erkennt die Balken des Histogramms (Magenta) und die zwei Gaußfunktionen (Hellblau und Türkis), die den oberen Rand der Balken fitten sollen.

### 3. Zusammenfassung

Die Programme DS9 und Gnuplot stellten sich als sehr hilfreich heraus.

Bei DS9 war besonders praktisch, dass man die Wellenlängen einfach durch Verschiebung der Maus verstehen kann und dass Koordinaten und Maßstäbe, dank der Daten aus dem Header interaktiv einblendbar waren.

Bei Gnuplot war die Auswertung der Pixel eines Bildes als Statistik und dass man beliebige Funktionen mit beliebigen Variablen zum Fitten verwenden kann besonders nützlich.

### References

- [1] SPG v14.2.0., *hpacs 30HPPJSMAPB blue*, 30. August 2016
- [2] OBSID = 5, LTD 005 0007439193 00000, TIMETAG = 7439193.544815