

## Kometenaufnahmen optimieren

Eine Anleitung von Bernhard Hubl

### 1. EINLEITUNG

Bei Deepsky-Objekten kann man eine enorme Tiefe erreichen, wenn man die Optik den Sternen nachführt und lange genug belichtet. Die investierte Belichtungszeit wird nur durch die Ausdauer des Fotografen beschränkt.

Die Situation ist bei Kometen aus zwei Gründen völlig anders:

1. Kometen können sich in kurzer Zeit stark verändern. Die Veränderungen im Kometenschweif beschränken das maximale Zeitintervall für Aufnahmen auf typischerweise eine Stunde. Ein zu langes Zeitintervall würde zu einer zu großen Verschmierung von Strukturen führen.
2. Kometen bewegen sich sehr rasch am Himmel. Eine Nachführung nach den Sternen führt nach wenigen Minuten zu einer Verschmierung der Kometenstrukturen. Es ist zwar möglich nach dem Kometen nachzuführen, aber dann erzeugen die Sterne Strichspuren.

Im Nachfolgenden möchte ich meine Methode vorstellen, wie ich zu einer tiefen Kometenaufnahme mit scharfem Sternenhintergrund komme. Dazu verwende ich als Beispiel meine Aufnahme von Komet Swan vom 26.10.2006 ( [www.astrophoton.com/swan-2.htm](http://www.astrophoton.com/swan-2.htm) ).



**Bild 1** Komet Swan am 26.10.2006 mit NP101 und ST2000XM mit 36 min Belichtungszeit

## 2. GEWINNUNG DER AUFNAHMEN

### 2.1. Beobachtungsplanung

Eine sorgfältige Beobachtungsplanung ist die Voraussetzung für eine erfolgreiche Aufnahme. Zuerst aktualisiert man die Bahnparameter des Kometen in der Planetariumsoftware seiner Wahl. Ich verwende dazu Guide8. Eine wichtige Größe ist die Geschwindigkeit der scheinbaren Bewegung. Bei Guide8 kann die Geschwindigkeit in den letzten Zeilen des Info-Fensters zu Komet Swan abgelesen werden (Bild 2). Komet Swan bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von 5,9' pro Stunde bzw. 5,9" pro Minute. Mit meiner Ausrüstung (NP101 und ST2000XM) erreiche ich eine Auflösung von 2,7" pro Pixel. Ich möchte nach den Sternen nachführen und erlaube eine Verschmierung der Kometenstrukturen in der Einzelaufnahme von etwa 2 Pixel. Daher sollte die Einzelbelichtungszeit nicht länger als etwa 1 Minute sein.

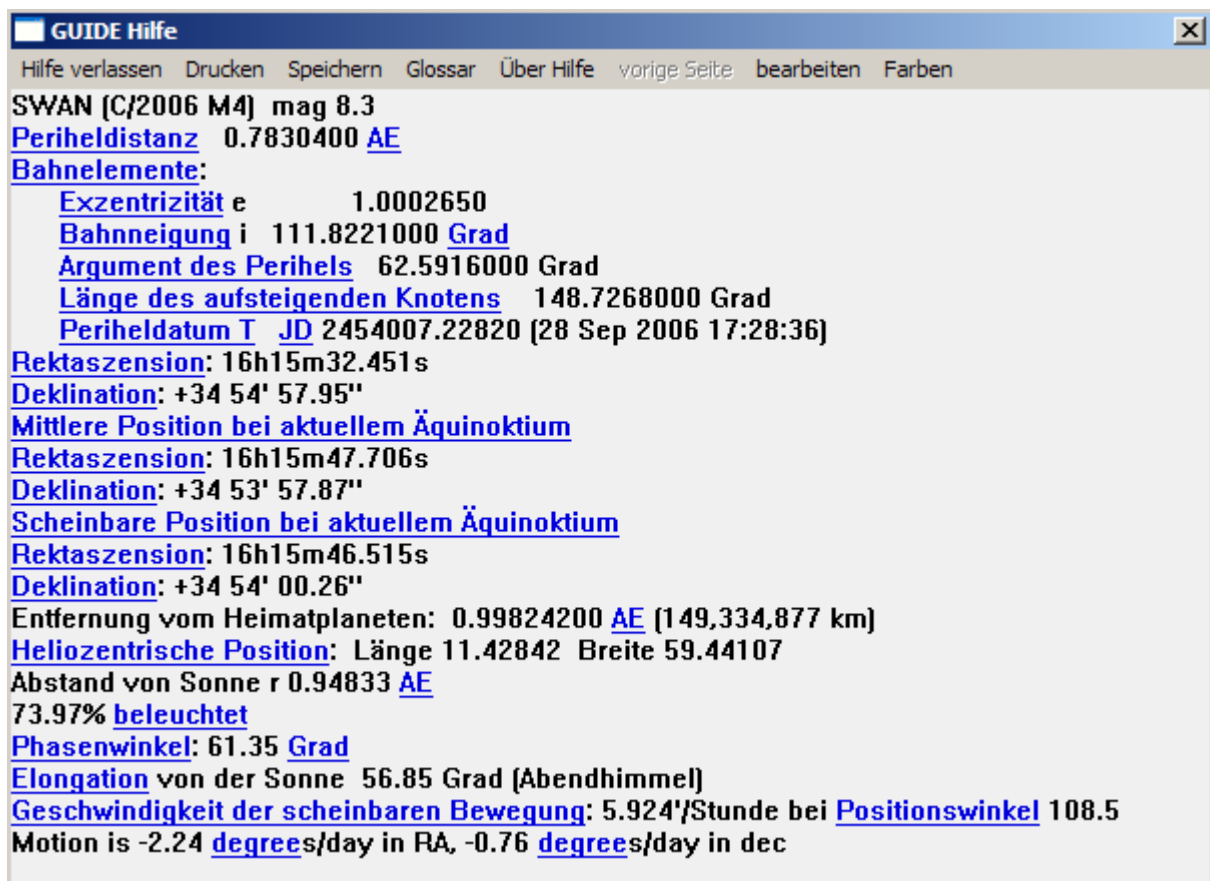
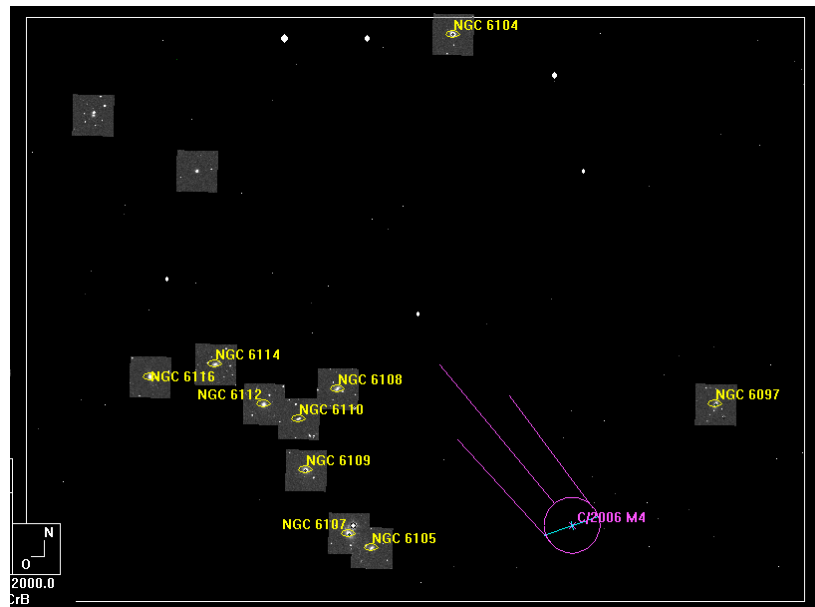


Bild 2 Info-Fenster von Guide8 zu Komet Swan

Als nächstes schaue ich mir die Bewegung von Komet Swan in einer Zeitspanne von einer Stunde an und lege den gewünschten Bildausschnitt fest (siehe Bild 3).

# Kometenaufnahmen optimieren



**Bild 3** Auswahl des Bildausschnitts in Guide8: Der weiße Rahmen deutet den Chip der ST2000XM an und die blaue Linie im Kometenkopf zeigt die Bewegung des Kometen innerhalb einer Stunde an.

## 2.2. Festlegung der Belichtungszeiten

Für eine minimale Verschmierung der Kometendetails sollen kurze Belichtungszeiten gewählt werden. Ich habe mich daher bei der Luminanz für eine Belichtungszeit von 60 s im 1x1 Binning entschieden. Für die Farbe ist 2x2 Binning sinnvoll. Da die ST2000XM im Roten nur halb so empfindlich ist wie in Grün oder Blau habe ich für Rot 60s, für Grün 30s und für Blau 30s gewählt.

## 2.3. Belichtungssequenz

Für die im Nachfolgenden beschriebene Bildbearbeitungsmethode ist es sehr wichtig, dass zwischen den Einzelaufnahmen durch einen Filter ein genügend großer zeitlicher Abstand gewählt wird: Bei einer Ausrichtung der gewonnenen Einzelaufnahmen durch einen Filter auf den Kometenkern dürfen sich die Sterne der Einzelaufnahmen nicht überlappen.

Hier sind alle Besitzer einer CCD-Kamera mit Filterrad und homofokalem Filtersatz den Benutzern von Filterschiebern klar im Vorteil. Durch einen ständigen Filterwechsel von Aufnahme zu Aufnahme ergibt sich der erforderliche zeitliche Abstand zwischen den Einzelaufnahmen von selbst.

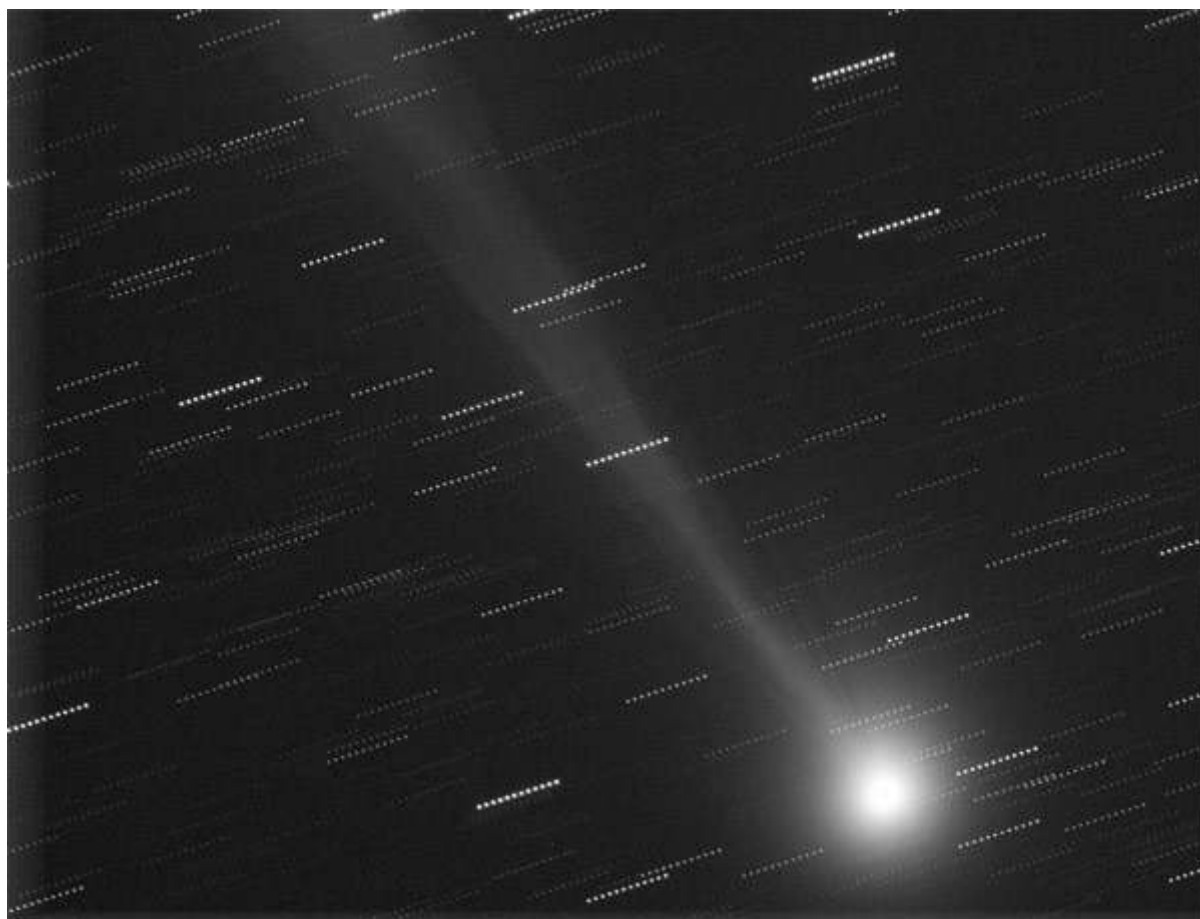
Ich habe die in Tabelle 1 angeführte Sequenz gewählt. Die Delay-Zeiten dienen dazu, dass der Guider nach dem Filterwechsel wieder optimal arbeitet. Ein gesamter Belichtungszyklus dauert etwa 4 Minuten. Bei einer Kometengeschwindigkeit von 5,9" pro Minute kommt es somit zu einer Verschiebung des Kometen von 24" von Aufnahme zu Aufnahme durch einen Filter. Damit kommt es auch bei helleren Sternen zu keiner Überlappung (siehe Bild 4).

Es sollen mindestens 10 Zyklen durchlaufen werden. Die Zeitspanne zwischen erster gewonnenen Aufnahme und letzter Aufnahme sollte nicht länger als eine Stunde sein, damit die Kometendetails nicht durch reale Veränderungen im Kometen ausgewaschen werden.

# Kometenaufnahmen optimieren

**Tabelle 1** Belichtungssequenz

Delay	20 s
Belichtung Clear-Filter	60s, 1x1 Binning
Delay	10 s
Belichtung R-Filter	60s, 2x2 Binning
Delay	10 s
Belichtung G-Filter	30s, 2x2 Binning
Delay	10 s
Belichtung B-Filter	30 s, 2x2 Binning



**Bild 4** Einfache Mittelung von 12 Clear-Aufnahmen bei Ausrichtung auf den Kometenkern: Die Sterne überlappen nicht.

## 3. BILDBEARBEITUNG

### 3.1. Grundlegende Vorgangsweise

Die Rohdaten werden wie bei normalen Deepsky-Objekten kalibriert (Darkabzug, Flat, Hot/Dark-Pixelkorrektur).

Aus den kalibrierten Rohdaten möchte ich zwei separate Bilder erzeugen:

1. ein Bild, das nur den Kometen enthält (keine Sterne)
2. Bild, das nur die Hintergrundsterne und Hintergrundgalaxien enthält, jedoch nicht den Kometen

Bei beiden Aufnahmen erfolgt die Farbgewichtung mit der Standard-G2-Methode:

[www.astrophoton.com/tips/Farbbalance.pdf](http://www.astrophoton.com/tips/Farbbalance.pdf)

Beide Bilder werden schließlich in Photoshop überblendet.

### 3.2. Bild des Kometen

Die Einzelbilder werden auf den Kometenkern ausgerichtet. Eine direkte Mittelung würde jedoch ein Ergebnis wie in Bild 4 erzeugen. Um die Sterne zu unterdrücken ist es erforderlich zum Kombinieren der Einzelbilder den Sigma Combine Algorithmus zu verwenden. Sigma Combine führt im Wesentlichen eine Mittelung durch, jedoch werden von der Mittelung vom Durchschnitt extrem abweichende Pixelwerte ausgeschlossen. Diese Methode wird normalerweise eingesetzt, um Satelliten, Flugzeugspuren oder Cosmics effizient zu eliminieren. In unserem Fall wollen wir Sigma dazu verwenden, um die Sterne verschwinden zu lassen. Jetzt wird klar, warum es bei der Gewinnung der Einzelaufnahmen so wichtig war, eine Sternüberlappung zu vermeiden.

Die meiner Meinung nach beste Software für Sigma Combine ist CCDSTACK. Aber auch die Freeware-Software Sigma von Ray Gralak liefert sehr gute Dienste.

Somit erfolgt die Mittelung sowohl von L als auch von R, G und B mittels Sigma Combine. Der Zusammenbau zum LRGB erfolgt wie bei normalen Deepsky-Objekten (siehe Bild 5).

### 3.3. Bild des Sternenhintergrunds

Die Eliminierung des Kometen aus dem Sternenhintergrund ist deutlich schwieriger. Es gibt auch Astrofotografen, die das Sternenfeld einfach einen Tag später aufnehmen. Dann ist der Komet aus dem Feld gewandert und alles ist viel einfacher. Diese Methode geht mir aber eindeutig zu weit. Damit verliert die Aufnahme an Authentizität und wird zu einer puren Montage. Mir gefällt da der steinigere Weg, alle Informationen nur aus unseren vorliegenden Rohdaten herauszuquetschen, viel besser.

Dazu werden als erstes alle Einzelbilder auf die Sterne ausgerichtet. Bei der Kombination der Aufnahmen könnten wir wieder versuchen, den Sigma-Algorithmus zu verwenden, um nun den Kometen zu eliminieren. Das scheitert jedoch, da sich der Komet viel zu wenig von Aufnahme zu Aufnahme bewegt, damit Sigma funktionieren könnte. Wir müssen somit mit einer einfachen Mittelung leben und erhalten als Ergebnis einen guten Sternenhintergrund mit einem verwaschenen Kometen (siehe Bild 6).

## Kometenaufnahmen optimieren



**Bild 5** LRGB-Bild, das nur den Kometen enthält: Schwache Striche sind Reste von nicht optimal entfernten Sternen



**Bild 6** Bild mit scharfen Sternen und verwaschenen Kometen

# Kometenaufnahmen optimieren

Um nun den verwaschenen Kometen aus dem Sternenhintergrund zu entfernen hilft nur ein sorgfältig eingesetztes künstliches Flat. Wir interpretieren somit den verwaschenen Kometen als äußerst fieses Gradienten, den es wegzurechnen gilt!

Das funktioniert am besten mit Photoshop:

1. Ebene duplizieren
2. Filter -> Störungsfilter -> Staub und Kratzer
  - Radius: 8 bis 15
  - Schwellenwert: 6 bis 12
3. Kopierstempel, um Reste von hellen Sternen zu eliminieren.
4. Filter -> Weichzeichnungsfilter -> Gaußscher Weichzeichner
  - Radius: 10-15
5. Kopierte Ebene ausblenden und Hintergrund-Ebene wählen
6. Bild -> Bildberechnungen: Hintergrund-Kopie von Hintergrund subtrahieren



**Bild 7 Sternfeld nach Anwendung des künstlichen Flats: minimale Reste des Kometen sind noch erkennbar**



## 3.4. Überblendung von Komet und Sternfeld

Das Überblenden von Komet und Sternfeld funktioniert am besten mit der Überblendung „Aufhellen“. Dabei kann man die Gradationskurve so anpassen, dass Artefakte aus der Erstellung des künstlichen Flats sowie Artefakte aus dem Sigma Combine abgeschwächt werden.

Zum Abschluss das Ergebnis unserer langen Prozedur:

[www.astrophoton.com/swan-2.htm](http://www.astrophoton.com/swan-2.htm)



**Bild 8** Überblendetes Bild