

Eine Supernova in der Galaxie NGC 6946?



Der Tod der Sterne

Sterne leben nicht ewig. In einem normalen Stern, wie der Sonne, wird ständig Wasserstoff in Helium umgewandelt und dabei Energie erzeugt. Das erzeugt einen Strahlungsdruck, der der Gravitationskraft entgegenwirkt. Die Gravitationskraft will den Stern unter seiner eigenen Masse kollabieren lassen; der Strahlungsdruck wirkt in die entgegengesetzte Richtung und ein normaler Stern befindet sich genau im Gleichgewicht.

Doch irgendwann ist der Wasserstoff so gut wie verbraucht. Dann wird auch der Strahlungsdruck geringer und der Stern beginnt zu kollabieren. Dadurch erhöhen sich in seinem Inneren Druck und Temperatur und eine neue Fusionsstufe kann anlaufen; der Kollaps wird aufgehalten. Nun fusioniert der Stern Helium zu Kohlenstoff. Aber auch hier ist das Helium irgendwann verbraucht und das Spiel beginnt von neuem. Im nächsten Schritt wird Kohlenstoff in Sauerstoff umgewandelt.

Im Zuge der einzelnen Fusionsstufen schrumpft der Stern immer weiter und erzeugt immer neue Elemente. Der Prozeß endet, wenn Eisen produziert wurde - denn wenn man Eisen durch Kernfusion in anderes Element umwandeln will, braucht man mehr Energie, als man gewinnt.

Sterbende Sterne erzeugen also einen Eisenkern – und wenn dessen Masse eine gewisse Grenze überschreitet ist seine atomare Konfiguration nicht mehr stabil und er kollabiert. Das geschieht mit enormen Geschwindigkeiten und der Kern wird immer weiter komprimiert, solange bis quantenmechanische Prozesse eine weitere Verdichtung verbieten („Entartungsdruck“). Der Kollaps kommt plötzlich zum Stillstand, die Druckwelle wird am Kern reflektiert und läuft wieder nach außen. Die verbliebenen äußeren Gasschichten des Sterns werden dadurch regelrecht abgesprengt – eine Supernova hat stattgefunden. Zurück bleibt nur ein Neutronenstern oder ein schwarzes Loch.

Aber nicht jeder Stern beendet sein Leben in so einer gewaltigen Explosion. Damit

eine Supernova stattfinden kann, muss der Stern mindestens achtmal schwerer sein, als unsere Sonne. Ihr bleibt dieses Schicksal also erspart – sie wird sich am Ende ihres Lebens nur langsam aufblähen und zu einem roten Riesen werden von dem dann am Ende, nachdem die äußeren Hüllen abgestoßen wurden, nur ein kleiner weißer Zwerg übrig bleibt.

Supernova-Identifikation mit Aladin

Bei astronomischen Aufnahmen tauchen oft Sterne auf, die im ersten Moment keinen bekannten Objekten zuzuordnen sind. Mit dem Programm Aladin lässt sich leicht herausfinden, ob es sich dabei tatsächlich um einen „neuen Stern“ und damit um eine Supernova handelt oder nicht.

Auf der vorliegenden Aufnahme (ngc6946.fits) der Spiralgalaxie NGC 6946 ist so ein neuer Stern zu sehen. Dieses Bild wurde Col Drusciè Observatorium am 7. Februar 2008 gemacht. Darauf findet sich ein Stern, bei dem es sich um eine Supernova handeln könnte. Es soll nun überprüft werden, ob dies tatsächlich der Fall ist.

Dazu muss das Bild zuerst geöffnet werden:

Datei -> lokale Datei öffnen...

Auf dem nun angezeigten Bild ist die Galaxie kaum zu sehen:

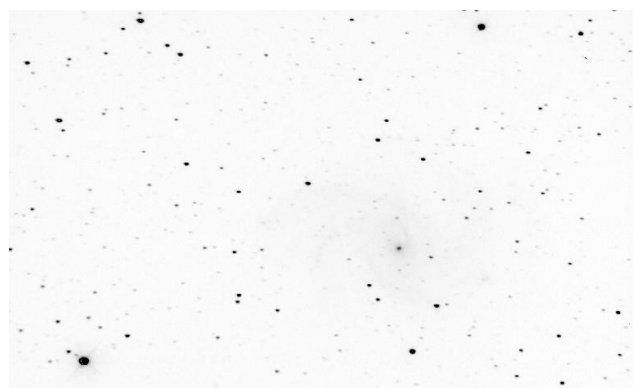


Bild 1: Unbearbeitete Aufnahme von NGC 6946

Um die Darstellung zu verbessern, ändern wir den Kontrast:

Bild --> Pixel Kontrast & Map (oder die Schaltfläche „pixel“ in der Werkzeugleiste anklicken)

Nun lässt sich die Darstellung ändern. Am besten wird für die Transferfunktion „sqrt“ gewählt; zusätzlich lässt sich der Kontrast noch durch das Verschieben der schwarzen Dreiecke verändern:



Bild 2: Der Kontrast der Aufnahme wird geändert

Die Struktur der Galaxie ist nun viel deutlicher zu erkennen:

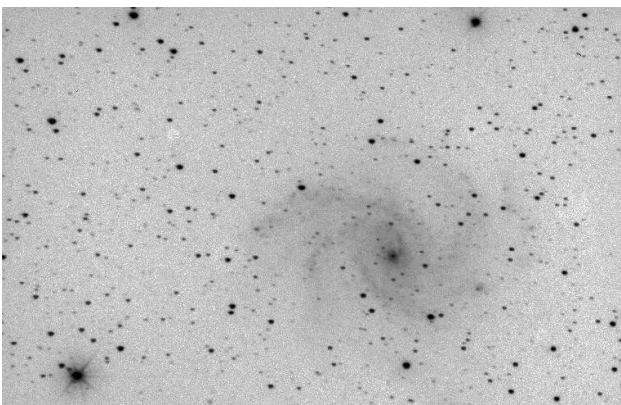


Bild 3: Die bearbeitete Aufnahme der Galaxie

Um nun herauszufinden, ob sich auf dieser Aufnahme ein bisher unbekannter Stern befindet, müssen wir das Bild mit alten Aufnahmen von NGC 6946 vergleichen. Bevor das geschehen kann, muss das Bild allerdings erst astrometrisch kalibriert werden. Die vorliegende Aufnahme enthält noch keine Informationen über die Positionen der Sterne – wir wissen nicht,

welche Koordinaten die einzelnen Objekte haben.

Die astrometrische Kalibrierung erfolgt am einfachsten durch einen Vergleich mit einer schon kalibrierten Aufnahme der selben Region am Himmel.

Wir öffnen also die Bilder-Datenbank, um im virtuellen Observatorium nach Aufnahmen von NGC 6946 zu suchen:

Datei --> Öffnen

Als Ziel wird hier „NGC 6946“ angegeben. Ein Klick auf „Absenden“ startet die Suche nach vorhandenen Aufnahmen. Eine Liste der gefundenen Bilder wird angezeigt.

Für die Kalibrierung wählen wir eine der Aufnahmen aus: am besten aus dem POSS II Katalog. Daraus werden mehrere Bilder angezeigt, die in verschiedenen Wellenlängenbereichen aufgenommen wurden (erkennbar an den Einträgen in der Spalte „Color“) und die verschiedenen große Bildausschnitte zeigen (erkennbar an den Einträgen in der Spalte „Size“). Wir wählen am Besten ein Bild der Größe 13 mal 13 Bogenminuten, aufgenommen mit dem F-Filter bei 658 Nanometern (das entspricht rotem Licht):

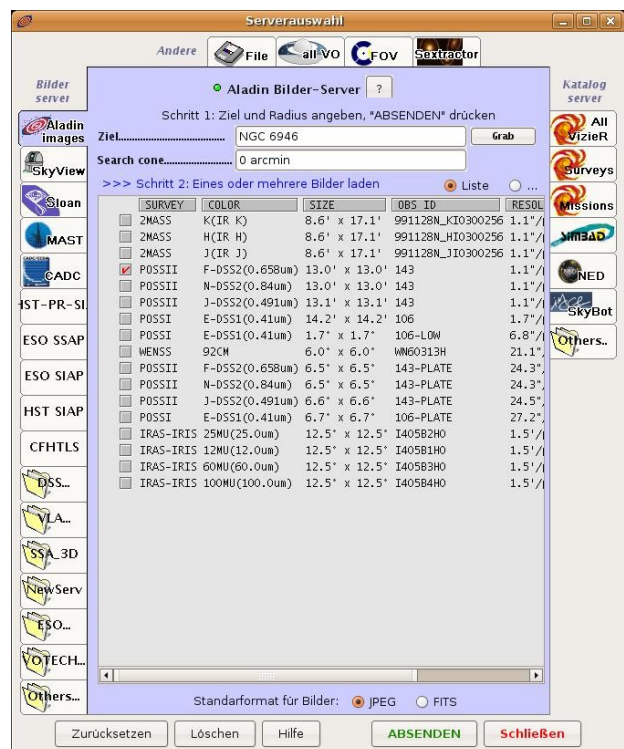


Bild 4: Ein Vergleichsbild für die astrometrische Kalibrierung wird ausgewählt

Mit einem weiteren Klick auf „Absenden“ wird das Bild in Aladin geladen. Für die Kalibration ist es am praktischsten, wenn beide Bilder von NGC 6946 nebeneinander angezeigt werden. Dazu kann mit

Betrachten -> 2 Fenster

die Ansicht in 2 Bereiche geteilt werden. Das gleiche lässt sich auch mit der Schaltfläche „Ansicht teilen“ links unten über dem Meßfenster erreichen:



Bild 5: Das Aladin-Fenster wird in 2 Bereiche aufgeteilt

In der Stapelansicht (ganz rechts) können nun die beiden Bilder ausgewählt werden, die angezeigt werden sollen:

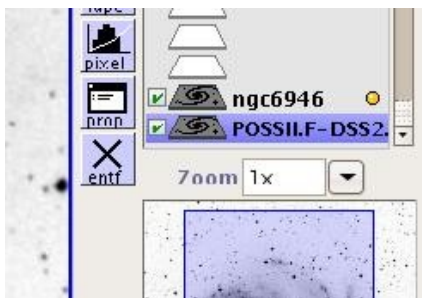


Bild 6: 2 Bilder werden angezeigt

Mit den Werkzeugen „hand“ (zum Verschieben) und „zoom“ kann man nun beide Bilder einigermaßen identisch ausrichten:

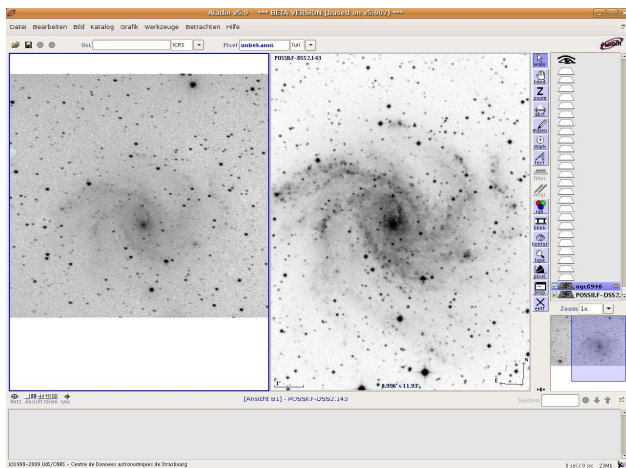


Bild 7: Beide Bilder der Galaxie stehen zum Vergleich bereit

Um das Bild zu kalibrieren wird nun zuerst mit

Katalog -> Astrometrische Kalibration

das Kalibrationsfenster geöffnet. Dort wird die Methode „mit Vergleichssterne“ gewählt.

Es ist nun nötig, auf beiden Bildern identische Sterne zu finden und in das Formular einzutragen. Unter „x y Position“ werden die Pixelkoordinaten des unkalibrierten Bildes eingegeben; unter „hh mm ss +dd mm ss“ die entsprechenden Werte für Rektaszension und Deklination aus dem kalibrierten Katalogbild.

Das geht am einfachsten, wenn man die Sterne mit dem Werkzeug „wahl“ abwechselnd in den beiden Bildern anklickt; die entsprechenden Werte werden automatisch in das Formular übernommen. Man sollte mindestens 5 Sternpaare für die Kalibration auswählen:



Bild 8: Die Aufnahme wird kalibriert

Mit einem Klick auf „Erstellen“ wird die Kalibration durchgeführt. Nun wurden der Aufnahme die korrekten astronomischen Koordinaten hinzugefügt.

Mit der Schaltfläche „sync“ - links unten über dem Meßfenster – können nun die beiden Aufnahmen synchronisiert werden, so daß sie den selben Maßstab und die

selbe Orientierung aufweisen:



Bild 9: Bilder können mit "sync" synchronisiert werden.

Es ist nun alles bereit, um herauszufinden, ob sich auf unserer Aufnahme ein neuer Stern befindet.

Wir vermuten, dass es sich bei diesem Stern um eine Supernova handelt:

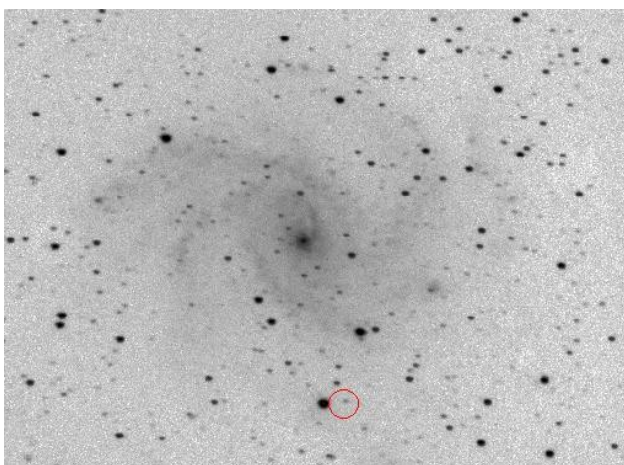


Bild 10: Eine Supernova?

Wenn der Stern auf dieser Aufnahme aus dem Jahr 2008 zu sehen ist; nicht aber auf älteren Bildern, dann handelt es sich höchstwahrscheinlich tatsächlich um eine Supernova. Das geladene Bild aus dem POSS-Katalog wurde 1991 aufgenommen und eignet sich daher für einen Vergleich.

Der kann auf 2 Arten erfolgen. Am einfachsten ist eine Überblendung der beiden Bilder. Dazu gibt es bei jedem Bild im Stapel eine kleine Markierung, mit dem sich eine Überlagerung steuern lässt:

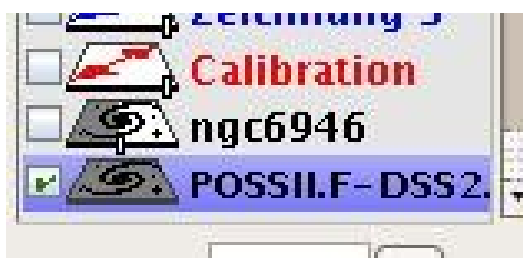


Bild 11: 2 Bilder werden überlagert

Durch Verschieben des kleinen Reglers lässt sich die Transparenz des überlagerten Bildes steuern. Man erkennt deutlich, dass der besagte Stern in der Aufnahme von 1991 nicht vorhanden ist.

Um sicher zu gehen, dass es sich tatsächlich um eine Supernova handelt, sollten nun auch noch die Aufnahmen in anderen Wellenlängenbereichen überprüft werden. Dazu werden so wie oben die POSS-II Bilder mit J- und N-Filter geladen. Auch auf diesen Aufnahmen ist der neue Stern nicht zu sehen – es kann sich also wirklich um eine Supernova handeln.

In diesem Fall muss das Objekt noch ausführlich weiter untersucht werden um eindeutig sicherzustellen, dass es tatsächlich ein Supernova ist und kein anderes Phänomen. Außerdem ist es wichtig, dass nach Ausbruch einer Supernova möglichst viele Beobachtungen angestellt werden, da diese nur für eine begrenzte Zeit sichtbar ist.

Deswegen meldet man so eine Beobachtung an die zuständigen Stellen der Internationalen Astronomischen Union (<http://www.cfa.harvard.edu/iau/DiscoveryInfo.html>) bzw. informiert Kollegen, die solche Beobachtungen durchführen. Dazu ist es aber nötig, die Koordinaten der Supernova und ihre Position in Bezug auf die Galaxie genau anzugeben.

Das lässt sich in Aladin leicht durchführen. Die Koordinaten erhält man einfach, indem man mit dem „wahl“-Werkzeug den Pfeil direkt auf die Supernova bewegt. Die Koordinaten lassen sich dann im „Ort“-Feld über dem Bild ablesen

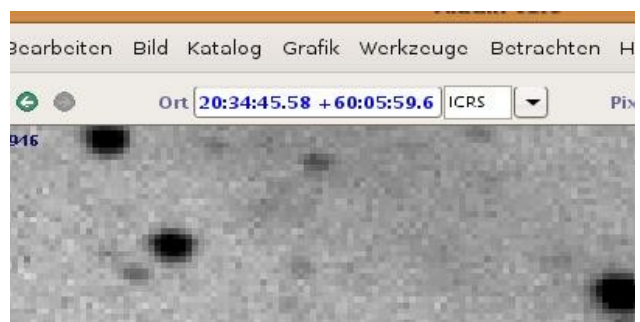


Bild 12: Die Koordinaten der Supernova werden bestimmt.

Bessere Ergebnisse erhält man, wenn man vorher das „zoom“-Werkzeug benutzt, um den Bildausschnitt mit der Supernova zu vergrößern.

In diesem Fall lauten die Werte der Supernova für Rektaszension und Deklination: $\alpha=20^{\text{h}} 34^{\text{m}} 45^{\text{s}}.58$ und $\delta=+60^{\circ} 05' 59''.06$

Die Position der Supernova in Bezug auf die Galaxie lässt sich ebenfalls leicht mit dem „abst“-Werkzeug herausfinden. Man zieht mit der Maus einfach eine Linie vom Zentrum der Galaxie zur Supernova. Der Abstand zum Zentrum und der Positionswinkel lassen sich dann direkt unter dem Bild ablesen:

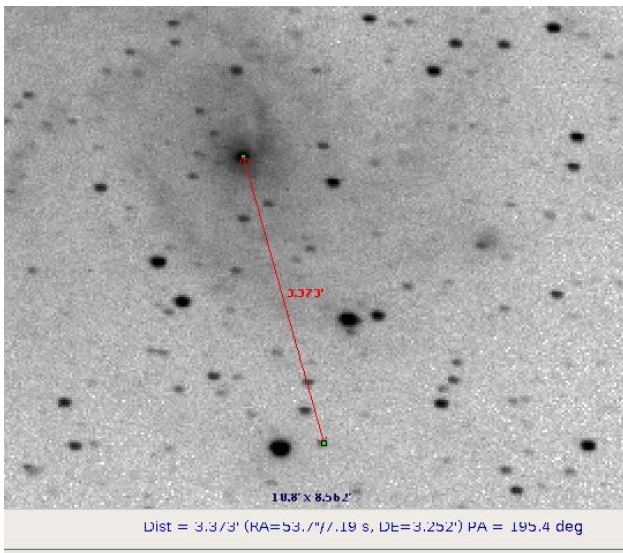


Bild 13: Die Position der Supernova relativ zur Galaxie wird bestimmt

In unserem Fall ergibt sich ein Abstand von 3.37 Bogenminuten und ein Positionswinkel von 195.4 Grad.

Andere Supernovae und ein buntes Bild von NGC 6946

Zum Abschluss ist es vielleicht noch interessant, zu sehen, wieviele andere Supernovae in der Galaxie NGC 6946 schon gefunden wurden. Das lässt sich leicht mit einer Suche in den Katalogen des virtuellen Observatoriums herausfinden.

Dazu wird das Fenster zur Katalogsuche geöffnet:

Datei -> Öffnen...

Dann wird in der List der verfügbaren Katalogdatenbanken (rechts) die Simbad-Datenbank ausgewählt.

Als Ziel wird „NGC 6946“ eingegeben, im Menü für die Filter wird „no filter“ gewählt. Ein Klick auf „Absenden“ lädt die Katalogdaten:

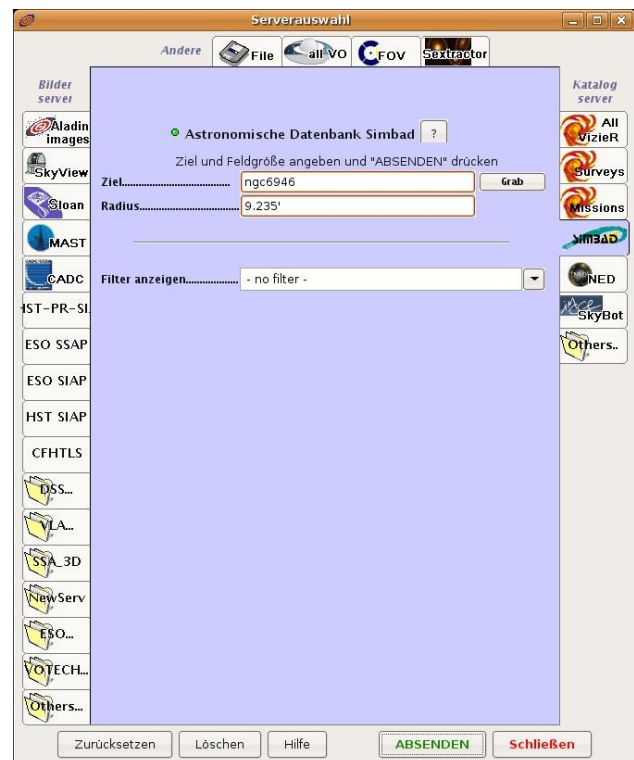


Bild 14: Katalogdaten aus Simbad werden geladen

Aladin zeigt nun alle Objekte in der Umgebung von NGC 6946 an, die einen Eintrag im Simbad-Katalog haben. Uns interessieren aber nur die Supernovae – also müssen wir einen entsprechenden

Filter erzeugen.

Dazu öffnet man das Filter-Menü:

Katalog -> Einen neuen Filter erzeugen

und wechselt dort in den „Modus für Fortgeschrittene“.

Im Katalog sind die Objekte u.a. nach ihrer Objektklasse (Stern, Galaxie, Supernova, etc) sortiert. Wir können auf die entsprechende Klassifizierung über die Auswahl von bestimmten UCDs zugreifen. Diese Unified Content Descriptors beschreiben alle vorhandenen Daten. Über den Menüpunkt „UCDs“ und „UCDs in geladenen Katalogen“ lassen sich alle vorhandenen Informationen anzeigen.

Uns interessiert der UCD „src.class“, der die Art der Objekte beschreibt. Wählt man diesen Eintrag aus, wird er automatisch in das Feld für die Filterdefinition übernommen. Wir spezifizieren nun, welche Objekte wir auswählen wollen:

```
[src.class]="SN"
```

Mit „SN“ werden Supernovae bezeichnet. Um diese dann auch wieder anzuzeigen, erweitern wir die Definition des Filters noch auf:

```
[src.class]="SN" {draw red square}
```



Bild 15: Ein Filter wird definiert

Nun werden alle Supernova im Katalog als rote Quadrate angezeigt. Ein Klick auf „Übernehmen“ aktiviert den Filter

Es werden 9 Supernovae angezeigt (darunter auch die, die wir in diesem Beispiel untersucht haben). Werden sie mit dem Werkzeug „wahl“ markiert, erhält man die entsprechenden Katalogeinträge im Meßfenster.

Zusätzlich können wir die Position der 9 Supernovae auf einem Farbbild der Galaxie anzeigen.

Da astronomische Aufnahmen meist nur in bestimmten Wellenlängenbereichen gemacht werden, müssen für ein farbiges Bild erst Bilder mit passender Wellenlänge rechnerisch kombiniert werden.

Dazu laden wir 2 Bilder von NGC 6946 die mit einem blauen bzw. roten Filter aufgenommen wurde:

Datei -> Öffnen...

In der Bilderdatenbank wählen wir nun in der linken Leiste den DSS-Server (Digitalized Sky Survey) aus. Als Ziel wird wieder „NGC 6946“ eingegeben, bei „Sky Survey“ wird einmal „DSS2-red“ und einmal „DSS2-blue“ gewählt.

Nachdem die Bilder in Aladin geladen wurden, können sie mit dem „rgb-Werkzeug“ zu einem Farbbild kombiniert werden.

Im rgb-Menü wird unter „Rot“ das rote DSS-Bild ausgewählt; unter „Blau“ das blaue (das Feld für „Grün“ wird leer gelassen):



Bild 16: Ein farbiges Bild wird erzeugt

Ein Klick auf „Erstellen“ erzeugt das Farbbild: