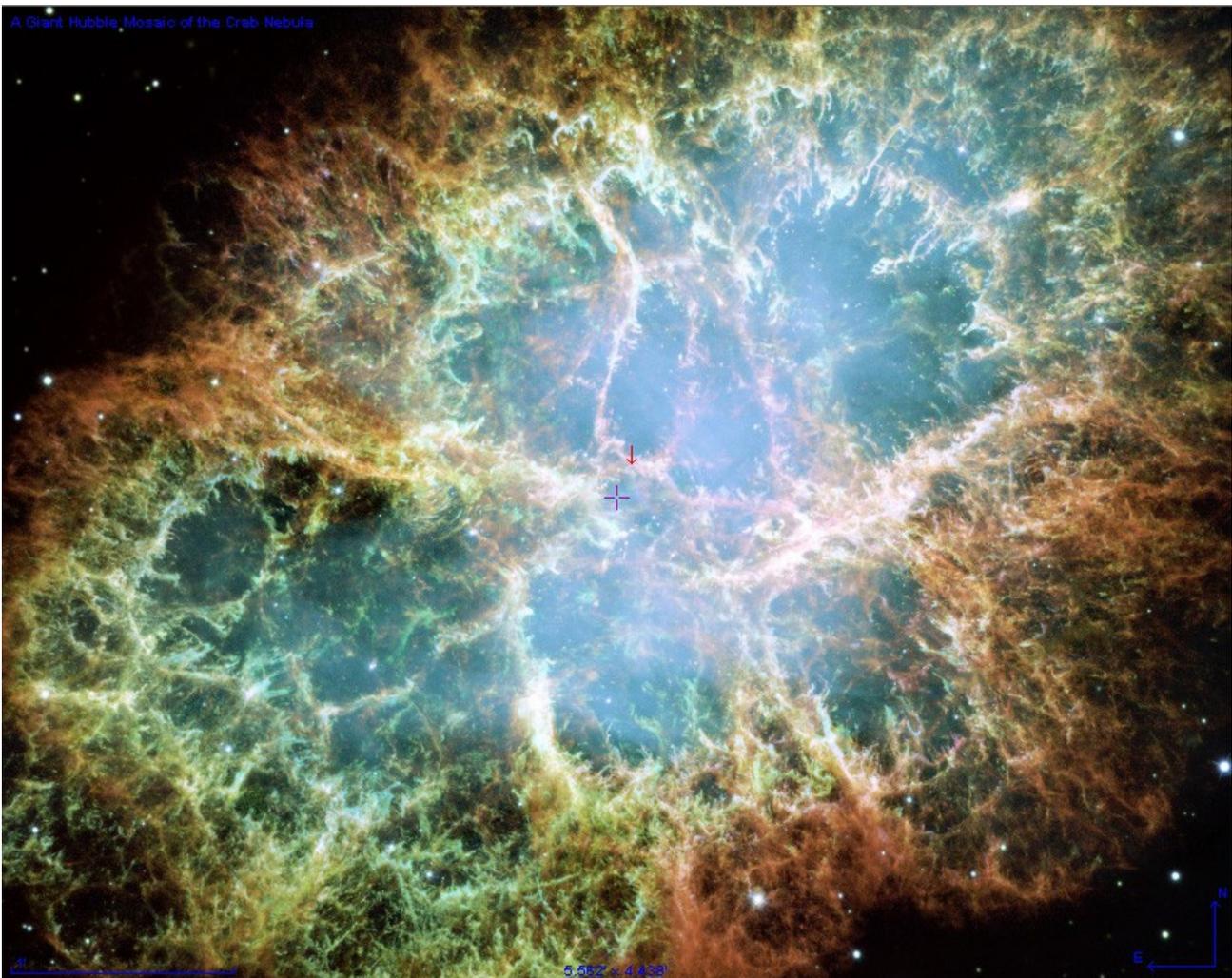


Die Entfernung zum Krebsnebel



Einleitung

Der Krebsnebel (M1) ist eines der bekanntesten Objekte am Himmel. Er zeigt, was von einem Stern übrig bleibt, wenn dieser in einer Supernova explodiert. Für diesen speziellen Fall wissen wir sogar, wann der ursprüngliche Stern explodiert ist. Im Jahr 1054 berichteten chinesische Astronomen von einem „neuen“, sehr hellen Stern am Himmel. In Wahrheit war es aber kein neuer Stern sondern ein sehr alter Stern in dessen Inneren die Kernreaktionen zum Erliegen gekommen sind und der sein Leben dann in einer gewaltigen Explosion beendet hat. Diese Explosionen sind sehr hell und für einige Zeit kann es tatsächlich so aussehen, als wäre ein neuer Stern am Himmel entstanden.

Da wir wissen, wann der Stern explodiert ist und da wir außerdem beobachten können, wie weit die Überreste bis heute ins All geschleudert worden sind, können wir die Ausbreitungsgeschwindigkeit dieser Explosionsüberreste berechnen. Und daraus lässt sich die Entfernung des Krebsnebels ableiten.

Der Krebsnebel

Im sichtbaren Licht betrachtet, zeigt sich der Krebsnebel als ovale Masse von Filamenten. Im Zentrum liegt ein Pulsar. Das ist ein extrem dichtes Objekt, das nach der Supernova vom eigentlich Stern übrig geblieben ist. Ein Pulsar ist ein schnell rotierender Neutronenstern von dem wir auf der Erde in regelmäßigen Abständen elektromagnetische Pulse empfangen. Die Fotografien, die in den letzten 100 Jahren vom Krebsnebel gemacht wurden zeigen, dass sich der Nebel ausdehnt. Aus dieser Ausbreitungsgeschwindigkeit konnte man zurückrechnen und stellte fest, dass die Explosion vor etwa 900 Jahren stattgefunden haben muss. In historischen Aufzeichnungen fand man dann schon die oben erwähnten Beobachtungen chinesischer Astronomen aus dem Jahr 1054. Der Krebsnebel, der 1758 von Charles Messier katalogisiert wurde und

daher in seinem Messier-Katalog die Nummer 1 (M1) trägt, gehört zu einer Gruppe von ein paar dutzend bekannten Supernovaüberresten in unserer Milchstrasse (andere bekannte Objekte sind SN1006, die von Tycho Brahe entdeckte Supernova SN1572, die von Johannes Kepler entdeckte Supernova SN1604 oder die Supernova SN1987A, die in der großen magellanschen Wolke explodierte).

Röntgenastronomie

Der Krebsnebel ist ein wunderbares Beispiel für ein Objekt, dass in allen elektromagnetischen Wellenlängenbereichen strahlt. Einige seiner Eigenschaften sind nur im hochenergetischen Bereich zu denen auch die Röntgenstrahlung gehört beobachtbar. Die werden normalerweise von der Erdatmosphäre absorbiert – aber seit einigen Jahrzehnten gibt es spezielle Weltraumteleskop die vom All aus die Röntgenstrahlung der Himmelsobjekte beobachten. Gerade die Röntgenastronomie hat unser Wissen über Pulsar und Supernovaüberreste enorm erweitert.

Messungen mit Aladin.

Mit dem Aladin-Programm des Centre de Données astronomiques de Strasbourg (CDS) kann man auf eine große Datenbank an astronomischen Bildern und Daten zugreifen. Damit ist es auch möglich, den Krebsnebel zu betrachten und zu vermessen. Das Programm kann unter <http://aladin.u-strasbg.fr> heruntergeladen werden (oder direkt von dort als Java-Applikation im Webbrowser gestartet werden).

Die Größe des Nebels

Um die Entfernung zum Krebsnebel zu bestimmen, müssen wir wissen, wie groß der Nebel tatsächlich ist und diesen Wert mit der Größe des Nebels vergleichen die er für uns am Himmel scheinbar hat. Die

tatsächliche Größe lässt sich leicht aus der Ausbreitungsgeschwindigkeit bestimmen. Aus spektroskopischen Messungen wissen wir, dass sich das Material mit etwa 1500 km/s bewegt.

Um den Nebel genauer zu untersuchen, laden wir zuerst ein Bild davon in Aladin. Dazu öffnet man die Serverauswahl (Datei → Öffnen...). Bei „Ziel“ gibt man „M1“ ein und klickt dann auf „Absenden“. In der Liste der verfügbaren Bilder die nun erscheint wählen wir das aktuellste Bild aus dem Jahr 1998 aus (Bild 1).

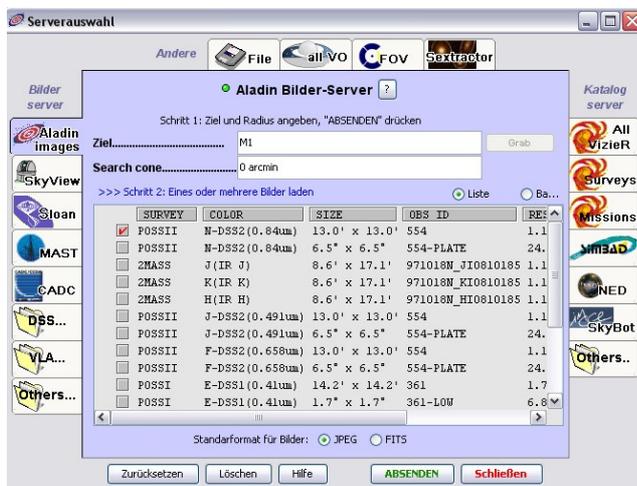


Bild 1: Ein Bild von M1 wird geladen

Mit diesem Datum können wir auch gleich eine Abschätzung für die tatsächliche Größe des Nebels gewinnen. Da die Supernova 1054 stattfand sind bis 1998 genau 944 Jahre vergangen. Das sind 29700000000 Sekunden und wenn wir diesen Wert mit der Ausbreitungsgeschwindigkeit von 1500 km pro Sekunde multiplizieren erhält man eine tatsächliche Größe des Krebsnebels von 44600 Milliarden Kilometern.

Aus dem Bild selbst lässt sich sehr leicht die scheinbare Größe bestimmen. Im Bild, das nun von Aladin angezeigt wird, sieht man den Nebel sehr gut. Die äußeren Bereiche sind allerdings sehr schwach sichtbar weswegen es angebracht ist, den Kontrast zu erhöhen um die Messgenauigkeit zu erhöhen. Das entsprechende Menü kann mit einem Klick auf die Schaltfläche „pixel“ aufgerufen werden. Mit der Schaltfläche

„abst“ kann das Werkzeug zur Abstandsmessung aufgerufen werden. Damit zeichnet man im Bild einfach eine Linie vom zentralen Pulsar (der im Bild mit dem Fadenkreuz markiert ist) zum am weitesten entfernten Rand des Nebels. Bei der Messung die im Bild 2 dargestellt ist, erhält man eine scheinbare Größe von 2.66 Bogenminuten.

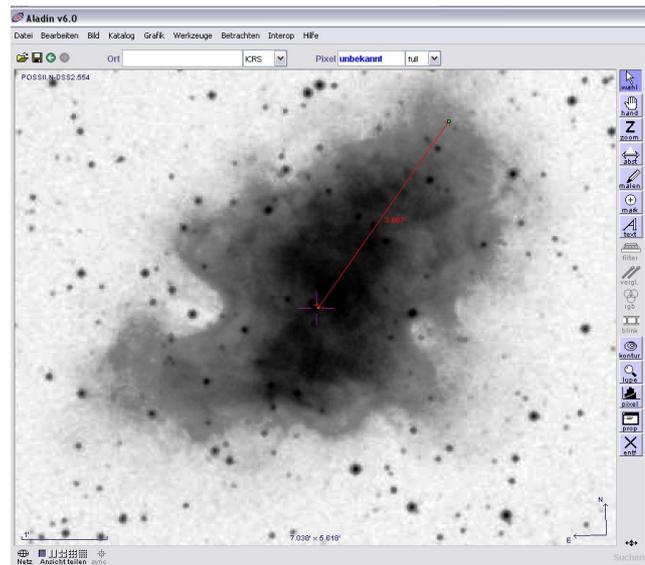


Bild 2: Die Größe des Nebels wird gemessen

Abstand zum Krebsnebel

Mit diesen Zahlen lässt sich nun der Abstand des Krebsnebels berechnen. Wir wollen die Entfernung in einer passenden Einheit angeben. In der Astronomie verwendet man für solche großen Entfernungen meistens die Einheit parsec wobei ein parsec $3,085 \cdot 10^{16}$ Metern entspricht. Die tatsächliche Größe von 44600 Milliarden Kilometern entspricht also 1.44 parsec.

Die scheinbare Größe muss für einen Vergleich noch von Bogenminuten in Radianten umgerechnet werden. Dabei entspricht 1 rad 206264 Bogensekunden und die 2,66 Bogenminuten des Krebsnebels entsprechen $7,73 \cdot 10^{-4}$ rad. Der Abstand des Nebels ergibt sich nun ganz einfach in parsec indem man die tatsächliche Größe durch die scheinbare dividiert:

$$d = 1,44 / 7,73 \cdot 10^{-4} = 1860 \text{ parsec}$$

Das stimmt gut mit dem korrekten Wert von 1930 parsec überein.

Ein schönes Bild des Krebsnebels

Das Bild mit dem wir bisher gearbeitet haben sieht natürlich nicht so beeindruckend aus wie die Bilder die man sonst in Zeitungen oder im Fernsehen sieht. Das liegt daran, dass astronomische Instrumente oft nur in ganz bestimmten Wellenlängenbereichen beobachten – um ein echtes „Farbbild“ zu erhalten, muss man erst verschiedene Aufnahmen in verschiedenen Wellenlängenbereichen kombinieren. Das ist mit Aladin natürlich möglich (dazu dient die „rgb“-Schaltfläche) – man kann aber auch direkt auf schon fertig bearbeitete Bilder zugreifen. Dazu wird wieder die Serverauswahl geöffnet – nur diesmal wählt man auf der linken Seite bei den Bildservern den Punkt „Other“ und dann den Unterpunkt „Hubble press release images“ aus. Hier findet man vier Bilder des Krebsnebels – zum Beispiel eine Aufnahme in der optische Bilder mit Röntgenmessungen kombiniert sind:

Oder diese sehr bekannte Abbildung des Nebels.

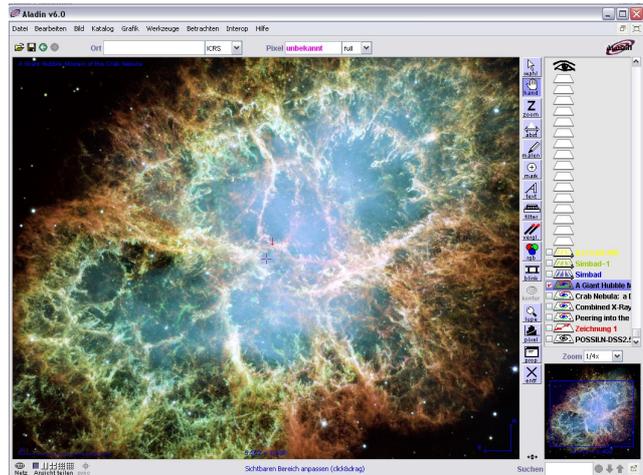


Bild 4: Noch ein schönes Bild von M1

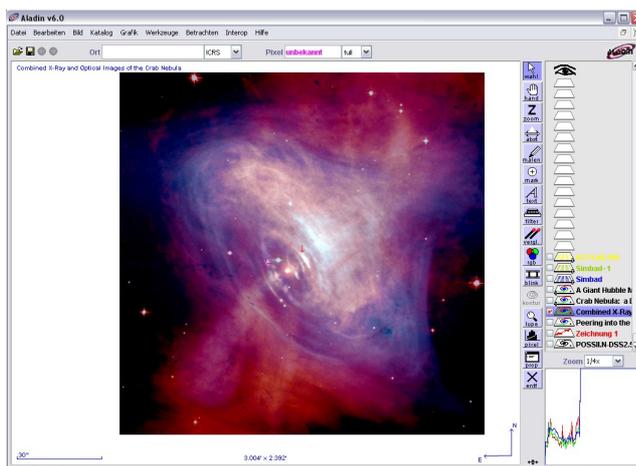


Bild 3: Ein schönes Bild von M1