

# Mitteilungen

der Astronomischen Vereinigung Karlsruhe e.V.

---

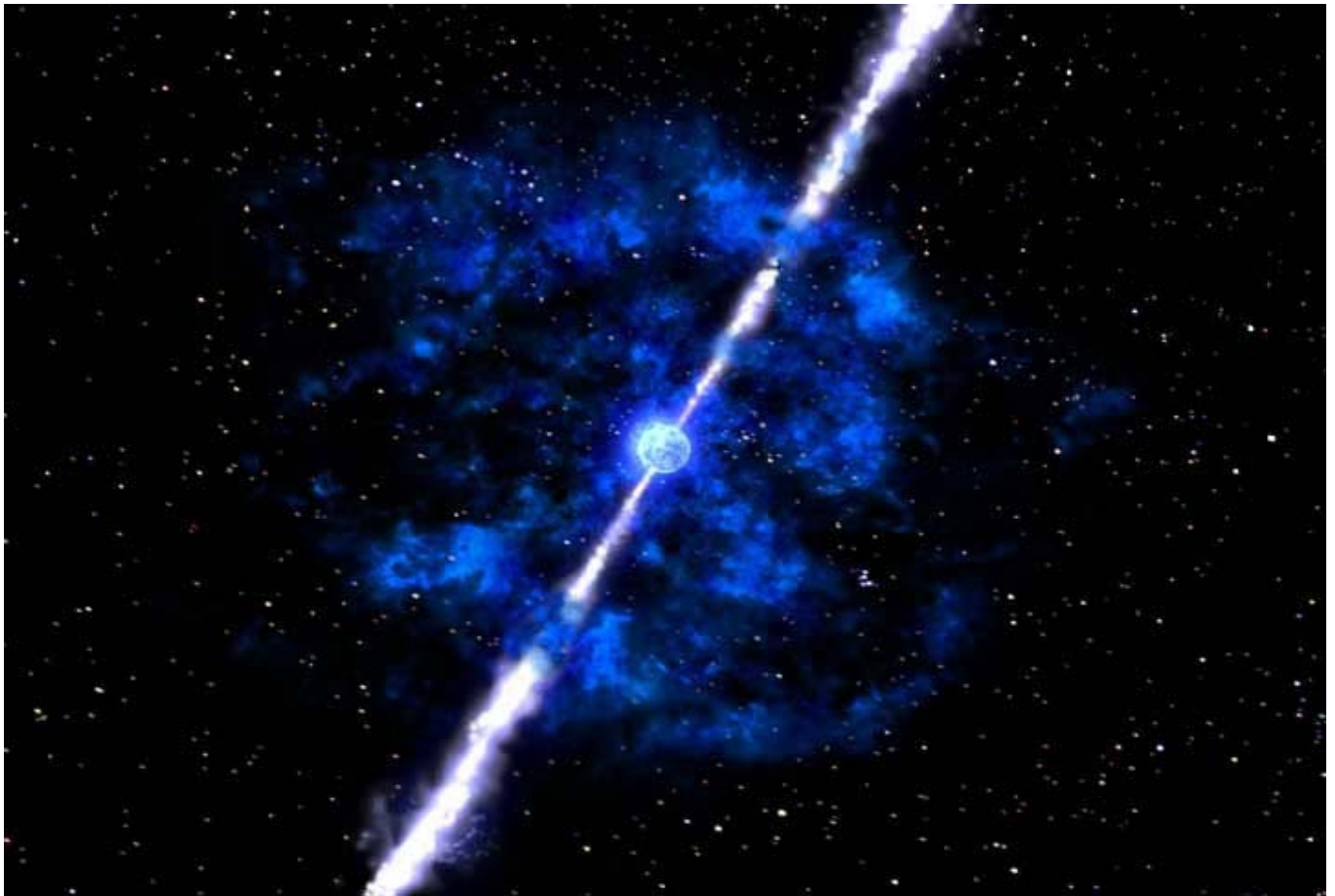
Heft 02/2010

Nr. 66

September 2010

---

## Gamma ray bursts – Leuchttürme des Weltalls



## Gamma ray bursts – Leuchttürme des Weltalls

Gamma Ray Bursts sind gewaltige Energieausbrüche im Universum von kurzer Dauer, von denen große Mengen an Gammastrahlen ausgehen. Ihre Dauer beträgt wenige Sekunden bis maximal einige Minuten. Sie setzen in zehn Sekunden mehr Energie frei als die Sonne in Milliarden von Jahren. Man beobachtet ebenfalls ein sogenanntes „Nachglühen“ im optischen sowie im Röntgenspektrum, welches in der Größenordnung von Tagen und Wochen langsam verblasst.

Ein solcher Gammablitz wurde zuerst am 2. Juli 1967 mit den amerikanischen Vela-Spionagesatelliten beobachtet. Diese waren eigentlich zur Überwachung oberirdischer Atombombentests gedacht, bei denen intensive Gammastrahlung entsteht. Die Instrumente registrierten ein kurzes, sehr intensives Aufleuchten von Gammastrahlen. Dieses Ereignis, das man sich zunächst nicht erklären konnte, hätte beinahe einen Dritten Weltkrieg ausgelöst.

Erst 1973 konnten Wissenschaftler im Los Alamos National Laboratory in New Mexico mit den Daten der Satelliten sicherstellen, dass die Strahlen aus den Tiefen des Weltraums kamen.

Die Erdatmosphäre ist für Gammastrahlen undurchlässig. Gammablitz sind daher direkt nur mit Weltraumteleskopen beobachtbar. Es existieren zudem bodengestützte indirekte Beobachtungsmethoden. In Luftschauerexperimenten werden am Erdboden Sekundärteilchen registriert, die durch die Absorption der Gammastrahlung entstehen.

Da hierbei hohe Energien entstehen, war die erste Vermutung, dass diese Gammablitz innerhalb der Milchstraße entstanden sein müssen.

Tatsächlich beobachtete man aber eine absolut homogene Verteilung der Ausbrüche in alle Richtungen. Das bedeutet, dass die Quellen in Wesentlichen außerhalb der Milchstraße liegen müssen.

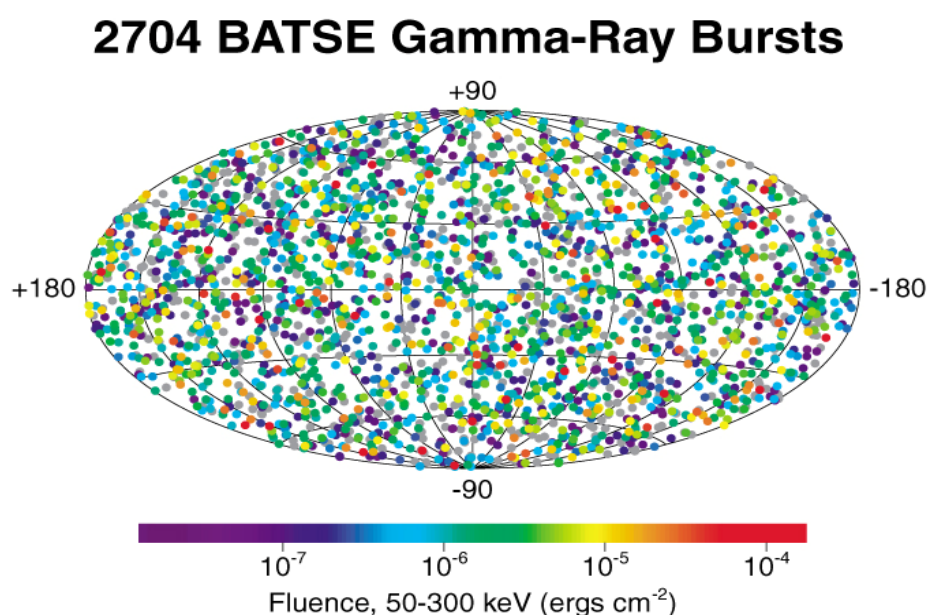


Bild 1: homogene Verteilung der Gamma Ray Bursts über den Himmel

Betrachten wir nun die Energie dieser Ereignisse. Würde ein Gammablitz gleichmäßig in alle Richtungen abstrahlen, so hätte beispielsweise der Gammablitz GRB-990123 vom Januar 1999 eine Strahlungsleistung von über  $10^{45}$  W haben müssen. Das entspricht der Energie von 2,5 Trillionen Sonnen. Selbst Quasare – die bis dahin hellsten bekannten Objekte – erreichen „nur“  $10^{40}$  W.

Tatsächlich wird die Energie nur in zwei enge, entgegengesetzte kegelförmige Bereiche mit einem Öffnungswinkel von wenigen Grad (Leuchtturm) abgestrahlt. Dadurch verringert sich die Strahlungsleistung auf  $10^{43}$  W. Die gesamte Energie ist dabei fokussiert auf zwei eng begrenzte Jets, was auch die Heftigkeit des Ausbruchs erklärt.

Gammablitze bestehen aus Gammastrahlung und ultrarelativistischen Teilchen (Elektronen und Positronen), die sich mit 99,99995 % der Lichtgeschwindigkeit bewegen und durch den Dopplereffekt stark blauverschoben sind.

### Was sind Gammastrahlen?

Im Bild 2 ist das gesamte elektromagnetische Spektrum dargestellt, in welchem das für das Auge sichtbare Licht nur ein sehr kleiner Bereich ist. Zum Spektrum gehören u.a. auch Wärmestrahlung, Radio- und Mikrowellen sowie UV- und Röntgenstrahlung. Die Gammablitze werden im hochenergetischen Gammabereich gemessen, das Nachglühen im Bereich des optischen, UV- und Röntgenbereichs.

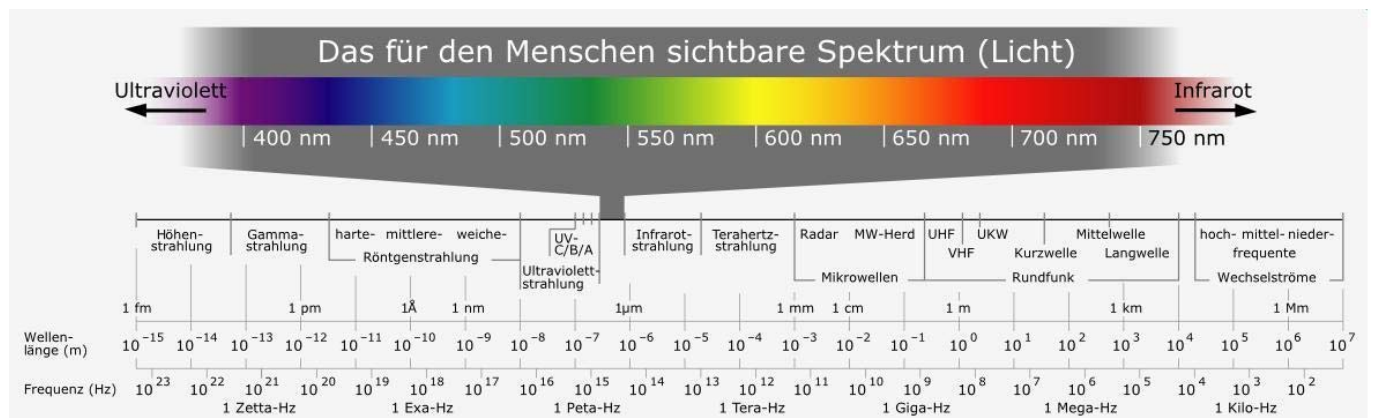


Bild 2: das elektromagnetische Spektrum

Erstmals konnte im Jahre 1997 das Nachglühen durch den Satelliten BEPOSax beobachtet werden. Dadurch dass das Nachglühen viel länger (bis zu einigen Tagen) als Gamma Ray Bursts andauert, kann damit eine exakte Positionsbestimmung vorgenommen werden. Man konnte endlich – wie bereits vermutet – eine Zuordnung zu weit entfernten Galaxien vornehmen. Damit war der Beweis erbracht, dass Gammablitz tatsächlich extragalaktischen Ursprungs sind.

### Das Modell kennt zwei Typen von Gamma Ray Bursts (Bild 3):

- a) Lang andauernde GRBs von 2 bis 1000 Sekunden. Hierbei handelt es sich um junge, sehr massereiche Sterne wie O-Sterne oder Wolf-Rayet-Sterne, die als Kollapsar in einer „Hypernova“ explodieren.
- b) Kurz andauernde GRBs von 0.01 bis 2 Sekunden. Hierbei handelt es sich um einen Verschmelzungsprozess zweier kompakter Objekte, meist Doppelsternsysteme, die aus Neutronensternen oder einem

Neutronenstern und einem Schwarzen Loch bestehen. Wie das Bild zeigt, nähert sich das Paar im Laufe der Zeit immer weiter bis es miteinander verschmilzt. Dabei entsteht ein Schwarzes Loch und gewaltige Energie wird frei.

In beiden Fällen bildet sich aufgrund der Eigenrotation der Masse eine Akkretionsscheibe um das gemeinsame Zentrum. Die Materie fliegt in Spiralbahnen auf das sich bildende Schwarze Loch zu. Dabei wird Energie in Form von Jets senkrecht zur Scheibenebene ausgesendet.

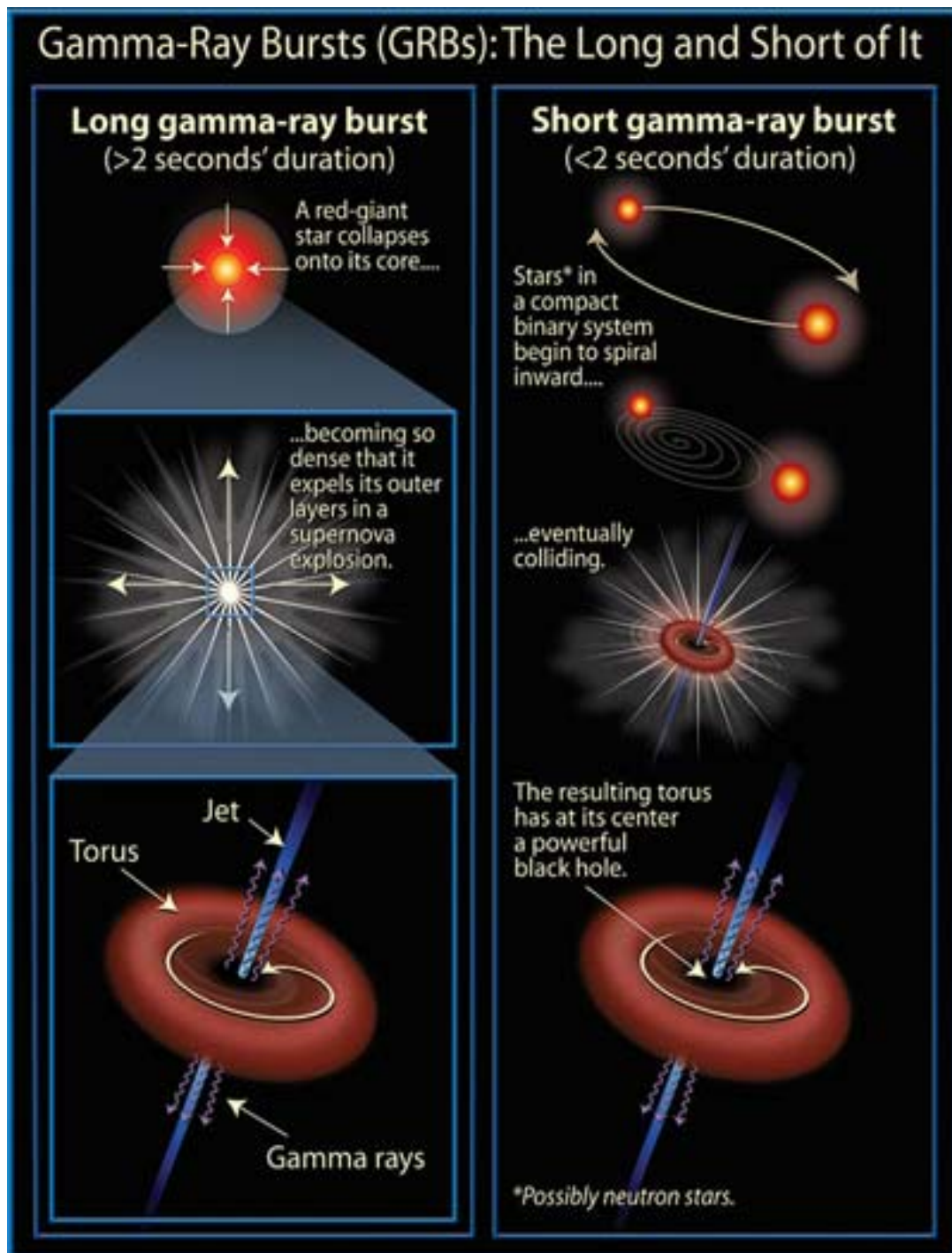


Bild 3: Die 2 Typen von Gamma Ray Bursts



### Was ist eine „Hypernova“?

Dies ist im Prinzip eine hochenergetische Supernova, also der Kollaps eines extrem massereichen Sterns (Wolf-Rayet oder Klasse O Stern) zu einem Schwarzen Loch.

Bei diesem Prozess geschieht folgendes:

Hat der Stern den größten Teil seines Brennstoffs Wasserstoff zu Helium und schwereren Elementen fusioniert, stoppt im Kern die Fusion, die bis dahin die Gegenkraft zur Gravitation gebildet hatte. Der Gravitationsdruck wird nun stärker als der Strahlungsdruck und nichts hält die Materie vom kollabieren ab. Bei Hypernovae geschieht dies so schnell, dass die Materie der Außenhülle zunächst nichts davon „merkt“.

Im Kern bildet sich ein stellares Schwarzes Loch. Es bildet sich eine Akkretionsscheibe, die einen Jet aussendet.

Im weitergehenden Prozess trifft der Jet mit Lichtgeschwindigkeit auf die Außenhülle, die von ihm regelrecht geschockt wird. In kürzester Zeit nimmt sie gewaltige Energien auf und wird sehr heiß (10 Millionen Kelvin). Die Hülle gibt darauf die Energie wieder ab, indem sie Schockwellen aussendet. Die daraus entstehende Synchrotronstrahlung ist das beobachtete Nachglühen.

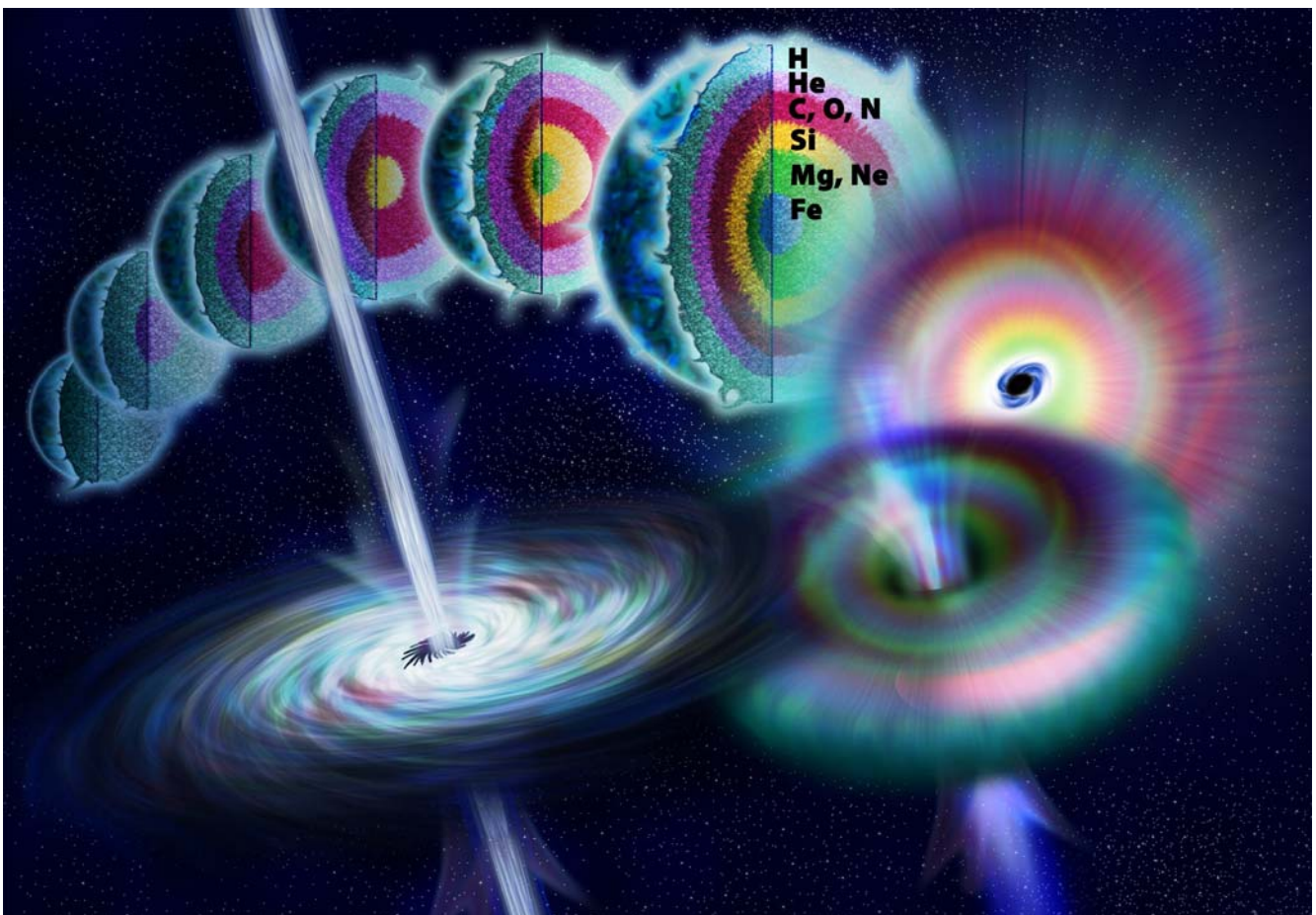


Bild 4: der Verlauf einer Hypernova

Im Jahre 1997 beobachtete der Satellit High Energy Transient Explorer (HETE) einen Gammastrahlenausbruch. Man konnte auf der Positionsbestimmung einen direkten Zusammenhang mit dem Kollaps eines bekannten Sterns mit 15-facher Sonnenmasse herstellen. Damit konnte erstmals der direkte Zusammenhang eines Gamma Ray Burst mit einer Supernova beobachtet werden.

Am 27. Dezember 2004 beobachtete man einen Gamma- und Röntgenstrahlenausbruch (GRB 041227, das entspricht dem bekannten Neutronensterns SGR 1806-20):

Der Neutronenstern setzte in Sekundenbruchteilen mehr Energie frei als unsere Sonne in 100000 Jahren. Die Wellenfront des Sterns in circa 50000 Lichtjahren Entfernung war intensiver als der stärkste jemals gemessene Strahlungsausbruch unserer Sonne. Dies war das bislang hellste Objekt außerhalb unseres Sonnensystems, das je ermittelt worden war.

Am 23. April 2009 beobachtete man einen Gammastrahlenausbruch im Sternbild Löwe. Die hohe Rotverschiebung von  $z = 8$  ergab ein Alter des Objektes von 13 Milliarden Lichtjahren. Dies sind nur 630 Millionen Jahre nach dem Urknall. Damit handelt es sich hier um das älteste bekannte Objekt überhaupt.

Am 21. Juni 2010 wurde das Swift X-ray telescope (ein Satellit) regelrecht geblendet von einem Gammablitz. Die Strahlungsintensität war so stark, dass die Geräte kurzfristig ausfielen, weil die Anzahl der Photonen ein Vielfaches dessen waren, was der Zähler zählen konnte.

Damit war der Gammablitz GRB 100621A 168mal heller als ein durchschnittlicher GRB.

### **Kann ein GRB das Leben auf der Erde schädigen?**

Wissenschaftler wurden beauftragt herauszufinden, welche Konsequenzen der Treffer eines in der unmittelbaren Nähe (ca. 500 Lichtjahre) entstehenden Gammablitzes auf die Erde hätte.

Gammastrahlenblitze sind in der Regel nur von kurzer Dauer und werden von der Atmosphäre absorbiert. Dabei entstehen Stickoxide.

Die zu erwartende schwere Schädigung der Ozonschicht würde die globale Nahrungsmittelversorgung zusammenbrechen lassen sowie zu langanhaltenden Veränderungen des Klimas und der Atmosphäre führen. Es könnte zu einem Massensterben auf der Erde und einem Schrumpfen der Weltbevölkerung auf 10% kommen. Der Schaden durch einen Gammablitz wäre signifikant höher als der durch eine Supernova, die sich in gleicher Entfernung wie der Gammablitz ereignet. Gammablitzse jenseits von 3000 Lichtjahren stellen nach der Studie keine Gefahr dar.

Wenn man die Wahrscheinlichkeit der Gamma Ray Bursts betrachtet, stellt man allerdings fest, dass lange GRBs (Hypernovae) eher in metallarmen, jungen Galaxien treten. Diese haben eine hohe Sternentstehungsrate. Unsere Milchstraße ist alt und metallreich, daher kein geeigneter Ort.

Kurze GRB entstehen in alten elliptischen Galaxien, wie Beobachtungen durch die Satelliten Swift und HETE-2 ergaben. Auch dies trifft nicht auf die Milchstraße zu.

Die Milchstraße scheint ein recht lebensfreundlicher Ort zu sein.

RM

## Fernrohr mit Montierung zu verkaufen:

Herr Franz Büschel, der Sohn unseres langjährigen 1. Vorsitzenden, will das Fernrohr seines Vaters, das vorher in der Diesterweg-Sternwarte in Hochstetten stand, verkaufen. Es handelt sich um einen 11 cm Refraktor auf einer soliden Montierung. Das Bild zeigt den früheren Zustand in der Diesterweg-Sternwarte. Seither war das Fernrohr unbenutzt. Preis: VhS.

Tel. 06393/921084, mobil: 0174 3822515



### **Bitte denken Sie an die Begleichung der Mitgliedsbeiträge!**

Unsere Jahresbeiträge

Regulär:	20 Euro
Ermäßigt (Schüler, Studenten, Auszubildende, Rentner):	10 Euro
Ehepaare:	25 Euro
Eigenständige Nutzer der Sternwarte Teufelsmühle:	50 Euro

Die AVKa ist als gemeinnützig anerkannt. Für Spenden (die für unser Teufelsmühlenprojekt hochwillkommen sind) können vom Kassenswart Spendenbescheinigungen zur Vorlage beim Finanzamt ausgestellt werden.

## Veranstaltungen und Vorträge Herbst 2010

Datum	Uhrzeit	Ort	Veranstaltung
11. September	17:00 Uhr	<b>Sternwarte Teufelsmühle</b>	Sommerfest
13. September	20:00 Uhr	Naturkundemuseum Karlsruhe	Vortrag von Roland Mutterer: Gammastrahlenausbrüche - die höchsten Energien im Kosmos
13. Oktober	20:00 Uhr	Naturkundemuseum Karlsruhe	Vortrag von Jürgen Reichert: Vorschau auf den Sternhimmel im Winter 2010/2011
8. November	20:00 Uhr	Naturkundemuseum Karlsruhe	Mitgliederversammlung der Astronomischen Vereinigung (Nur für Mitglieder)
13. Dezember	20:00 Uhr	Naturkundemuseum Karlsruhe	Vortrag von Prof. Dr. Immo Appenzeller (Heidelberg): Die Suche nach den ersten Galaxien

Die Vorträge finden im Hörsaal des Naturkundemuseums Karlsruhe, Erbprinzenstraße 13 (Friedrichsplatz), statt; der Eintritt ist frei.

### Mondphasen

Neumond: 8.9., 7.10., 6.11., 5.12.

Vollmond: 24.8., 23.9., 23.10., 21.11., 21.12.

### Sternwartentermine

**Sternwarte Karlsruhe** Max-Planck-Gymnasium Karlsruhe, Krokusweg 49, Tel. 884021

Die AVKa betreut die Sternwarte in 14-tägigem Rhythmus durch drei Betreuergruppen.

Gruppe I: Hans u. Doris Jungbluth (Tel. 842657), Ulrich Schmidt, Arne Bramigk

Gruppe II: Jürgen Reichert (Tel. 9430458), Marion Reichert, Dietmar Henß, Th. Stingl

Gruppe III: Thomas Reddmann (Tel. 9862977), Martin Füger, Rolf Kaiser

Termine im **2.** Halbjahr 2010, Einlass 20:00 bis 20:30, im Sept. 21:00 bis 21:30:

17.09.	01.10.	15.10.	29.10.	12.11.	26.11.	10.12.
I	II	III	I	II	III	I

**Sternwarte Linkenheim-Hochstetten**, Schulstr. Die Sternwarte ist jeden 1. und 3. Dienstag im Monat bei klarer Sicht ab 20.00 Uhr geöffnet, während der Sommerzeit ab 21:00 Uhr. Betreuer: Heinz und Diana Rastetter.

**Bitte beachten Sie auch den aktuellen Veranstaltungsplan im Internet unter [www.avka.de](http://www.avka.de). Hier finden Sie auch Hinweise zu besonderen Himmelsereignissen.**