

Todeszone Supernova [18. Mai]

Zur Zeit scheint es als sei die Erde ein Planet, der in Frieden mit seiner Umgebung existiert. Leider stimmt das so nicht. Es existieren mehrere **Bedrohungen**, die dem Leben auf der Erde ein Ende setzten könnten. Damit sind nicht die Kriege auf der Erde gemeint, ausgehend von Nordkorea, dem Terrororganisation *Islamischer Staat* [1] oder Ereignisse im Zusammenhang mit der nächsten *Eiszeit* [1] in rund 10.000 Jahren.

Bedrohung durch Asteroiden?

Wer aktuelle astronomische Ereignisse verfolgt, dem fallen sicherlich als Erstes **Asteroiden** [1] ein, die immer wieder in mehrfacher *Mondentfernung* [1] an der Erde vorbeirauschen (Abb. 1). Bisher flogen diese *erdnahen Asteroiden* [1] stets weit an unserem blauen Planeten vorbei, und man hat selbst kleine Asteroiden stets rechtzeitig entdecken können, um ihre Bahnen genau genug vorherzusagen. Für diese Asteroidenüberwachung wurden sogar spezielle astronomische Beobachtungsprogramme ins Leben gerufen.



Abb. 1 Künstlerische Darstellung erdnaheer Asteroiden.

Bisher konnten spezielle Beobachtungsprogramme die Annäherung von Asteroiden an die Erde erfolgreich melden und deren Bahnen genau berechnen. Die bekannten erdnaheer Asteroiden passierten die Erde bisher in mehreren Mondentfernungen.

© ESA

Auf mögliche bevorstehende Kriege oder kleine Asteroiden könnten wir möglicherweise rechtzeitig reagieren, jedoch existiert eine Bedrohung, die ihren Ursprung außerhalb des *Sonnensystems* [1] findet und gegen die wir machtlos sein werden.

Die größte Bedrohung der Erde geht von dem Tod eines massereichen Sterns aus, gemeint ist eine **Supernova** [1], die irgendwo in der kosmischen Nähe der Sonne auftreten könnte. In einem derartigen Fall wären wir absolut machtlos und säßen sozusagen in der Falle.

Antike Supernovae in Erdnähe

Supernovae treten am Ende der Entwicklung massereicher Sterne auf. Derartige Ereignisse gehören zu den energetischsten im Universum. Bei einem Supernovaereignis wird innerhalb von wenigen Sekunden eine riesige Menge Energie freigesetzt, die mit der Energieabgabe der Sonne während einer Milliarde Jahre vergleichbar ist. Unter diesen extremen Bedingungen werden schwere, zumeist *radioaktive Nuklide* [1] – wie Eisen, dem letzten Element, das durch *Kernfusion* [1] erzeugt werden kann – synthetisiert.

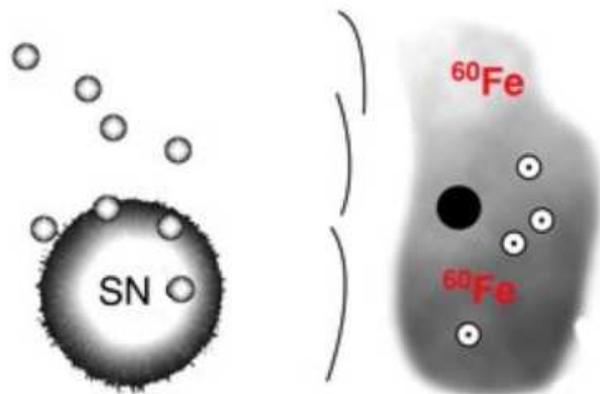
Bereits während des Supernovaereignisses werden große Mengen des Sternmaterials in den Weltraum geschleudert (Abb. 2), wo sie sich immer weiter ausdehnen, bis zu einigen Hundert *Lichtjahren* [1]. Daher kann das synthetisierte Supernovamaterial bis in Erdnähe gelangen, sofern die Supernova in der Nähe der Sonne auftritt.

Abb. 2

Künstlerische Darstellung der Verteilung des Eisenisotops nach einer Supernova.

Bei einer Supernova (links, SN) werden schwere Elemente synthetisiert, beispielsweise Eisen. Durch die Wucht des Wegschleuderns von dem instabil gewordenen schweren Stern verteilt sich das Eisenisotop im Weltraum (rechts, rot) und kann bis in Entfernungen von rund 100 Lichtjahren gelangen.

© M. Gounelle (2009)



Die Entdeckung von Materie, die in einer Supernova erzeugt wurde, weist eindeutig auf ein nahes derartiges Ereignis hin. Jedoch sind Supernovae selten: im Mittel zählt man innerhalb der *Milchstraße* [1] etwa 2-3 Supernovae pro Jahrhundert. Nahe Supernovaereignisse sind damit sehr selten.

Die neue Studie

Eine **neue Studie** [2] besagt, daß die **Todeszone** einer Supernova größer ist als angenommen und zwar **doppelt so groß** wie bisher vermutet. Das ist eine beunruhigende Nachricht.



Abb. 3 *Ferromangan aus dem Pazifik.*

Bei dem abgebildeten Fundstück handelt es sich um *Ferromangan* [1], das am Meeresboden des Pazifiks in einer Tiefe von 4.830 Metern geborgen werden konnte. Die Schichtung des Gesteins kann Aussagen über dessen Alter machen. Eine Schicht von 10 Millimetern entspricht einem Alter von rund 4 Millionen Jahren. Bei dem Fundstück wurden 28 Schichten gemessen, die einer Zeitspanne von insgesamt 13 Millionen Jahren entsprechen. Drei Schichten mit Altern um 3 Millionen Jahren zeigen eine deutlich erhöhte Konzentration des Eisenisotops.

© <http://www.gams.ph.tum.de>

Erst im letzten Jahr berichteten Wissenschaftler, daß die Erde in der Vergangenheit bereits von mehreren Supernovaereignissen getroffen worden ist. Ein Beweis hierfür sind Funde des **Eisenisotops** [1] Fe^{60} [1, 3]. Dabei handelt es sich um ein Isotop, das im Verlauf einer Supernova erzeugt wird. Eine Supernova kann riesige Mengen dieses Eisenisotops erzeugen, bis zu rund 10 *Erdmassen* [1]. Daher stammen große Mengen des Isotops auf der Erde eindeutig von einer nahen Supernova.

Auf der Erde fanden Forscher das Isotop auch in versteinerten Bakterien, die sich in Sedimenten am Meeresboden befinden (Abb. 3). Daraus schließen die Wissenschaftler, daß bisher **mindestens zwei Supernovae in der Nähe unseres Sonnensystems** auftraten: ein Ereignis vor etwa 6,5-8,7 Millionen Jahren, ein zweites erst vor rund 2 Millionen Jahren [3].

Das Eisenisotop ist auf der Erde sehr selten, seine *Halbwertszeit* [1] beträgt 2,6 Millionen Jahre. Das bedeutet jegliches Fe^{60} , das während der Phase der Entstehung der Erde gebildet wurde – beispielsweise aus der *solaren Urwolke* [1], ist bereits zerfallen. Daher muß der Fund des Eisenisotops in den Meeressedimenten einen anderen Ursprung besitzen. Hierfür kommt lediglich ein Supernovaereignis in Frage.

Das bedeutet, die Erde muß vor rund 2,6 Millionen Jahren von den Überresten von mindestens einer Supernova getroffen worden sein.

Welche Auswirkungen hatte diese Supernova auf das damalige Leben auf der Erde? und Wie weit muß die Erde von einer Supernova entfernt sein, um unbehelligt davonzukommen?

Bisher waren die Forscher der Auffassung, die *Todeszone einer Supernova* erstreckte sich rund 25-30 *Lichtjahre* [1] um das Ereignis. Tritt eine Supernova innerhalb dieses Bereichs um das Sonnensystem auf, würde sie jegliches Leben auf der Erde auslöschen. Nun berichten Forscher davon, daß der Bereich der Todeszone einer Supernova viel größer ist und eher 50 Lichtjahre beträgt [2].

Steuern Supernovae die Evolution?

Möglicherweise zerstören Supernovae das Leben auf Planeten in einem bestimmten Bereich, jedoch könnte es auch einen positiven Effekt geben. Es ist möglich, daß eine Supernova vor etwa 2,6 Millionen Jahren die **menschliche Entwicklung maßgeblich verändert** hat.

Welche Effekte hatte die Supernova vor 2,6 Millionen Jahren in der Nachbarschaft der Sonne? Bisher wissen wir es nicht. Jedenfalls war das Ereignis nicht nah genug an der Erde, um seine Bewohner auszulöschen, aber nahe genug, daß wir es nicht ignorieren können.

Die Studie [2] beschäftigt sich mit den **Wechselwirkungen** einer Supernova und der Erdatmosphäre und den Lebewesen auf dem Planeten.

Die Lokale Blase

Ein wichtiger Punkt bei der Betrachtung der Effekte einer Supernova auf die Erde ist die **Lokale Blase** [1]. Bei der Lokalen Blase handelt es sich um eine staubfreie, erdnußförmige Region, deren *mittlere Dichte* [1] geringer ist als ihre Umgebung (Abb. 4). Die Blase ist das Ergebnis von *Sternwinden* [1] und mehreren Supernovae.

Neue Untersuchungen deuten darauf hin, daß die Lokale Blase durch 14-20 Supernovae einer Gruppe entstand, die gegenwärtig Mitglieder der *Sternassoziation Scorpius-Centaurus* [1] sind.

Der Durchmesser der Lokalen Blase beträgt rund 300 Lichtjahre, ihr *Magnetfeld* [1] ist schwach und ungeordnet. Sie besteht aus Gas, das in unserem Milchstraßenarm [1] expandiert, genau in dem Bereich, in dem sich das Sonnensystem befindet. Wir haben uns während der letzten 5-10 Millionen Jahre durch die Lokale Blase bewegt.

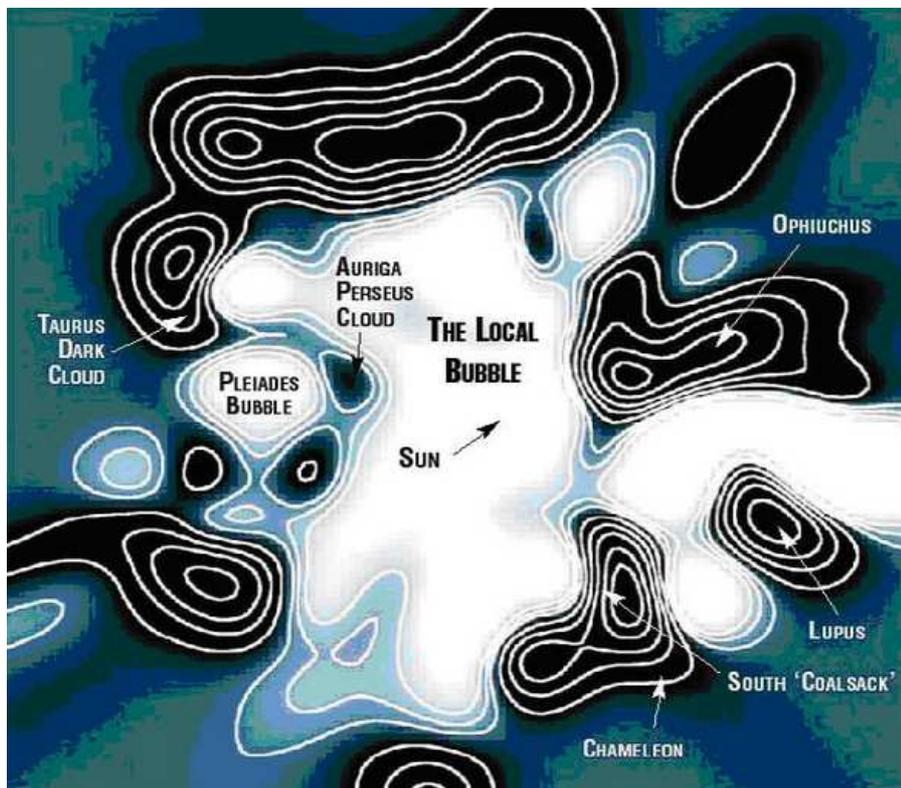


Abb. 4 Schematische Darstellung der Lokalen Blase.

Bei der Lokalen Blase handelt es sich um ein staubfreies Gebiet niedriger mittlerer Dichte. In der erdnußförmigen Region befindet sich die Erde (Bildmitte Pfeil, SUN). Andere Blasen in der Nachbarschaft sind wesentlich kleiner, beispielsweise die des Siebengestirns [1], der Plejaden [1] (links). Die Lokale Blase entstand durch Sternwind und Supernovae, die die Region sozusagen leergeblasen haben.

© astronomycafe.com

Mithilfe von **Isotopenanalysen** kann die Entfernung zweier beteiligter Supernovae auf rund 300 Lichtjahre geschätzt werden. Die uns nächstgelegene dieser beiden Supernovae ereignete sich vor 2,3 Millionen Jahren, die zweitnächstgelegene vor rund 1,5 Millionen

Jahren. Ihre Sternanfangsmassen betragen 9,2 und 8,8 *Sonnenmassen* [1]. Andere beteiligte Supernovae, die zur Bildung der Lokalen Blase beitrugen, haben einen geringeren Anteil, sie befinden sich in größeren Entfernungen von der Sonne.

Welchen Effekt hatte die antike Supernova?

Die Studie [2] untersuchte den Effekt, den eine Supernova vor rund 2,6 Millionen Jahren gehabt hätte, für zwei Fälle: wenn sich die Erde und die Supernova innerhalb bzw. außerhalb der Lokalen Blase befinden.

Das gestörte Magnetfeld innerhalb der Lokalen Blase kann die Effekte der Supernova auf die Erde verstärken. Dabei kann ***kosmische Strahlung*** [1], die die Erde trifft, um einen Faktor von einigen Hundert verstärkt werden, was wiederum eine starke Ionisierung der (unteren) *Troposphäre* [1] bis zur Erdoberfläche zur Folge hätte; möglicherweise würde die Rate der Blitze ebenfalls stark ansteigen und das Ozon [1] teilweise zerstören. Das Leben auf der Erde würde dann wesentlich mehr Strahlung erhalten als in der Gegenwart.

Außerhalb der Lokalen Blase ist das Magnetfeld geordneter, daher hängt der Effekt von der Orientierung des Magnetfelds ab. Ein geordnetes Magnetfeld kann entweder mehr Strahlung zur Erde transportieren oder sie sogar abwehren – wie derzeit die irdische *Magnetosphäre* [1].

Das Pleistozän

Die neue Studie überprüft außerdem eine Verbindung zwischen dem Supernovaereignis und des **globalen Temperaturrückgangs** während dem *Pleistozän* [1] vor rund 2,6 Millionen Jahren. Das Pleistozän wird als „eigentliches Eiszeitalter“ bezeichnet. Während langer Perioden dieses Zeitalters war das Klima deutlich kälter als in der Gegenwart (Abb. 5). Das Pleistozän dauerte rund 2,5 Millionen Jahre. Zwar bewirkte das Pleistozän kein Massenaussterben, jedoch eine erhöhte Aussterberate von Spezies.



Abb. 5 Bedingungen im Pleistozän.

Im Zeitalter des Pleistozäns waren große Bereiche der nördlichen Halbkugel vergletschert (rechts). Teile Afrikas verwandelten sich durch die lang andauernde Absenkung der Temperaturen in trockene bis halbtrockene Graslandschaften (links). Dennoch überlebten zahlreiche Arten diesen Kälteeinbruch.

© M. Antón/C. Cedwick (2008) // oteripedia.de

Weshalb verursachte die Supernova vor 2,6 Millionen Jahren kein vollständiges Aussterben der Spezies?

Es existieren mehrere Möglichkeiten, weshalb die Supernova vor 2,6 Millionen Jahren **kein vollständiges Aussterben** der Arten verursachte. Eine Erklärung wäre die geordnete Komponente des galaktischen Magnetfeldes, die sich in senkrechter Richtung zur Sichtlinie der Supernova befand. Damit könnte sich die Menge kosmischer Strahlung drastisch reduziert haben. Jedoch ist dies zwar möglich, aber unwahrscheinlich.

Wahrscheinlicher ist ein Fehler der Entfernungsabschätzung des Ortes der Supernova. In diesem Fall wären die Auswirkungen auf die Erde geringer als bisher angenommen.

Am wahrscheinlichsten ist die Existenz eines ungeordneten Magnetfelds, das ebenfalls die aktuellen Eisenisotop-Daten erklären könnte. Zwar würde die Menge der *UVB-Strahlung* [1] in diesem Fall ansteigen, jedoch wäre die Supernova nicht mehr in der Lage gewesen, die Lebewesen auf der Erde vollständig auszurotten.

In jedem Fall scheint die Einschätzung der Auswirkungen einer nahen Supernova auf die Erde komplizierter zu sein als bisher angenommen.

Die Ergebnisse der Studie deuten an, es sei möglich, daß die erhöhte Strahlung der Supernova die **Wolkenbildung** auf der Erde verändert haben könne. Dies würde Vieles erklären, was sich zu Beginn des Pleistozäns ereignete: eine vermehrte Vergletscherung, eine erhöhte Aussterberate und der enorme Temperaturabfall in Afrika, der den Kontinent von einer vorwiegend existierenden Bewaldung in eine *semi-aride* (trockene bis halbtrockene) Graslandschaft [1] verwandelte.

Krankheiten und Mutationen

Zur Zeit der Supernova vor 2,6 Millionen Jahren lebten keine Menschen, die uns berichten könnten, was genau geschehen ist. Daher sei es schwierig, so die Autoren der Studie, genau zu berechnen, ab welcher Entfernung die Erde bei einem Supernovaereignis in enormen Schwierigkeiten stecken würde.

Jedoch steht fest, daß hohe Strahlungsraten, die durch eine Supernova auf die Erde träfen, die Krebserkrankungsrate enorm steigern könnten, möglicherweise würde dies zu einem Aussterben der Menschheit beitragen. Laut den Simulationen könnte die Strahlung sogar eine Tiefe von einem Kilometer in den Ozeanen erreichen; damit wären ebenfalls Meerestiere betroffen. Bisher existieren keine Aufzeichnungen, die diese These bei Fossilien belegen könnten. Jedoch existiert bei einem nahen Supernovaausbruch sicherlich eine Wechselwirkung mit dem Leben auf der Erde.

Falls Sie Fragen und Anregungen zu diesem Thema haben, schreiben Sie uns unter **kontakt@ig-hutzi-spechtler.eu**

Ihre

IG Hutzi Spechtler – Yasmin A. Walter

Quellenangaben:

[1] Mehr Information über Objekte des Sonnensystems und astronomische Begriffe
www.wikipedia.de

[2] Pressemeldung und Studie zur neuen Todeszone

<https://www.eurekalert.org>

<http://news.ku.edu>

<https://www.sciencealert.com>

Melott, A. L., et al., *Nature* **532**, 40-41 (2016)

[3] Mehr Information zu den Eisenisotophäufigkeiten

Wallner, A., et al., *Nature* **532**, 69-72 (2016)

Breitschwerdt, D., et al., *Nature* **532**, 73-76 (2016)

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27078566>

<http://www.gams.ph.tum.de>