



Credit: CHANDRA/NASA, N.R. Fuller/NSF, HERSCHEL/ESA- XMM NEWTON/MPE, A. Hobart/NASA, CHANDRA/NASA, L. Rezzolla et al., HST/NASA, SWIFT/NASA, CHANDRA/NASA, G. Jordan et al., SPITZER/NASA, FERMI/NASA, HST/NASA

Supernovae und Gammastrahlen-Ausbrüche

Dynamik am Ende des Sternenlebens

Ulrich v. Kusserow, Olbers-Gesellschaft e.V. Bremen

Explosive Prozesse beeindrucken und beängstigen so manchen von uns, von ihnen geht eine große Faszination aus. Umso mehr, wenn wir, passend dazu, farbenprächtige und besonders dynamisch strukturierte, von modernen Großteleskopen erstellte ästhetische Bilder aus dem (vorsichtshalber) etwas fernerem Universum betrachten. Wenn dann theoretische Astrophysiker auch noch anschauliche Videosequenzen mit Ergebnissen ihrer Simulationsrechnungen zur Erklärung solcher in komplexen Prozessen ablaufender Explosionen bereitstellen ... einfach wunderbar und zum Genießen ...

So mancher Stern bietet dem Betrachter am Ende seines Lebens ein solch brisantes Szenario, besonders wenn er sehr massereich ist oder sich mit einem Partner in einem Doppelsternsystem bewegt. Einzelsterne, die anfangs nicht viel schwerer als unsere eigene Sonne sind, werden ihr Leben als **WeiBer Zwerg** nach dem Abstoß eines „bunten“ Planetarischen Nebels zwar nicht so besonders spektakulär beenden. Wenn sie aber einen Begleiter haben, könnte sie diesem durch Einfluss der Gravitationskräfte immer wieder ´mal oder aber auch stetig und nachhaltig Materie entwenden. Dann würde es durchaus zu möglicherweise sich wiederholenden explosiven Verpuffungen in Form sogenannte „Novae“, im extremen Fall sogar zu einer „endgültigen“ **Supernova (SN vom Typ Ia)** mit einhergehender vollständigen Zerstörung des heißen, weißen Zwergsterns kommen. Sterne, deren Masse im Verlaufe ihres Lebens meist mehr als etwa achtmal so groß ist wie die unserer Sonne, beenden ihr Leben ebenfalls mit einer Supernova-Explosion (SN vom **Typ II, Ib oder Ic**). Zurück bleibt in der Regel wohl ein besonders kleines, kompaktes, maximal etwa eineinhalb Sonnenmassen schweres, im Wesentlichen aus Neutronen bestehendes Himmelsobjekt, ein sogenannter **Neutronenstern** ... oder vielleicht sogar ein stellares **Schwarzes Loch**, wenn die Ausgangsmasse des Sterns besonders groß war. Neutronensterne können vor allem am Anfang ihres Lebens sehr schnell rotieren, besitzen teilweise

extrem starke Magnetfelder (sogenannte **Magnetare**) und können als **Pulsare** regelmäßig und in besonders kurzen Zeitabständen gewaltige Energiepakete entlang ihrer gerichteten Magnetfeldstrukturen zum Beobachter senden.

Als **Gamma-ray Bursts (GRBs)** bezeichnet man die besonders hochenergetischen und extrem kurzzeitigen, teilweise nur Bruchteile von Sekunden andauernden Ausbrüche von Gammastrahlen, deren häufiges Auftreten heute von verschiedenen Satelliten aus nahezu gleichverteilt aus allen Richtungen des Universums beobachtet werden kann. Noch ist nicht wirklich endgültig geklärt, wie genau sie entstehen. Es gibt aber mehr und mehr klare Indizien dafür, dass die etwas länger andauernden Gammastrahlenausbrüche bei den Supernova-Explosionen von extrem massereichen Sternen entstehen, deren Endprodukte sogenannte **Kollapsare** oder Schwarze Löcher sein müssten. Sie entstehen in der Regel in Galaxien mit ergiebigen Sternentstehungsgebieten. Die kürzeren Gamma-ray Bursts treten demgegenüber aber vorwiegend in „toten“ elliptischen Galaxien mit schon vielen „Sternleichen“ auf. Ergebnisse von Simulationsrechnungen belegen, dass sie wohl bei der Kollision von Weißen Zwergen, Neutronensternen und Schwarzen Löchern entstehen. Die freigesetzten gewaltigen Energiemengen, die beispielsweise im Röntgenbereich teilweise noch lange beim „Nachglühen“ dieser Objekte beobachtet werden können, werden dabei offensichtlich eng gebündelt, kollimiert in Form sogenannter **Jets** ausgesandt. Als Energiequelle solcher heftigen Explosionen kommen die beim Akkretionsprozess von Materie auf die kompakten Objekte freiwerdenden **Gravitationsenergien** sowie die bei der Abbremsung der schnell um sich selbst oder den Partnerstern rotierenden kompakten Objekte bereitgestellte **Rotationsenergie** in Frage. Die vorhandenen besonders starken **Magnetfeldstrukturen** werden heute in diesem Zusammenhang für die Beschleunigung und Kollimation der Jets sowie für die Umwandlungsprozesse der Energie in ihre verschiedenen Erscheinungsformen verantwortlich gemacht.

Anhand farbenprächtiger Bilder und Videosequenzen soll in diesem Vortrag zunächst das Auftreten der unterschiedlichen Erscheinungsformen der Supernova-Explosionen und Gamma-ray Bursts veranschaulicht werden. Historische Aspekte werden in diesem Zusammenhang angesprochen, Teleskope vorgestellt, mit Hilfe derer wichtige Daten gewonnen werden können. Im zweiten Teil des Vortrags werden die Entwicklungsprozesse der Sterne unterschiedlicher Masse am Ende ihres Lebens für unterschiedliche Zeiträume in der Entwicklung unseres Universums erläutert. Insbesondere sollen dabei auch die typischen Prozesse in massereichen Doppelsternsystemen betrachtet werden. In den beiden folgenden Abschnitten dieses Vortrags geht es dann um die heute weitgehend akzeptierten Theorien über die Entstehung der verschiedenen Typen der Supernova-Explosionen beziehungsweise Gammastrahlen-Ausbrüche in Form von GRBs. Es werden in diesem Zusammenhang anschauliche Animationen zur Verdeutlichung der ablaufenden physikalischen Prozesse gezeigt. Anschließend soll die besondere generelle Rolle magnetischer Feldstrukturen unter anderem für die Bündelung und Beschleunigung von Jets anhand von Ergebnissen beeindruckender aktueller Simulationsrechnungen veranschaulicht werden. Den Abschluss dieses Vortrags bilden entspannende Eindrücke aus der faszinierenden Welt der stellaren Explosionen ... „Entspannung Pur“ ...

Die vorgestellten kosmischen Explosionen ermöglichten erst die Entwicklung von Leben auf der Erde, weil sie die dafür benötigten atomaren Elemente „erbrütet“ haben (**Nukleosynthese**), weil sie durch das Aussenden von Kosmischer Strahlung (im positiven Sinne) Genmutationen in den Lebewesen auf unserem Planeten auslösten, ohne die eine für die Entwicklung von hochentwickeltem Leben notwendige Artenvielfalt sich gar nicht erst hätte ausbilden können. Wir müssen uns andererseits aber auch stets darüber bewusst sein, dass solche „kosmischen Katastrophen“ in allzu großer Nähe zu uns aber auch die Entwicklung von Leben bedrohen könnten.

Inhaltsangabe

1. Über die Beobachtung von Supernovae- und Gammastrahlen-Ausbrüchen
2. Entwicklungsprozesse am Ende des Sternenlebens
3. Theorien über die Ausbildung von Supernova-Explosionen
4. Theorien zur Entstehung der „Gamma-ray Bursts“
5. Kompakte stellare Objekte, Jets und Magnetfelder
6. Etwas für die „Pure Entspannung“

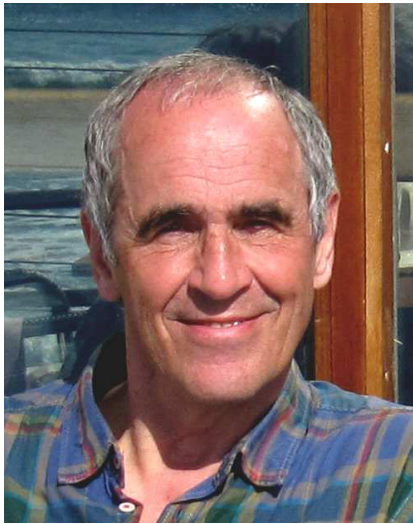
Nähere Informationen zum Vortrag können Sie erhalten durch:

Ulrich v. Kusserow
Besselstraße 32-34
28203 Bremen
Tel.: 0421-75160

E-mail: uvkusserow@t-online.de

Internet: <http://uvkusserow.magix.net/website/>

Dipl. - Phys. Ulrich v. Kusserow, Olbers-Gesellschaft e.V. Bremen



Ulrich v. Kusserow unterrichtete nach dem Studium der Astrophysik (Diplomarbeit zum Thema „Stationäre sphärische $\alpha\omega$ -Dynamos und das Erdmagnetfeld“) als Gymnasiallehrer für Mathematik und Physik. Er war viele Jahre Vorsitzender der Bremer Olbers-Gesellschaft, ist Mitglied der Astronomischen Gesellschaft (AG) sowie der Deutsch Physikalischen Gesellschaft (DPG). Mehrere Jahre hat er zum Thema „Lernen über Kosmische Magnetfelder“ am Institut für Didaktik der Physik an der Universität Potsdam mitgewirkt. Er betreut heute Praktikumsversuche der Universität Bremen zur Sonnenphysik, schreibt Artikel und hält Vorträge, unter anderem auch bei Veranstaltungen zur Lehrerfortbildung, schwerpunktmäßig über didaktische Aspekte der modernen Astrophysik zu den Themenbereichen solare und kosmische Magnetfelder, Weltraumphysik, Planeten-, Stern- und Galaxienentstehung sowie Umwelt- und Klimaprobleme. Als regelmäßiger Gast arbeitet er an der Jacobs University Bremen mit. Den Bremer PALAZZI-Verlag unterstützt er bei der Erstellung des jährlich in Zusammenarbeit mit der Zeitschrift „Bild der Wissenschaft“ herausgegebenen „Sternzeit“-Kalenders, die DLR in Bremen bei der Installation eines Schülerlabors zur Sonnenbeobachtung.