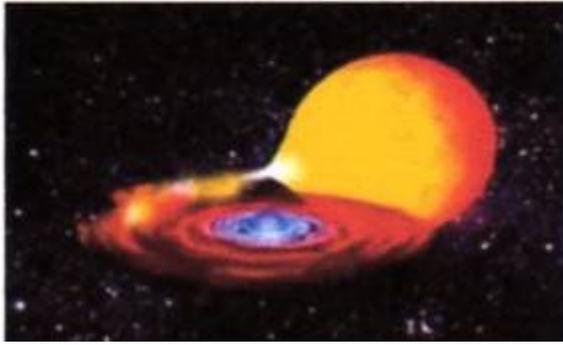
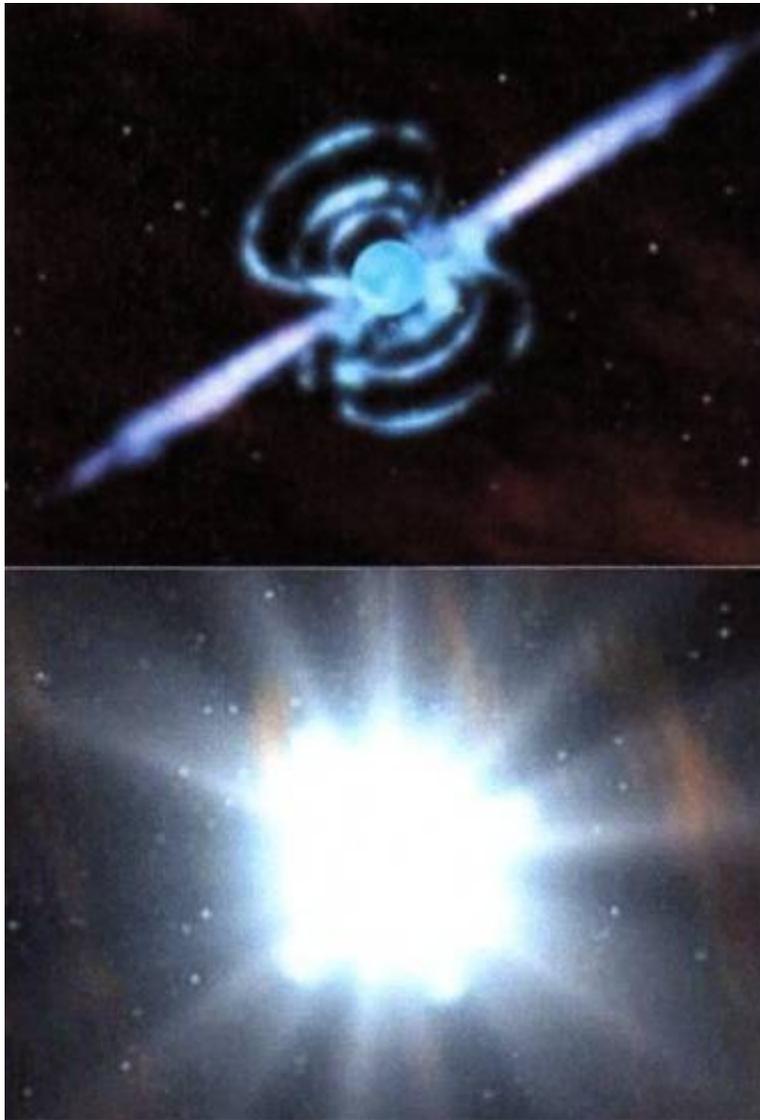


Neutronensterne



Belegarbeit von
Mirko Kretschmann

Klasse 10/4 2005
Astronomie



Inhaltsverzeichnis

1. Der Neutronenstern
2. Die Entdeckungsgeschichte der Neutronensterne
3. Entstehung eines Neutronensterns
4. Eigenschaften eines Neutronensterns
5. Aufbau und innere Struktur eines Neutronensterns
6. Das Magnetfeld eines Neutronensterns
 - 6.1 Pulsare
 - 6.2 Magnetare
 - 6.3 Quarksterne
7. Das Ende eines Neutronensterns
8. Berichte aus der Forschung der Neutronensterne
 - 8.1 Sanft statt mit großem Knall
 - 8.2 Neutronenstern mit Schleudertrauma
 - 8.3 Ein Neutronenstern ganz in unserer Nähe
9. Quellenverzeichnis

1. Der Neutronenstern

Der Neutronenstern steht am Ende seiner Sternentwicklung und stellt damit das Endstadium eines Sterns einer bestimmten Gewichtsklasse dar. Dabei handelt es sich um den kleinsten und dichtesten Stern, der in der Astronomie bekannt ist. Er besteht aus einer besonderen Materieform von Neutronen mit einer extremen Dichte von etwa zehn bis zwölf Kilogramm pro ccm im Zentrum und mehr.

Die Dichte im Zentrum übertrifft die von Atomkern (300 Millionen Tonnen pro ccm) um ein Vielfaches. Eine Portion dieser Materie von der Größe eines Stecknadelkopfes wiegt daher über eine Million Tonnen, so viel wie ein Wasserwürfel mit 100 Meter Kantenlänge. Es handelt sich damit um eine Materieform, die mit der von Atomkern vergleichbar ist. Als einen Durchmesser von typischerweise 20 Kilometern und einer Masse zwischen 1,44 und 3 Sonnenmassen. Neben dieser Neutronenmaterie könnte im Zentrum auch ein Kern aus einem Quark-Gluon-Plasma vorliegen. Ein solches hypothetisches Gebilde nennt man Quarkstern. Neutronensterne zählen nicht nur hinsichtlich ihrer Dichte sondern auch hinsichtlich ihres Magnetfeldes, ihrer Temperatur und weiterer physikalischen Größen zu den extremsten Objekten im Kosmos, die man überhaupt kennt.



2. Die Entdeckungsgeschichte der Neutronensterne

Im Jahre 1932 entdeckte Sir James Chadwick das Neutron als Elementarteilchen und bekam dafür 1935 den Nobelpreis für Physik verliehen.

1933 schlugen nach Lew Dawidowitsch Landau (1932) Walter Baade und Fritz Zwicky theoretisch die Existenz von Neutronensternen voraus. Sie beschrieben bei der theoretischen Erklärung der Vorgänge einer Supernova den Neutronenstern als mögliches Endprodukt der Sternentwicklung. J. Robert Oppenheimer (1904 bis 1967) und G.M. Volkoff berechneten 1939 ein theoretisches Modell eines Neutronensterns.

1967 entdeckten die Astronomen Jocelyn Bell und Antony Hewish Radioimpulse von einem Pulsar. Die Energiequellen für diese Impulse ist die Rotationsenergie des Neutronensterns. Die meisten bisher entdeckten Neutronensterne gehören zu diesem Typ.

1971 beobachteten Ricardo Giacconi, Herbert Gursky, Ed Kellogg, R. Levinson, E. Schreier und H. Tananbaum Impulse mit einer Periode von 4,8 Sekunden in einer Röntgenquelle im Sternbild Centaurus, bezeichnet sie als Cen X-3. Sie interpretierten diese Beobachtung als einen rotierenden, heißen Neutronenstern in einer Umlaufbahn um einen anderen Stern. Die Energie für diese Impulse stammt aus der freigesetzten Gravitationsenergie, die von der auf den Neutronenstern einströmenden, gasförmigen Materie des Sterns stammt.

3. Entstehung eines Neutronensterns

Neutronensterne entstehen beim Ausbruch einer Supernova vom Typ II, wie sie beim Kollaps des Zentralbereiches eines Sterns mit einer Masse zwischen 1,44 Sonnenmassen (Chandrasekhar-Grenze) und etwa drei Sonnenmassen stattfindet.

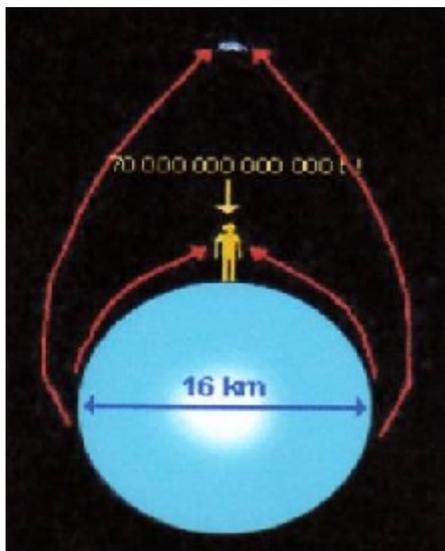
Liegt die Masse darüber, entsteht ein schwarzes Loch, liegt sie darunter, erfolgt keine Supernovaexplosion, sondern es entwickelt sich ein weißer Zwerg.

Die durch den Kollaps ausgelöste Schockwelle sprengt die äußere Hülle mit einer Geschwindigkeit von 10.000 Kilometern pro Sekunde oder mehr ab, wobei auch die schweren Elemente als heißes Gas ins All geschleudert werden - es entsteht eine Supernova. Dieser Ausbruch dient später als interstellares Material wieder dem Aufbau neuer Sternengenerationen, der Bildung von Planeten und sogar der Entstehung von Leben.

Der Kollaps erfolgt, wenn am Ende seiner Entwicklung die Fusionsprozesse im inneren des Sterns zum Erliegen kommen. Im Zentralbereich massereicher Sterne wird nach der Fusion von Wasserstoff- zu Heliumkernen eine Reihe weiterer schwerer Elemente erzeugt. Sobald sich im Kern Eisen und Nickel angereichert haben, ist keine Fusion mehr möglich. Eisen und Nickel sind die Elemente mit der höchsten Bindungsenergie pro Nukleon.

Der Stern kollabiert, wobei der Kern stark komprimiert wird. Dabei treten extrem starke Kräfte auf, die bewirken, dass die Elektronen in die Atomkerne gepresst werden und sich Protonen und Elektronen zu Neutronen (und Elektronen - Neutrinos) verbinden. Während der Kontraktion behält der Restkern das Drehmoment des ursprünglichen Sterns, wodurch sich seine Rotation enorm erhöht. Aufgrund dieser Erhaltung des Drehimpulses kann ein Neutronenstern bis zum mehr als tausendmal pro Sekunde rotierenden, besitzt er dabei noch ein Magnetfeld, wird er zum Pulsar. Der Kern schrumpft noch weiter, bis die Neutronen einen so genannten "Entartungsdruck" aufbauen, der die weitere Kontraktion schlagartig stoppt. Dabei wird ein großer Teil der beim Kollaps freigesetzten Gravitationsenergie (also potenzielle Energie) durch die Emission von Neutrinos frei. Diese verlassen den Stern ohne nennenswerte Wechselwirkung mit den äußeren Schichten des Sterns.

Zusätzlich emittiert der Kern einen starken Neutronenschauer, der die um die bindenden Schichten so stark aufheizt, dass ein "Hüllenbrand" entsteht, der weitere Energie liefert und die noch verbliebenen äußeren Schichten des Sterns in einer Explosion davonschleudert. Der Neutronenschauer sorgt außerdem für die Bildung schwerer Elemente bis über die höchste Bindungsenergie hinaus.



Dieser entstandene Körper, welcher nun noch die Masse unserer Sonne besitzt, weist jetzt eine um eine Billiarde (10^{15}) höhere Dichte als Wasser auf; ein Kubikzentimeter Materie auf seiner Oberfläche „wiegt“ die Kleinigkeit von einer Milliarde Tonnen. Ein Mensch auf dieser Oberfläche würde demzufolge 70 000 000 000 000 Tonnen wiegen !

Faszinierend ist dabei, dass die Bildung des Neutronensterns zunächst vollständig im Kern des Sterns abläuft, während der Stern äußerlich unauffällig bleibt. Erst nach einigen Tagen wird die Supernova nach außen sichtbar. So können Neutrinodetektoren eine Supernova früher nachweisen als optische Teleskope.

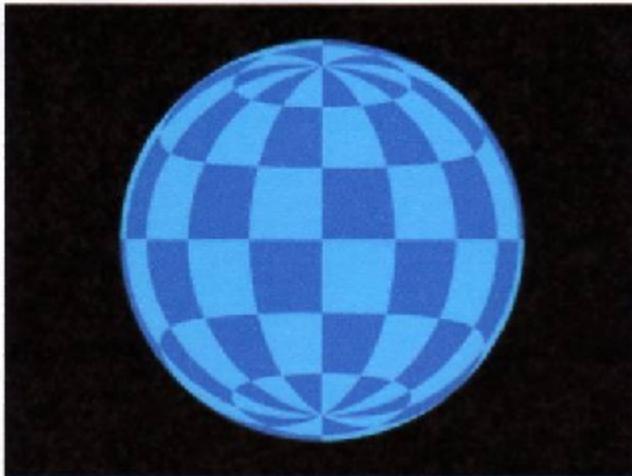
4. Eigenschaften eines Neutronensterns

Auf einem Neutronenstern herrschen wahrhaft exotische Verhältnisse. Die Gravitation ist $2 \cdot 10^{12}$ mal so groß wie auf der Erde.

Die Fluchtgeschwindigkeit, die man einem Objekt erteilen muss, damit es den Neutronenstern verlässt, ist von der Größenordnung 100 000 Kilometer je Sekunde, was etwa ein Drittel der Lichtgeschwindigkeit entspricht.

Das starke Gravitationsfeld wirkt als Gravitationslinse und lenkt vom Neutronenstern emittiertes Licht dergestalt ab, dass die normalerweise nicht sichtbare Rückseite des Sterns ins Blickfeld gelangt. Im Inneren ist der Gravitationsdruck so groß, dass Protonen und Elektronen nicht nebeneinander existieren können. Sie verwandeln sich in einem inversen Betazerfall zu Neutronen.

Die gravitative Bindungsenergie eines Neutronensterns der doppelten Sonnenmasse ist nach dem Gesetz über die Äquivalenz von Masse und Energie, $E = m c^2$, äquivalent zu einer Sonnenmasse. Das ist die Energie, die bei der Supernovaexplosion freigesetzt wird.



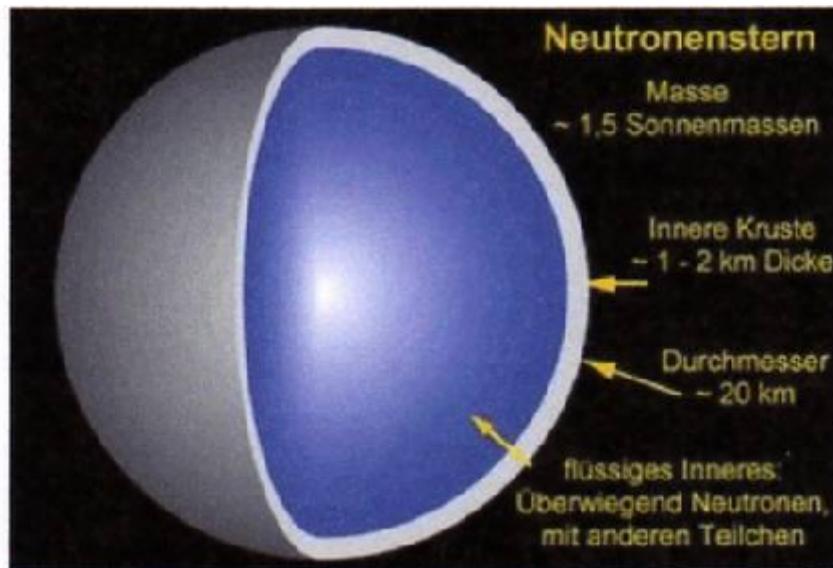
Neutronenstern. Durch die gravitative Lichtablenkung ist mehr als die Hälfte der Oberfläche sichtbar (Karos: $30^\circ \times 30^\circ$). Der Umfang des hier dargestellten Neutronensterns ist doppelt so groß wie das 2π -fache seines Schwarzschild-Radius. Bei einer typischen Neutronensternmasse von 1.4 Sonnenmassen entspricht das einem Sternumfang von $2\pi \times 8.4$ km.

Die Temperatur im Inneren eines Neutronensterns beträgt anfangs 100 Milliarden Kelvin. Die Abstrahlung von Neutrinos entzieht jedoch soviel Energie, dass sie innerhalb eines Jahres auf eine Milliarde Kelvin sinkt.

Verschiedene Effekte können die Rotationsfrequenz eines Neutronensterns im Laufe der Zeit verändern. Liegt ein Doppelsternsystem vor, bei dem ein Materiefluss von einem Hauptreihenstern zum Neutronenstern stattfindet, so wird ein Drehimpuls übertragen, der die Rotation des Neutronensterns beschleunigt. Bremsende Effekte können die Rotationsperiode auf mehrere Sekunden oder gar Minuten ansteigen lassen. Ursache ist das Magnetfeld des Neutronensterns.

5. Aufbau und innere Struktur eines Neutronensterns

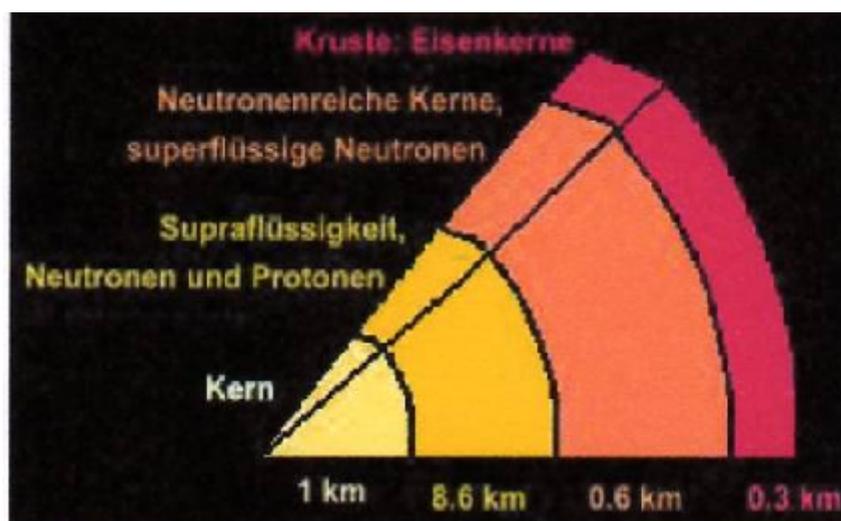
Aus den bekannten Eigenschaften der beteiligten Teilchen ergibt sich für einen typischen Neutronenstern von 20 Kilometern Durchmesser folgende Schalenstruktur:



Aufbau eines Neutronensterns (NASA)

Außen wird er vermutlich eine feste, dünne Kruste aus Eisenkernen besitzen. Erhebungen wird man auf seiner Oberfläche vergeblich suchen; die gewaltige Gravitation lässt "Gebirge" von **allerhöchstens einen Millimeter** zu.

An der Oberfläche herrscht der Druck 0. Der freie Neutronen in dieser Umgebung instabil sind, gibt es dort nur Eisenatomkerne und Elektronen.



Die Zone aus kristallinen Eisenatomkernen setzt sich bis in eine Tiefe von etwa zehn Metern vor. Dabei steigt die mittlere Dichte etwa auf ein tausendstel der Dichte gewöhnlicher Atomkerne an. Der Neutronenanteil der Atomkerne nimmt zu. Es bilden sich neutronenreiche Eisenisotope, die normalerweise zerfallen würden und nur unter den dortigen extremen Drücken stabil sind.

Ab einer Tiefe von zehn Metern ist der Druck so hoch, dass auch freie Neutronen Bestand haben. Dort beginnt die so genannte *innere Kruste*, eine Übergangsschicht, die eine Dicke von ungefähr ein bis zwei Kilometern hat. In ihr existieren Bereiche aus kristallinen Eisenatomkernen neben solchen aus Neutronenflüssigkeit, wobei mit zunehmender Tiefe der Eisenanteil von 100 Prozent auf null Prozent abnimmt, während der Anteil der Neutronen entsprechend ansteigt. Ferner steigt die mittlere Dichte auf die von Atomkern an. Im Anschluss an die innere Kruste besteht der Stern überwiegend aus Neutronen, die mit einem geringen Anteil von Protonen und Elektronen im dynamischen Gleichgewicht stehen.

Die Neutronen besitzen hier die Eigenschaften einer Supraflüssigkeit, einer Flüssigkeit ohne innere Reibung. Würde man sie "rühren", so würde der erzeugte Wirbel unendlich weiter kreisen. Die wenigen Protonen und Elektronen bewirken zudem eine Supraleitfähigkeit, d.h., es gibt keinen elektrischen Widerstand. Ein einmal induzierter Strom würde ewig fließen.

6. Das Magnetfeld eines Neutronensterns

Ein Neutronenstern besteht aus einer einige hundert Meter dicken Eisenschale, die für ein starkes Magnetfeld verantwortlich ist. Das Magnetfeld eines solchermaßen kollabierten Sterns erreicht eine unvorstellbare Stärke. Zusammen mit seiner hohen Rotationsgeschwindigkeit wirkt er wie ein riesiger Dynamo und kann unter bestimmten Umständen als Pulsar erscheinen.

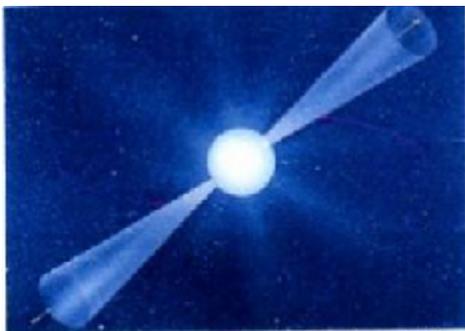
Neutronensterne haben ein Magnetfeld, das 1 000 000 000 000 mal stärker ist als das der Erde.

Das Magnetfeld ist für ihre weitere Entwicklung als auch für die astronomische Beobachtung von Bedeutung.

6.1 Pulsare

Der Pulsar ist ein schnell rotierender Neutronenstern, der, ähnlich wie ein Leuchtturm, zwei Bündel von Radiowellen aussendet. Diese Bündel kommen bei uns in regelmäßigen Abständen an und der Neutronenstern scheint für uns zu pulsieren. Deshalb bezeichnet man sie auch als kosmisches Leuchfeuer.

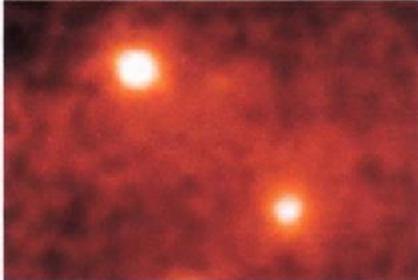
Das Magnetfeld ist so stark, dass das Licht und die Strahlung, die ein Neutronenstern emittiert, diesen auf einem schmalen Lichtkegel entlang der magnetischen Achse verlässt. Aufgrund der Rotationsbewegung des Neutronensterns wandern diese Lichtkegel durch den Raum. Liegt die Erde im Lichtstrahl, nehmen wir den Neutronenstern als Pulsar wahr.



Lichtkegel eines rotierenden Neutronensterns. Streicht einer der beiden Lichtkegel über die Erde hinweg, so beobachtet man einen kurzen Lichtpuls.



Der Pulsar im Krebsnebel (Pfeil). Er rotiert 30 mal pro Sekunde.



Diese beiden sich drehenden Neutronensterne sind die hellsten Röntgenstrahlenobjekte am Himmel. Das Computerbearbeitete Bild zeigt den Pulsar des Krebsnebels (rechts unter dem Bildzentrum) und den Geminga Pulsar (links über dem Bildzentrum) im Röntgenspektrum. Dieses Bild wurde mit dem Röntgenstrahlenteleskop "EGRET" aufgenommen, das sich an Bord des "Compton Observatory satellite" der NASA befindet

6.2. Magnetare

Eine besondere Klasse der Neutronensterne bilden die Magnetare, die mit einer anfänglichen Rotationsperiode unter 10 ms entstehen. Ein spezieller Dynamoeffekt bewirkt eine Konversion der Energie von Konvektionsströmungen im Sterninnern in magnetische Energie. Über einen kurzen Zeitraum werden starke Magnetfelder erzeugt. Ein Magnetar ist entstanden.

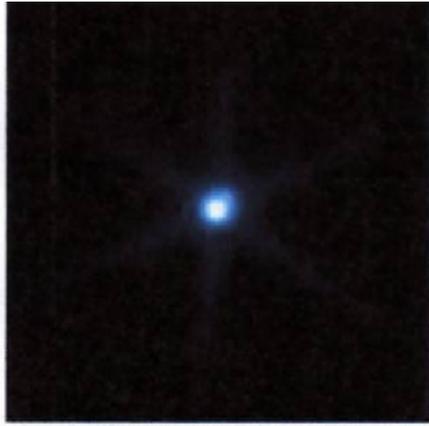
Aufgrund des größeren Magnetfeldes werden Magnetare deutlich stärker abgebremst, so dass ihre Rotationsfrequenz bereits nach etwa 1.000 Jahren unter 1 Hz sinkt. In dieser Anfangsphase erleiden sie gelegentlich gigantische Röntgenausbrüche. Sie beziehen ihre Energie aus ihren gigantischen Magnetfeldern, wobei sie die stärksten Magnetfelder im ganzen Universum haben.

6.3 Quarksterne

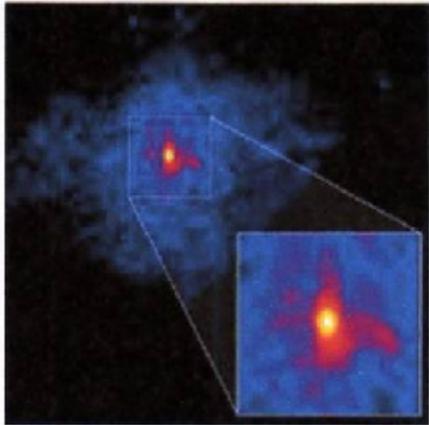
Die wohl spannendste Neuentdeckung unserer Zeit sind wohl die Quarksterne. Man nimmt an dass es sich bei den Quarksternen um Sterne handelt, in denen Plasma vorhanden ist, das aus Quarks und Gluonen besteht.

In den Quarksternen wird ein sehr seltener Effekt vermutet, der Farbsupraleitung genannt wird. Bei diesem Effekt ziehen sich die freien Quarks aufgrund einer Wechselwirkung an solange die Dichte groß genug ist. Haben sich die freien Quarks gegenseitig angezogen, so bilden sie sogenannte Quark-Cooper-Paare.

Ein solcher Quarkstern wäre etwas „weicher“ kompressibler als ein Neutronenstern und könnte einen Durchmesser unter 20 km aufweisen. Seine Rotationszeit nimmt Werte bis herunter zu 1 ms an, ohne dass der Stern zerrissen wird.



So wie hier das Objekt mit Namen RXJ1856.3-3754, das in nur 400 Lichtjahren Entfernung in der südlichen Krone liegt. Neben einer erschreckend hohen Temperatur von 700 000 K, das ist mehr als 100mal heißer als die Sonne (!), hat der "Stern" auch nur einen Durchmesser von gerade 11 km. Das aber ist viel zu klein für einen Neutronenstern im üblichen Sinn, es kann sich vermutlich nur um einen Quarkstern handeln.



3C58, ein weiterer Kandidat für einen Quarkstern. Seine Oberflächentemperatur liegt ebenfalls knapp unter einer Million K! Dieser Neutronenstern stammt wahrscheinlich aus einer Supernova, die bereits im Jahr 1181 von japanischen und chinesischen Astronomen beschrieben wurde. Das bisherige Modell der Abkühlung von Neutronensternen muß durch seine Existenz neu überdacht werden.

7. Das Ende eines Neutronensterns

Das Ende eines Neutronensterns vollzieht sich weniger dramatisch. Mit Sicherheit wird er im Laufe der Zeit (Jahrtausende!) seine Rotation verlieren und sich nach und nach völlig abkühlen, bis nur noch ein schwarzer, unheimlich kompakter Körper im All schwebt, ähnlich dem Ende Weißer Zwerge.

Im Kosmos gibt es wahrscheinlich Abermilliarden solcher erkalteter Schlackeklumpen. Aber es ist auch möglich, dass er aufgrund seines extrem starken Gravitationsfeldes wieder interstellare Materie einfängt (vielleicht sogar einen kompletten Stern). Dann wird er sicherlich beim Überschreiten einer bestimmten Massegrenze zum Schwarzen Loch kollabieren.

8. Berichte aus der Forschung der Neutronensterne

8.1 Sanft statt mit großem Knall

10.02.2005 - Astronomie

Forscher: **Neutronensterne können nicht nur in einer Supernova, sondern auch nach und nach entstehen**

Neutronensterne könnten unter bestimmten Umständen nicht nur aus Supernovae, den gewaltigen Explosionen massereicher Sterne entstehen, sondern auch direkt aus Weißen Zwergen. Dies ist das Ergebnis einer Untersuchung eines vor einem Jahr erstmals entdeckten Systems zweier sich umkreisender Neutronensterne. Darüber werden israelische Forscher in einer kommenden Ausgabe des Fachmagazins Physical Review Letters berichten.

Wenn Sterne einer Masse von mehreren Sonnenmassen ihren Wasserstofftreibstoff aufgebraucht und somit am Ende ihrer Lebensdauer angelangt sind, stoßen sie einen Großteil ihrer äußeren Hülle in einer gewaltigen Explosion ab. Der verbleibende Kern fällt dann unter dem Einfluss seiner Schwerkraft in sich zusammen, so dass sich je nach Restmasse entweder ein Neutronenstern oder ein Schwarzes Loch bildet.

Die beiden Astrophysiker Tsvi Piran und Nir Shaviv von der Hebräischen Universität in Jerusalem glauben allerdings, dass Neutronensterne unter Umständen auch unter viel sanfteren Bedingungen entstehen können. Demnach könnte ein Stern, der nur wenig schwerer als die Sonne ist, sich zunächst in einen Weißen Zwerg - den nur etwa erdgroßen Überrest eines relativ leichten Sterns - umwandeln.

Wenn sich der Weiße Zwerg dann im Laufe der Zeit abkühlt, könnte unter bestimmten Bedingungen dessen Schwerkraft den Kollaps zu einem Neutronenstern einleiten. Die Physiker glauben, dass dies bei einem vor etwa einem Jahr entdeckten System zweier sich umkreisender Neutronensterne der Fall war.

Das Sternsystem bewegt sich nämlich Untersuchungen mit einem Radioteleskop nach zu langsam - nur etwa 20 bis 30 Kilometer pro Sekunde -, als dass es einer Supernova entstammen könnte. Eine solche Explosion hingegen hätte dem System eine Geschwindigkeit von mehr als 120 Kilometern pro Sekunde verleihen sollen. Fachkollegen sind allerdings noch skeptisch und fordern eine genauere Überprüfung der Geschwindigkeit des Sternsystems.

8.2 Neutronenstern mit Schleudertrauma

08.09.2005 - Astronomie

Die eigene Supernova schleudert B1508 + 55 aus der Milchstraße

Eine Supernovaexplosion hat einen Neutronenstern so stark beschleunigt, dass er nun mit hoher Geschwindigkeit die Milchstraße verlässt. Der Stern mit der Bezeichnung

B1508+55 rast mit 1.100 Kilometern pro Sekunde durchs All und wird in etwa einer Million Jahren unsere Heimatgalaxie verlassen haben. Das haben amerikanische Astronomen mit dem aus zehn Observatorien zusammengesetzten Großteleskop „Very Long Baseline Array (VLBA) entdeckt.

Bei einer Supernovaexplosion ballt sich ein schwerer Stern am Ende seines Lebens immer stärker zusammen, um dann in einer gewaltigen Explosion zu zerplatzen. Diese Explosion geht mit einem grellen Lichtblitz einher, der die Helligkeit eines gewöhnlichen Sterns um das Milliardenfache übersteigen kann. Große Mengen Materie werden dabei in den Raum hinausgeschleudert. Zurück bleibt ein kleiner so genannter Neutronenstern, der fast nur aus Neutronen besteht.

Eine solche Vergangenheit hat auch *B1508+55*. Bei seiner Supernovaexplosion vor etwa zweieinhalb Millionen Jahren wurde der Stern jedoch so stark beschleunigt, wie Astronomen es bisher für nicht möglich gehalten haben, erklären die Forscher um Shami Chatterjee vom Harvard-Smithsonian Center für Astrophysik. Nach den bisherigen Simulationen kann eine Supernova einen Neutronenstern auf Geschwindigkeiten von maximal 200 Kilometern pro Sekunde bringen. Die Messungen ergaben jedoch, dass *B1508+55* mehr als fünfmal so schnell unterwegs ist. Bisher ist kein Neutronenstern bekannt, der sich mit so hoher Geschwindigkeit fortbewegt.

Aus Ort und Geschwindigkeit konnten die Wissenschaftler den Geburtsort des Neutronensterns rekonstruieren: ein Haufen schwerer Sterne mitten in der galaktischen Ebene der Milchstraße. Die Supernova habe den Stern senkrecht aus dieser Scheibe herausgeschossen, vermutet Chatterjee. Doch auch eine weitere Variante sei denkbar: Möglicherweise sei *B1508+55* auch aus einem Doppelsternsystem hervorgegangen, bei dem zwei schwere Sterne durch starke Gravitationskräfte zusammengehalten werden und sich in geringem Abstand umkreisen. Explodiert nun einer der Sterne, so fliegt der andere davon wie bei einem Kettenkarussell, bei dem die Halteseile reißen.

8.3 Ein Neutronenstern ganz in unserer Nähe

22.11.2000, Doris Unbehauen

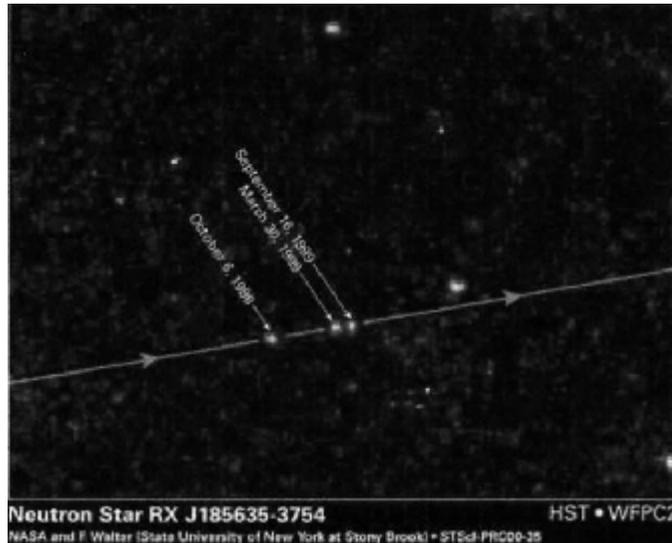
Ein Neutronenstern **ganz in unserer Nähe!**

Er soll so gross sein wie die Insel Manhattan, aber 10 Billionen mal dichter als Stahl und er rast demnächst an uns vorbei mit einer Geschwindigkeit, welche 100 mal schneller ist als die eines Überschalldüsenjets. Es handelt sich dabei um einen Neutronenstern mit dem nüchternen Namen RX J185635-3754, der etwa von einer Million Jahre durch eine stellare Explosion entstanden ist. Ein Neutronenstern ist das dichte, eng gepackte Überbleibsel eines massiven Sternes, wenn dieser in einer heftigen Explosion stirbt. Nur wenig ist von solch seltenen Neutronensternen bekannt und deshalb ist der sich uns nähernde Stern für die Astronomen ein willkommenes Studienobjekt. Mit seiner Hilfe können in den nächsten Jahrzehnten und Jahrhunderten die zukünftigen Astronomen die Theorien über das mögliche Ende von massiven Sternen mit einer Masse von über acht Sonnen genauer studieren und die bisher entwickelten Thesen überprüfen.

Mit Hilfe des Weltraumteleskops Hubble haben die Wissenschaftler nun herausgefunden, dass sich der interstellare Eindringling in ca. 300.000 Jahren uns in einem sicheren Abstand von 170 Lichtjahren passieren wird. Momentan befindet er sich etwa 200 Lichtjahre von uns entfernt und steht in der südlichen Sternkonstellation Corona Australis.

Weil es sich um den nächsten Neutronenstern handelt, der jemals beobachtet worden ist, haben die Astronomen den Stern bereits seit langem im Visier und konnten so seinen genauen Abstand feststellen. Nun vergleichen sie die bisherigen stellaren Theorien und berechnen physikalische Eigenschaften wie Größe, Helligkeit und wahres Alter. Die bisherigen Ergebnisse wurden bei der diesjährigen Tagung der „High Energy Astrophysics Division (HEAD)“ der „American Astronomical Society“ in Honolulu, vorgestellt.

„Die wissenschaftliche Bedeutung des Objektes liegt in der Tatsache, dass der Neutronenstern isoliert ist“, sagte Frederick M. Walter von der Universität von New York. „Er scheint heiß zu sein, nicht weil er auf seiner Reise Wasserstoff aus dem interstellaren Raum aufnimmt, sondern weil er noch jung ist und noch dabei, sich abzukühlen“. Kennt man nämlich das ungefähre Alter dieses Neutronensternes, könnten die Astronomen herausfinden, wie schnell sich solche Sterne abkühlen.

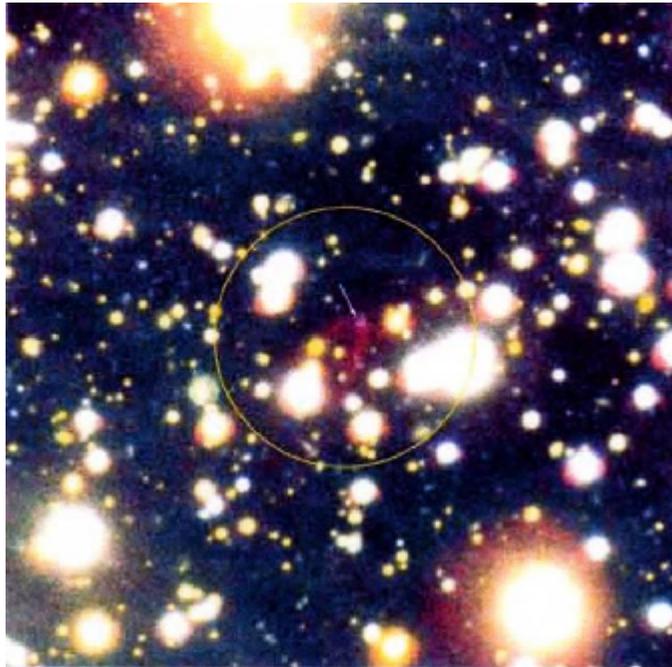


Die Bewegung von Rx J185635-3754
Diese Aufnahme ist die Summe von drei übereinander gelegten Hubble Aufnahmen. Norden ist unten, Osten ist rechts. Die Aufnahmen wurden mit der „Wide Field and Planetary Camera 2“ gemacht, sie misst 8.8 Bogensekunden in Breite und 6.6 Bogensekunden in Höhe

Der Weg des Neutronensterns wurde durch drei Hubble Aufnahmen definiert, welche am 6. Oktober 1996, am 30 März und am 16 September 1999 gemacht wurden. Die drei Aufnahmen zeigen, dass der Stern mit einer charakteristischen Pendelbewegung (Reflektion der Eigenbewegung der Erde) über den Himmel zieht. Dabei bewegt sich RX J185635-3754 mit einer Geschwindigkeit von 389.000 km in der Stunde durch das All, das entspricht in etwa 1/3 Bogensekunde pro Jahr oder einem Vollmond Durchmesser in 5.400 Jahren. Damit ist er eines der schnellsten Objekte an unserem Himmel. Barnard's Pfeilstern z.B. verändert seinen Standort um 10 Bogensekunden pro Jahr.

Die Wissenschaftler vermuten, dass dieser Neutronenstern einst einer Gruppe junger Sterne entstammt, welche im Sternbild Skorpion beheimatet sind. Vor einer Million Jahre explodierte dort ein massiver Stern eines binären Systems als Supernova. Der verbleibende Rest des explodierten Sternes wandert seitdem als RX 3185635-3754 durch das Weltall und sein Begleitstern könnte nach Ansicht der Astronomen Zeta Ophiuchus sein, ein extrem heißer, blauer Stern im Sternbild Ophiuchus. 1992 hatte man den schnellen Neutronenstern entdeckt und zwar mit Hilfe des Röntgenteleskops ROSAT. Weil er damals mit optischem Licht nicht entdeckt werden konnte, aber innerhalb von 500 Lichtjahren zu stehen schien, nahm man bereits damals an, dass es sich um einen Neutronenstern handeln könne. Erst vier Jahre gelang den Wissenschaftlern mit Hilfe des Hubble Teleskops die optische Identifizierung des Objektes.

Der Stern ist sehr schwach, nur von 26. Größe und ist bläulich. Dies beweist, dass der Stern sehr heiss ist, was man von einem Neutronenstern auch erwartet. Seine Temperatur sollte so bei 700.000 C liegen.



Aufnahme des VLT:
Ausschnittsvergrößerung, der Neutronenstern liegt in der Mitte des Kreises, mit einem Pfeil genau gekennzeichnet. Man sieht sehr deutlich den von ihm ausgehenden roten, hörnerförmigen Nebel. Es ist nicht zu erkennen, ob sich der rote Nebel zu einem länglich gezogenen Kreis schließt, oder ob er sich im All verliert. Norden ist wie auf der Hubble Aufnahme unten, Osten ist rechts. Der Neutronenstern bewegt sich ebenso wie auf der Hubble Aufnahme von links nach rechts. genau in die vom Nebel angezeigte Richtung

Im September diesen Jahres wurde mit dem European Southern Observatory 'Very Large Telescope' Aufnahmen des Neutronensterns gemacht. Sie fanden auf den Abbildungen und in Spektren einen kleinen, wie zu Römern verbogenen Nebel, welcher im Licht der Wasserstoffatomen leuchtet. Es handelt sich offensichtlich um ein Produkt des Neutronensterns und wird durch irgendwelche Wechselwirkungen mit dem seltsamen Stern gespeist. Warum dieser Neutronenstern kein Pulsar ist, das haben die Astronomen bisher noch nicht herausgefunden.

9. Quellenverzeichnis

www.wikipedia.de
www.google.de
www.arcor.de
www.wissen.de