



*Das Leben der Sterne,
ihre Arten und
Vorkommen*

Daniela Dahm

Inhalt

1.0 -Allgemeines über Sterne

2.0 -Sternentstehung und Entwicklung

3.0 -Verschiedene Endpunkte
eines Sternenlebens

3.1 -Weisser Zwerg

3.2 -Neutronenstern

3.3 -Schwarzes Loch

4.0 -Doppelsterne

4.1 -Allgemein

4.2 -Entstehung der Doppelsterne

4.3 -Röntgen-Doppelsterne

5.0 -Röntgenstrahlen

6.0 -Quasi-periodische Schwingungen

7.0 -Quellen

1.0 Allgemeines über Sterne

Mit einem Blick in den Nachthimmel schauen wir in die Unendlichkeit. Aus Unvorstellbarer Entfehnung leuchten uns tausende von Sternen entgegen. In den Wüsten können wir mit blossen Augen bis zu 4000 Sterne entdecken. Bei uns in Mitteleuropa sind es nur 1000-2000, in den Städten noch weniger.

Sterne sind wie unsere Sonne. Leuchtende Gaskugeln. Die Entfehnung der Sterne ist so gross, dass wir immer nur kleine Lichtpüktchen sehen können. Diese Entfehnung wird in Lichtjahren gemessen. Ein Stern ist auch in den stärksten Teleskopen immer eine punktförmige Lichtquelle. Sterne sind unterschiedlich hell und bilden auffällige Figuren. Die Sternbilder.

Der uns am nächsten gelegene Stern, nennt sich: Proxima Centauri. Er ist 4,3 Lichtjahre von uns entfernt.

2.0 Sternentstehung und Entwicklung

Sterne sind etwas wunderschönes und man kann gar nicht aufhören in den dunklen Nachthimmel zu schauen. Aber wie entstehen sie eigentlich?

Sterne entstehen aus einem Kollaps einer Gaswolke, die überwiegend aus Wasserstoff besteht. Wegen ihrer eigenen Schwerkraft kollabiert sie. Dadurch entsteht ein **Protostern**.

Protostern

Die kalte Gaswolke ,hat anfangs noch eine Temperatur von -257 Grad Celsius. Bis er die Dichte von 10-100 Milliarden Moleküle pro cm^3 erreicht, vergehen ungefähr 100.000 Jahre.

Durch diesen Prozess entsteht Wärme, die jedoch auf den umliegenden Staub abgeführt wird.

So bleibt die Temperatur erstmals gleich. Dieser Protostern hat eine sehr geringe Masse jedoch eine sehr grosse Ausdehnung.

Protostern

Jetzt besitzt der Protostern eine Dichte von über 100 Milliarden Molekülen cm^3 , sodass der Kühlungsprozess zusammenbricht und die Temperatur steigt.

Stern

Bei einer Temperatur von 10 Millionen Kelvin beginnt dann der Fusionsprozess, bei dem vier Wasserstoffatome zu einem einzigen Heliumkern fusionieren. Durch diesen Prozess wird jede Menge Energie frei!

Hier ist das Ende des Protostern-Prozesses, denn das Subjekt ist nun ein Stern geworden auf der sogenannten Hauptreihe.

Hauptreihe

Sobald diese Kernfusion in Gang gekommen ist, gleichen sich der innere Gas und Strahlungsdruck aus. Die Temperatur und Grösse eines solchen Sterns, bleiben etwa 2 Millionen bis 20 Milliarden Jahre stabil. Jedoch ist dies abhängig von der Masse eines solchen Sterns. Je massereicher ein Stern ist, desto eher ist der Stern von der Hauptreihe verschwunden. Wenn der Wasserstoff zum grössten Teil zu Helium verbrannt ist, kann er nicht mehr genügend Hitze erzeugen und das Gleichgewicht aus dem Gasdruck und der Gravitation, verliert an Bestand, das bedeutet: Der Stern kollabiert.



Roter Riese

Durch diesen Prozess erhitzt sich das Sternenninnere wieder und erreicht Temperaturen bis zu über 100 Millionen Kelvin.

Dadurch entsteht ein neuer Kernprozess, wo dabei das Helium zu Kohlenstoff verbrannt wird.

Wenn der Stern eine grosse Masse hat, werden noch schwerere Elemente gebaut.

Enden tut das ganze bei Eisen.

Der Stern wird immer und immer grösser,

er bläht sich auf und erhöht seine Leuchtkraft um das 1000 – 10000 – fache.

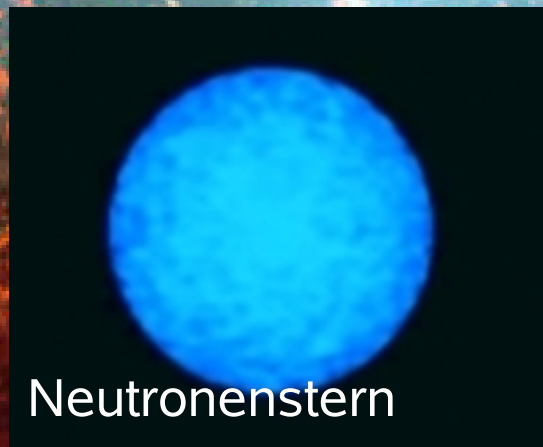
Dabei wird er zum Roten Überriesen.

3.0 Verschiedene Endpunkte

Die Fusion von Eisen bringt keine weitere Energie, dadurch kollabiert der Rote Überriese, wodurch sehr viel Energie freigesetzt wird, so dass die äusseren Schichten des Sterns weggeschleudert werden. Die Helligkeit steigt dabei schlagartig an.

Dann kann der Stern unter 2 verschiedenen Möglichkeiten enden:

- Neutronenstern
- Schwarzes Loch



Neutronenstern

oder



Schwarzes Loch

3.1 Weisser Zwerg:

Es findet keine Supernova statt, wenn ein Roter Riese eine Masse von weniger als dem 1,4 fachen der Sonne hat (Chandrasekhar-Limit).

Ein Erdgrosser weisser Zwerg, der schwere Elemente, wie Kohlenstoff und nur sehr wenig oder sogar keinen Wasserstoff besitzt, bleibt zurück. Jedoch kann über viele Milliarden Jahren, eine Oberflächentemperatur von mehr als 100000 Kelvin aufrecht erhalten werden, (durch die thermische Energie). Die weissen Zwerge haben aufgrund ihrer geringen Grösse nur eine absolute Helligkeit von 8-16 magnitude.

Die Energie eines weissen Zwerges geht auch irgendwann mal zuneige, dies geschied indem der Stern abkühlt und der Körper aus kaltem entartetem Gas wird. Diese Substanz nennt man dann schwarzen Zwerg. Er konnte zwar noch nicht nachgewiesen werden, aber die Wahrscheinlichkeit seiner Existens ist sehr hoch.

Roter Riese wird zum Weissen Zwerg:



Weisser Zwerg/Doppelsternbegleiter:

Wenn der weisse Zwergstern einen Doppelsternbegleiter hat, ist die Explosion in einer Supernova noch möglich. Es könnte sein, dass Materie vom Begleiter auf den weissen Zwerg übertragen wird. Überschreitet nun der Zwergstern bei der Aufsammlung der Sternmaterie seines Nachbarn das Chandrasekhar-Limit, dann wird der Zwerg instabil und explodiert in einer thermonuklearen Explosion



3.2 Neutronenstern

Ein Stern kann erst dann zu einem Neutronenstern werden, wenn er nach einer Supernova eine grössere Masse als 1,4 Sonnenmassen, jedoch eine geringere als 3,2 Sonnenmassen hat. Neutronensterne haben eine sehr grosse Entweichgeschwindigkeit, da sie nur 20 – 24 km gross sind.

Der Druck beim Kollaps des Sterns war so stark, dass sich ein Neutronengas bildet, indem die Elektronen, die die Protonen und Neutronen umkreisen, in die Protonen hineingeschoben wurden. Das entstandene Neutronengas kann sehr dicht zusammengedrückt werden. Neutronensterne haben anfangs eine Kerntemperatur von über 100 Milliarden Kelvin, dies jedoch schon nach ungefähr 1 Millionen Jahren auf 10 Millionen Kelvin abgekühlt. Ein solcher Stern ist von einer 100 m dicken Eisenkruste ummantelt, diese ungefähr 1 Millionen mal härter ist als das auf der Erde.

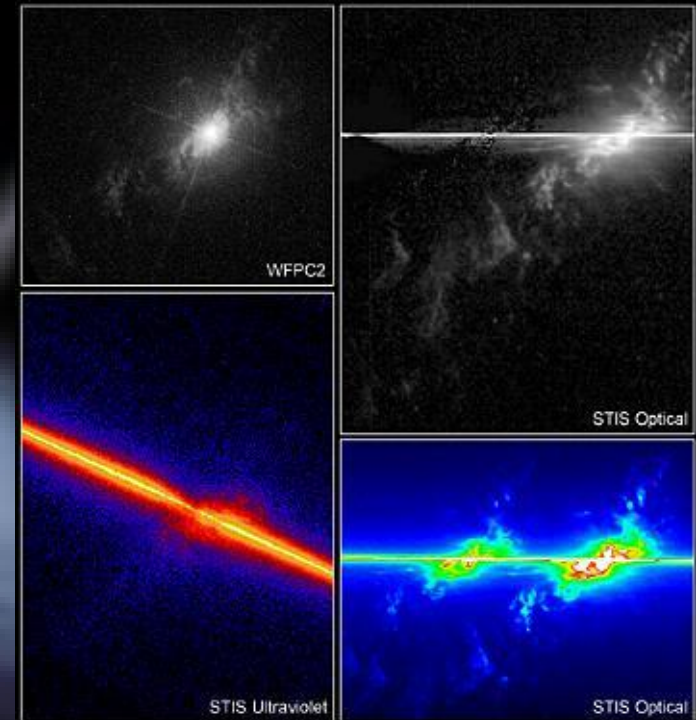


3.3 Schwarzes Loch

Am Ende seiner Lebenszeit kollabiert ein Stern unter dem Einfluss seiner eigenen Gravitation, seine äusseren Schichten können dabei in einer Supernova - Explosion in den Weltraum hinausgeschleudert werden. Überschreitet die stellare Restmasse des sterbenden Sterns die von etwa 3.2 Sonnenmassen, fällt die Materie noch weiter in sich zusammen – ein stellares Schwarzes Loch hat sich gebildet.

Schwarzes Loch:

Es gibt kaum andere Objekte im Weltall, die den Menschen so sehr faszinieren wie Schwarze Löcher. Mit dem Begriff schwarzes Loch bezeichnet man eine Region des Universums, in der die Schwerkraft so stark ist, dass weder Materie noch Licht aus ihr entkommen können. Die Grenze dieser Region wird als Ereignishorizont bezeichnet. Nichts was den Ereignishorizont einmal überquert hat, kann das Schwarze Loch je wieder verlassen. Der Ereignishorizont hat die Form einer Kugelschale, ihr Radius wird als Schwarzschild-Radius bezeichnet.



Spekulationen über die Existenz von Schwarzen Löchern waren schon immer, aber erst Einsteins Relativitätstheorie lieferte das theoretische Fundament, um sie konkret zu beschreiben.

4.0 Doppelsterne:

Sterne existieren oft in Doppel- oder Mehrfachsystemen. Doppelsterne sind zwei wirklich zusammenstehende Sterne, die um einen gemeinsamen Mittelpunkt kreisen. Dieses Doppelsternsystem nennt man physische Doppelsterne. Die Sterne die von uns aus gesehen beieinanderstehen, aber in Wirklichkeit weit von einander getrennt sind, nennt man optische Doppelsterne. Diese beiden Doppelsterngruppen bilden die visuellen Doppelsterne. Die Umlaufzeit von visuellen Doppelsternen sind sehr unterschiedlich.

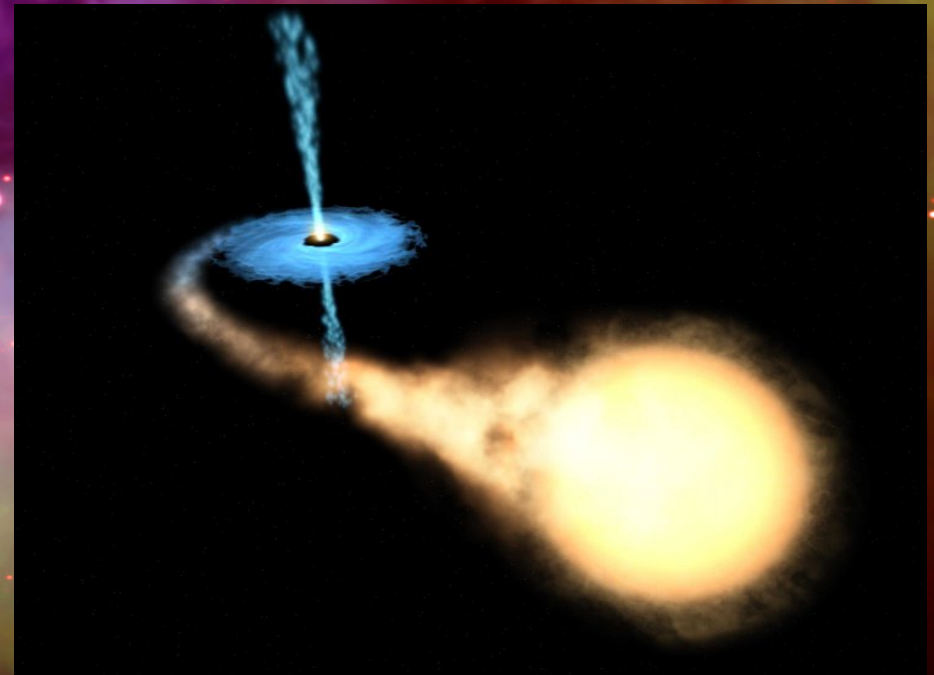


Doppelstern:

4.1 Doppelsterne

Ein Doppelsternsystem mit weniger als 2,7 Jahren Umlaufzeit ist auch mit grossen Teleskopen nicht mehr zu erkennen. Diese können durch Spektroskopie aufgefunden werden (Spektroskopische Doppelsterne). Durch Bewegung der zwei Sterne um das gemeinsame Zentrum, bewegen sie sich einmal Richtung Erde zu und dann wieder weg. Dadurch entsteht eine Verschiebung ihrer Spektrallinien gemäss dem Dopplereffekt. Doppelsterne können auch photometrisch nachgewiesen werden (Photometrische Doppelsterne), indem man die Helligkeitsschwankungen misst. Diese Helligkeitsschwankungen entstehen dadurch, dass ein heller Begleiter von seinem dunkleren Partner verdeckt wird.

Ein Doppelstern mit seinem Begleiter:
Schwarzes Loch



4.2 Doppelsterne/Entstehung:

Es gibt zwei Theorien zur Entstehung von Doppelsternen:

1.Theorie:

Laut dem Satz zur Erhaltung des Drehimpulses, nimmt die Rotationsgeschwindigkeit zu, wenn sich eine Gaswolke verdichtet. Bei einer schnellen Rotation wird die Gaswolke platter und es kann sich auf der Äquatorialebene Materie abspalten. Dadurch entsteht ein Doppelstern. Diese Doppelsterne werden auch enge Doppelsterne genannt. Sie können Gleich oder unterschiedlich gross sein.

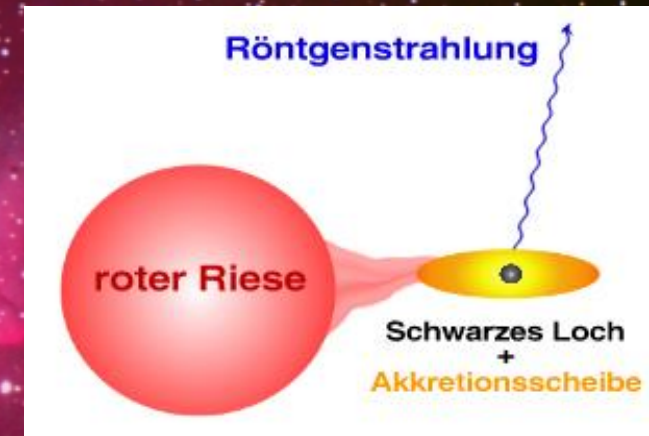
2.Theorie:

Zwei Nachbarsterne, die sich unabhängig voneinander entwickeln (Evolution, Roter Riese, Supernova), können sich auf Grund der gegenseitigen Anziehungsphäre, umeinander drehen. Diese Art von Doppelsternen nennt man auch weite Doppelsterne. Solche Doppelsternsysteme können sich oft entwickeln, da Sterne ja oft in Gruppen entstehen.



4.3 Röntgendoppelsterne:

Zu den spektakulärsten Objekten der Astronomie zählen unter anderem die Röntgen-Doppelsterne. Dies wird so genannt, weil dieses Doppelsternsystem Röntgenstrahlung aussendet. Die Ursache dafür ist das Einströmen von Materie, von einem der beiden Sterne, zu seinem kompakteren Partner. Diesen Vorgang nennt man auch: Akkretion. Dieser Partner ist meistens ein Neutronenstern oder ein Schwarzes Loch. Loch.



Der Materialfluss:

Der Materialfluss kann zwei verschiedene Ursachen haben:

1. Sternwind. Dieser Sternwind gerät in den Anziehungsbereich des kompakten Sterns. Diese Sternwinde sind besonders bei bei Hauptreihensternen mit einer Masse von mehr als 2 Sonnenmassen ausgeprägt.
2. Dieser Materialfluss kann viele Millionen Jahre anhalten. Sterne, die sich in der Wachstumsphase zum Roten Überriesen befinden und dabei die Roche – Grenze überschreiten, verursachen, dass so Materie zum kompakten Partner fließt.

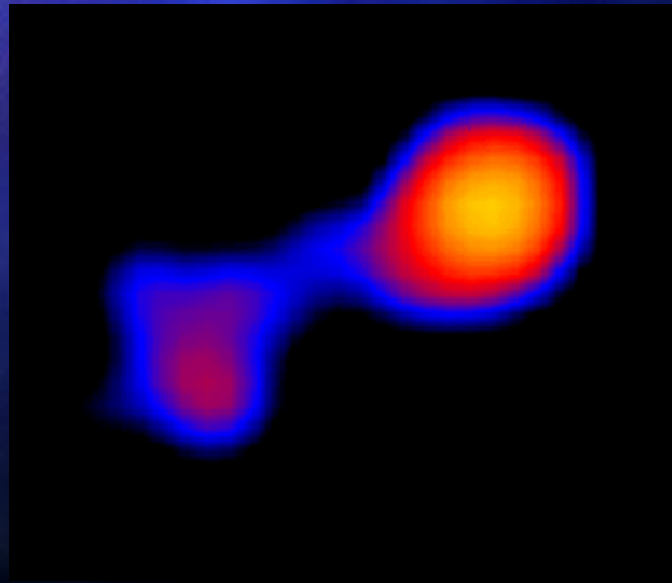


Röntgendoppelsterne:

Das Material stürzt nicht direkt auf den kompakten Partner, wegen der Drehimpulserhaltung, sondern rotiert zunächst als Akkretionsscheibe um ihn herum.

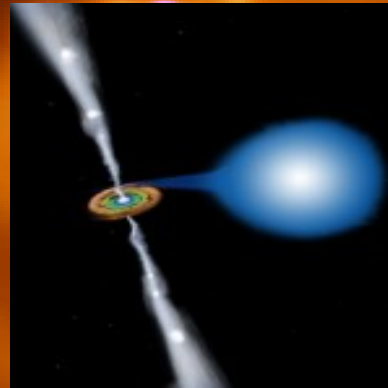
Wenn das Objekt ein Neutronenstern oder ein schwarzes Loch ist, dann steigt die Temperatur zum inneren Rand der Akkretionsscheiben an und die Werte führen zu starker Röntgenstrahlung.

Durch die Gravitation wird die dafür benötigte Energie aufgebracht. Dabei nähert sich das Material auf einer spiralförmigen Bahn dem Partner und stürzt schliesslich auf dessen Oberfläche.



Röntgendoppelsterne:

Ist der Partner ein weisser Zwerg so wird relativ wenig Röntgenstrahlung ausgesandt. Die Ursache dafür ist, dass bei einem weissen Zwerg deutlich weniger Gravitationskraft zur Verfügung steht. Dies wiederum liegt an der kleineren Masse eines weissen Zwerges, im Gegensatz zu einem Schwarzen Loch oder einem Neutronenstern. Der Materieeinfall auf die Oberfläche eines solchen Partners erfolgt meist unregelmässig.



Wenn der Partner ein Neutronenstern ist, werden beim Sturz auf die Oberfläche sehr viel Energie freigesetzt. Neutronensterne können Rotationsperioden bis hin zu etwa einer Millisekunde haben.

Man geht heute davon aus, dass sich hinter jedem Röntgenpulsar ein Neutronenstern in einem Doppelsternsystem verbirgt.

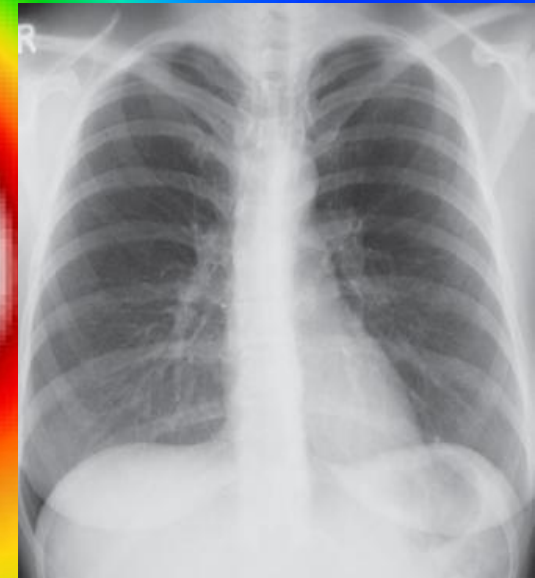
5.0 Röntgenstrahlen:

Röntgenstrahlen sind elektromagnetische Wellen, die eine sehr kurze Wellenlänge besitzen. Diese Wellen entstehen, wenn ein elektrischer Strom mit hoher Spannung durch eine luftleere Elektronenröhre geschickt wird. Dabei treffen Elektronen mit hoher Geschwindigkeit auf Metallplättchen. Bei der Abbremsung entstehen Röntgenstrahlen.

Eigenschaften von Röntgenstrahlen:

- **Sie durchdringen Materie und lebende Gewebe.**
- **Sie schwärzen den photographischen Film.**

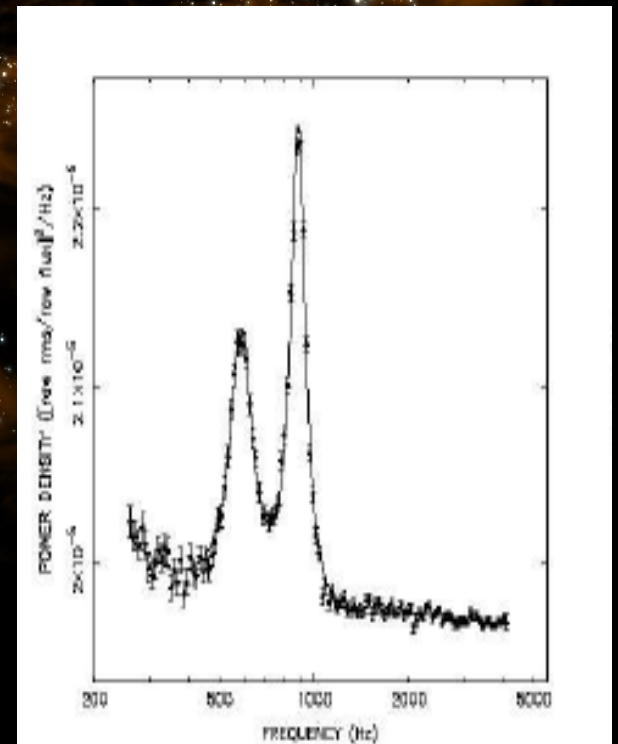
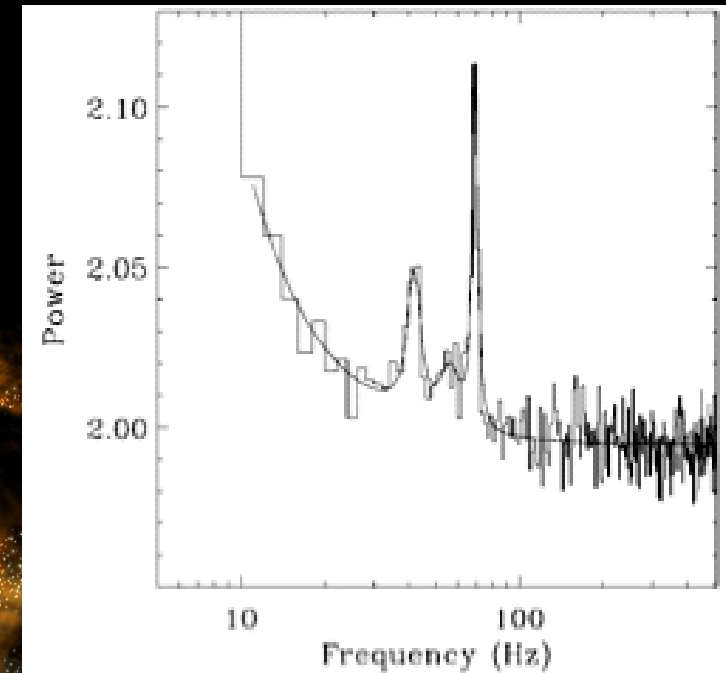
Je nach ihrer Dichte sind die Körpergewebe für die Röntgenstrahlen unterschiedlich durchlässig. Daher zeichnen sich auf dem photographischen Film, Schatten ab, wenn man Röntgenstrahlen durch das Körperteil schickt, das untersucht werden muss. Wegen der Dichteunterschiede, von den einzelnen Gewebe, ergeben diese Schatten bestimmte Bilder. Die Deutung des Schattenbildes ist Aufgabe des Radiologen.



6.0 QPO – Quasi-periodische Schwingungen:

Quasi-periodischen Schwingungen sind zeitlich wiederkehrende Phänomene. Diese werden von Astronomen in Lichtkurven beobachtet. Sehr häufig wird dies bei Röntgendoppelsternen betrachtet. Man kann diese Lichtkurven mit einem Mathematischem Verfahren prüfen. Dieses Verfahren ist die so genannte Fourier-Transformation.

Wenn man so eine Fourier-Transformation ausgeführt hat, sind die Lichtkurven nicht mehr in Abhängigkeit von der Zeit dargestellt, statt dessen von der Frequenz. Die QPOs geben sich in den Spektren als Variabilitäten wider. Deren Handlungsweise ist nicht ganz, aber näherungsweise periodisch.



QPO – Quasi-periodische Schwingungen

Diese können mit der Theorie der Akkretion (Akkretion signifiziert den Prozess, bei dem Materie von einem kosmischen Objekt aufgesammelt wird) beschrieben werden, indem man Effekte im Akkretionsfluss (dabei könnte es sich evtl. um eine Standardscheibe handeln) um ein kompaktes Objekt mit den QPOs einsetzt.



Darunter gibt es drei charakteristische Frequenzen, die mit QPOs kombiniert werden können.

- **die vertikale Frequenz.** Sie resultiert aus vertikalen Störungen der Bahn.
- **die Keplerfrequenz,** die Frequenz, die der Umlaufzeit um das kompakte Objekt zugewiesen ist (Kepler-Gesetze).
- **die radiale Epizykelfrequenz,** eine charakteristische Frequenz, die sich ergibt, wenn man einen Kreisorbit geringfügig in radialer Richtung unterbricht.

Q

U

E

L

L

E

N

7.0

Internet:

Wikipedia.de

astronomia.de

images/google.de

spacetimetravel.org

wissenschaft-online.de

Bücher:

Atlas der Sterne und
Planeten/Lingen

Q

U

E

L

L

E

N