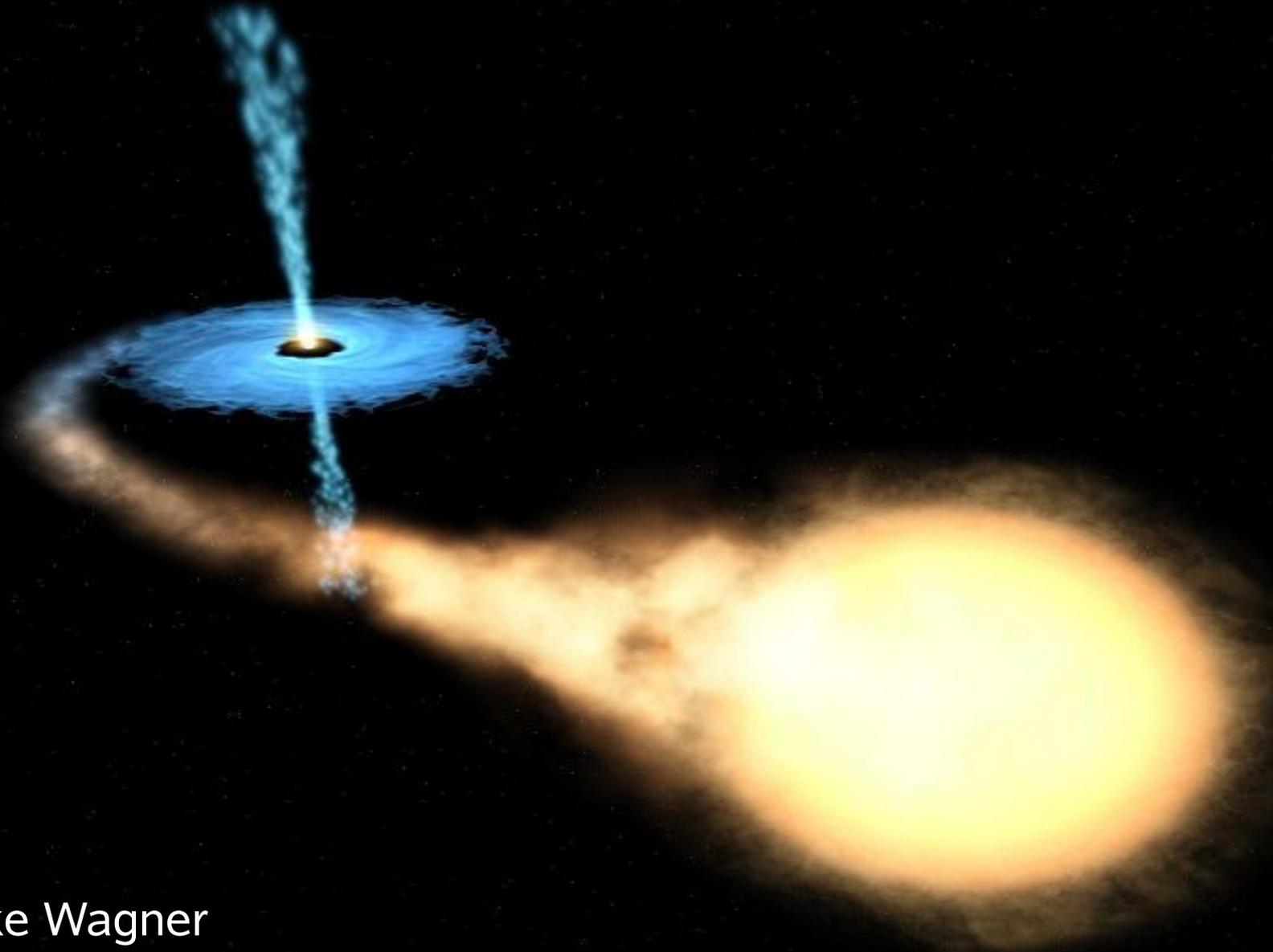


Röntgendoppelsterne



von Onke Wagner

Inhalt

1. Einleitung

1.1. Allgemein

1.2. Kataklysmische Veränderliche / Weisser Zwerg

1.3. Akkretionscheibe

1.4. Materiefluss

2. Neutronenstern

2.1. Neutronenstern als Partner

3. Schwarzes Loch

3.1. Schwarzes Loch als Partner

4. Quellen

Einleitung

- Röntgendoppelsterne (X-ray binaries) sind Doppelsternsysteme mit deutlich ausgeprägter Röntgenleuchtkraft
- bestehend aus einem normalem Stern und einer kompakteren Komponente

Kompakte Komponente kann sein:

- Weisser Zwerg
- Neutronenstern
- Schwarzes Loch

Weisser Zwerg

- trotz verhältnismässig hoher Oberflächentemperatur sehr kleine Leuchtkraft
- hohe Temperatur → weisse Farbe
- geringe Leuchtkraft → kleine Oberfläche



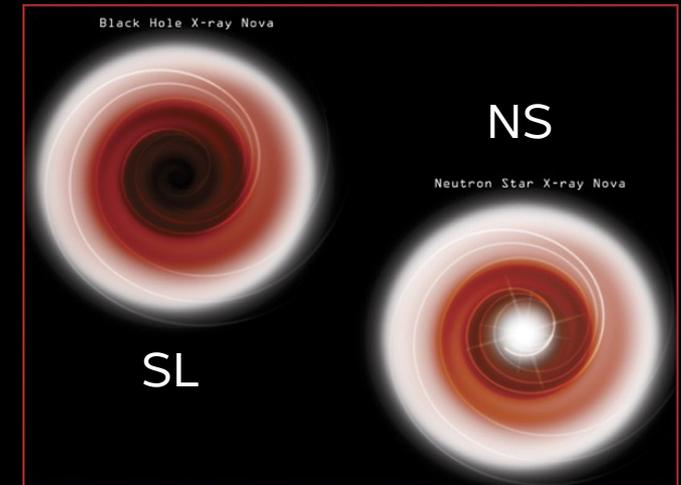
↓
„Zwerg“

Kataklysmische Veränderliche

- wenn die kompaktere Komponente ein Weisser Zwerg ist, dann:
 - wird vornehmlich UV-Strahlung emittiert
 - ist es kein Röntgendoppelsternsystem

Akkretionsscheibe

- Kompakteres Objekt akkretiert Materie vom normalem Stern
- hoher Drehimpuls führt zur Akkretionsscheibe um kompakteres Objekt
- Temperatur steigt zum inneren Rand der Akkretionsscheibe an, Werte führen zu starker Röntgenstrahlung (wenn das Objekt ein Schwarzes Loch oder ein Neutronenstern ist)

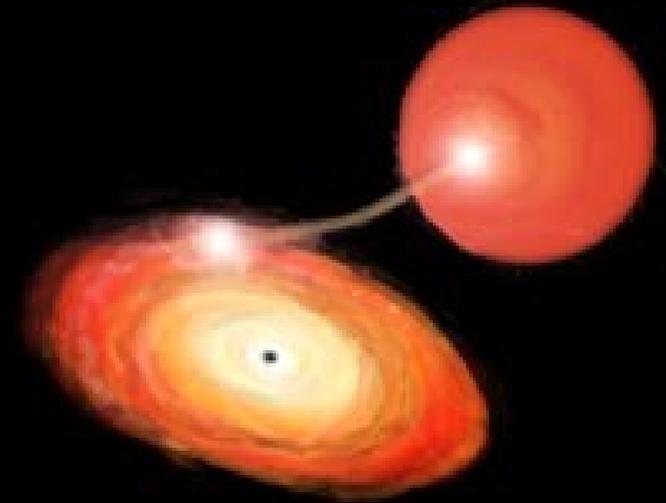


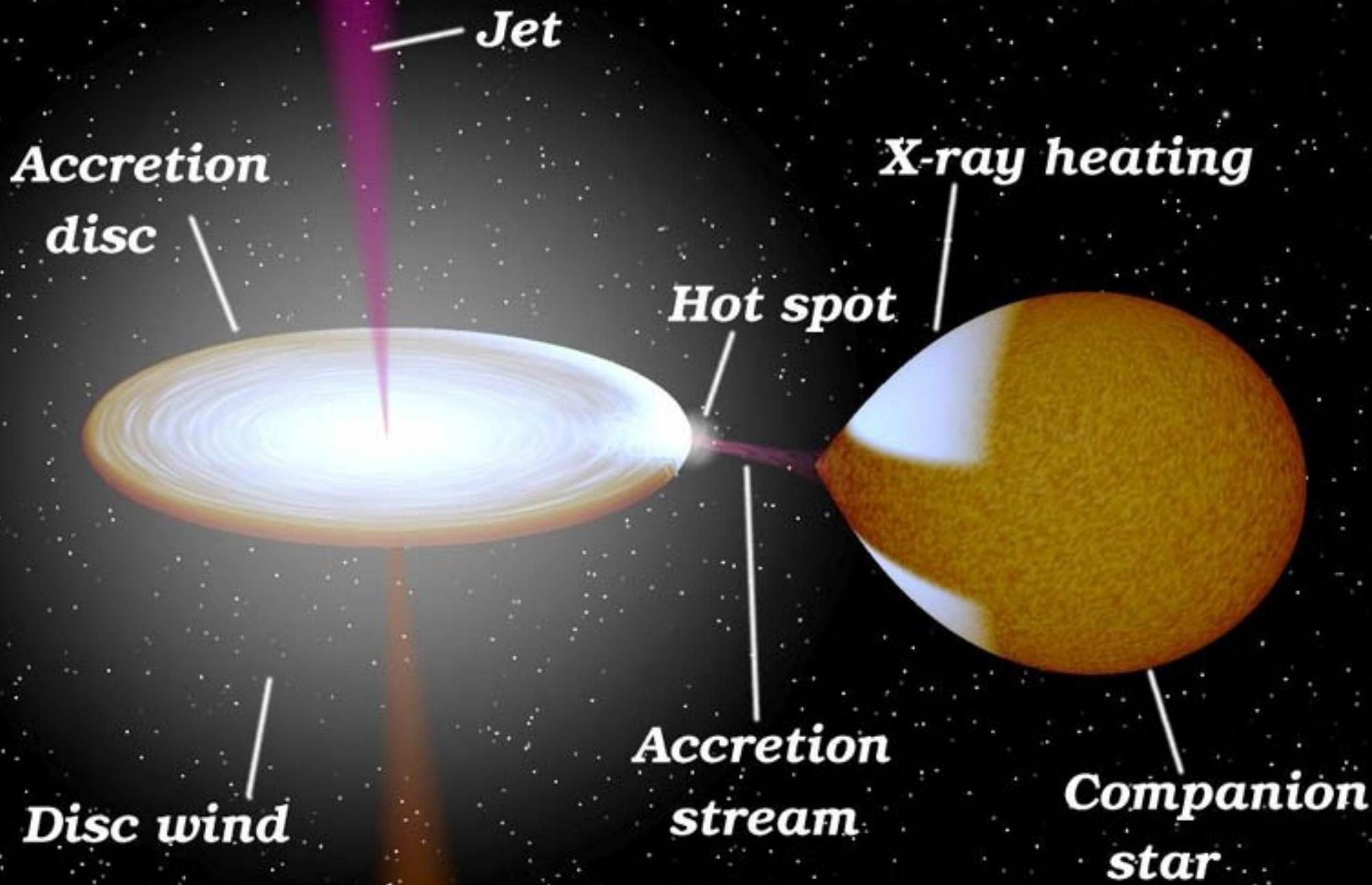
Röntgenstrahlung



Materiefluss

- Zwei verschiedene Szenarien:
 - Massenüberfluss durch inneren Lagrange-Punkt (Gravitationskräfte beider Komponenten heben sich hier gerade gegenseitig auf)
 - Wind-Akkretion (Teilchenwind des Begleitsterns wird eingefangen, findet so den Weg zum kompakten Objekt)



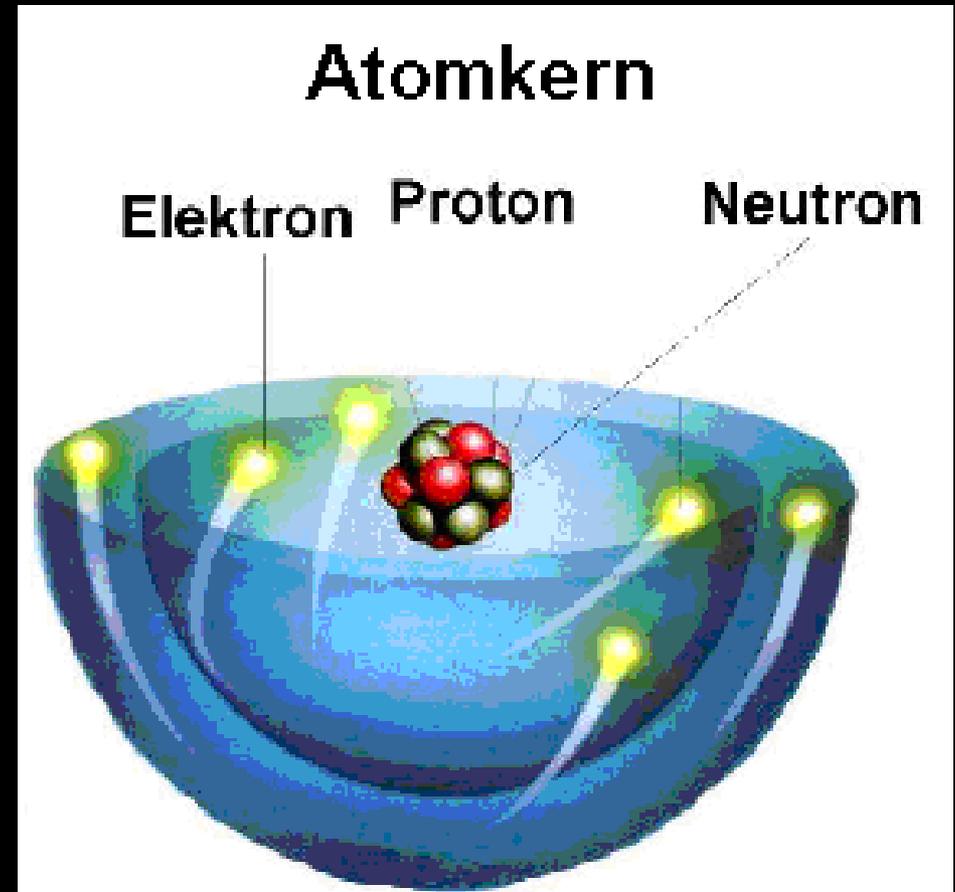


Neutronenstern

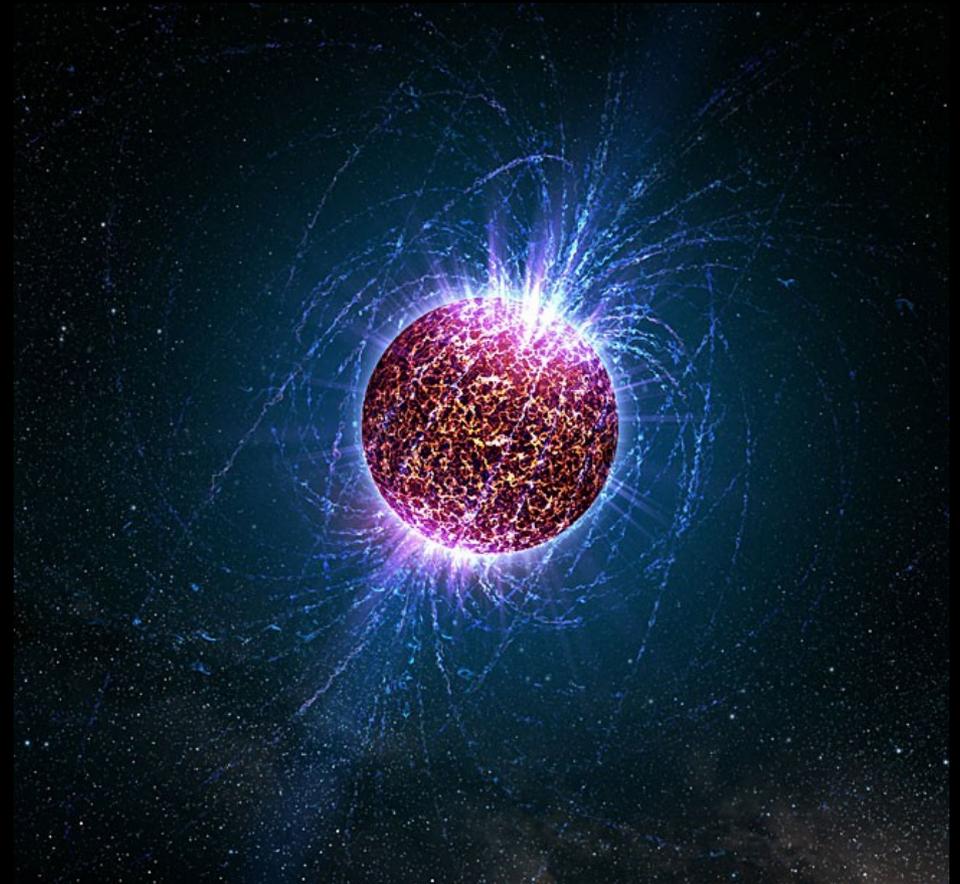
- besteht aus Neutronen
- extrem hohe Dichte
- Durchmesser: bis ca. 20km
- Masse: 1,4 – 3 Sonnenmassen
- steht am Ende seiner Sternentwicklung

Entstehung eines Neutronensterns

- grosser Druck im Inneren
- Elektronen der Atome stürzen in Atomkern
- verschmelzen mit Protonen
- werden zu Neutronen



- Akkretionsscheibe reicht bis zur Oberfläche
- liefert härtere Röntgenstrahlung als Schwarzes Loch



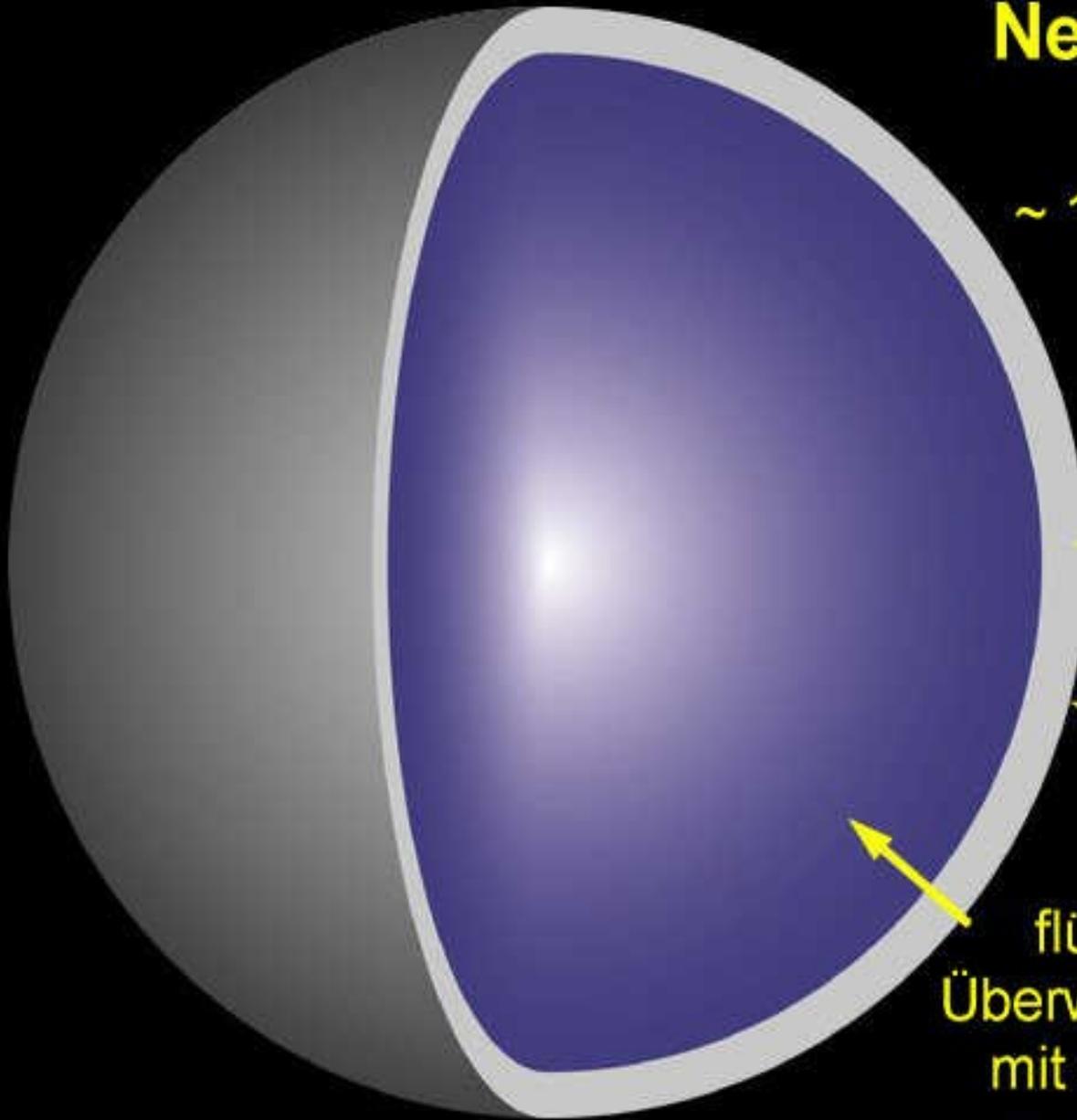
Neutronenstern

Masse
~ 1,5 Sonnenmassen

Innere Kruste
~ 1 - 2 km Dicke

Durchmesser
~ 20 km

flüssiges Inneres:
Überwiegend Neutronen,
mit anderen Teilchen



Neutronenstern als Partner

- Neutronenstern akkretiert Material von normalem Stern
- Material hat Geschwindigkeit von 100.000 km/s, d.h. ca. 30% der Lichtgeschwindigkeit

- Materie trifft von Akkretionsscheibe auf Oberfläche des Neutronensterns
- hierbei wird von der Akkretionsscheibe Röntgenstrahlung ausgesendet (Reibung erzeugt Hitze)

Bei Röntgenpulsar:

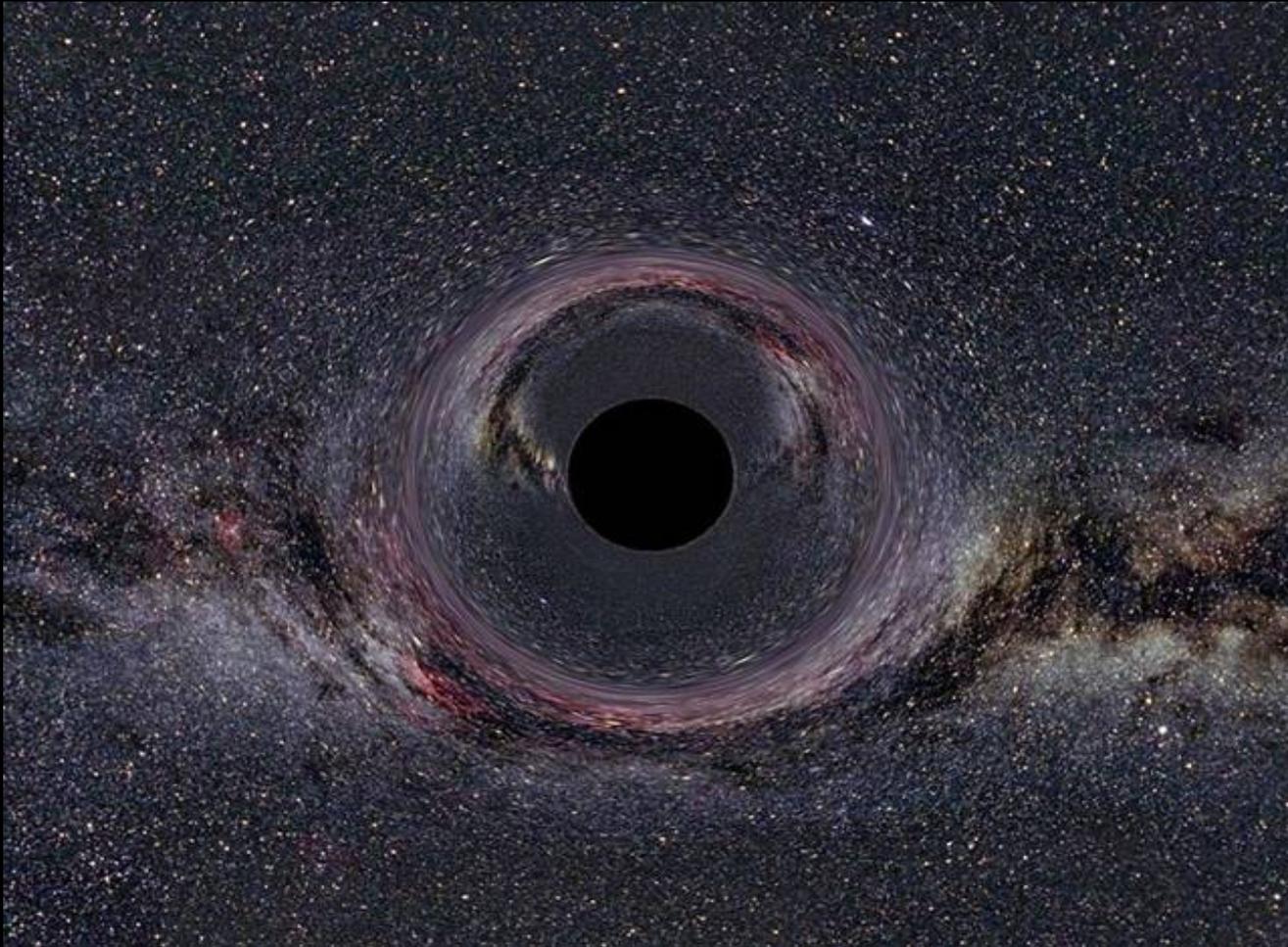
- sehr starkes Magnetfeld
- Material folgt Magnetfeldlinien, stürzt nur an magnetischen Polen auf Sternoberfläche
- wenn Schicht mehrere Meter dick, explosionsartige Kernfusion

wenn Masse > 3 Sonnenmassen:
Neutronenstern  Schwarzes Loch

Schwarzes Loch

- haben keine Oberfläche, die strahlen kann
- Gravitation ist so hoch, dass Fluchtgeschwindigkeit ab gewisser Grenze über der Lichtgeschwindigkeit liegt

 nichts kann das Objekt verlassen, nicht einmal Licht



fiktives nichtrotierendes Schwarzes Loch (10 Sonnenmassen) aus 600km Abstand, wobei mit 400-millionenfachen Erdbeschleunigung entgegengehalten werden muss, damit der Abstand konstant bleibt

Schwarzes Loch als Partner

- Vorgänge vergleichbar mit Neutronenstern
- Materie fließt an von Akkretionsscheibe vorgegebener Kreislinie hinüber
- durch Reibung in der Akkretionsscheibe wird wiederum Röntgenstrahlung emittiert

- Akkretionscheibe endet bei Abstand von drei Schwarzschild-Radien
- Schwarzschild-Radius:
Fluchtgeschwindigkeit = Lichtgeschwindigkeit,

$$R = G \cdot \frac{2 \cdot M}{c^2}$$

R: Schwarzschild-Radius

G: Gravitationskonstante; $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \cdot m^3 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2}$

M: Masse des Schwarzen Loches

c: Lichtgeschwindigkeit; $c = 3 \cdot 10^8 \cdot m \cdot s^{-1}$

Beispiel Schwarzschild-Radius

$$R_s = 3 \cdot M \quad (R_s \text{ in km, } M \text{ in Sonnenmassen})$$

<u>Object</u>	<u>Masse</u>	<u>Schwarzschildradius</u>
Stern	10	30 km
Stern	3	9 km

Quellen

- <http://www.einstein-online.info/de/vertiefung/SLRoentgen/index.html>
- http://www.wissenschaft-online.de/astrowissen/lexdt_r06.html#xrb
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Röntgendoppelstern>
- <http://www.astroinfos.net/index.php?id=roentgendoppelsterne>
- http://de.wikipedia.org/wiki/Weißer_Zwerg
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Neutronenstern>
- http://de.wikipedia.org/wiki/Schwarzes_Loch
- http://de.wikipedia.org/wiki/Doppelstern#Astrometrische_Doppelsterne
- http://www.wissenschaft-online.de/astrowissen/lexdt_r06.html#xrb
- http://www.redorbit.com/modules/reflib/article_images/6_48ed76f36ff2f4ed0ad83a2296402965.jpg
- http://www.astronomie.de/fachbereiche/spektroskopie/2006/ina-hohn/index_clip_image002_0000.jpg
- <http://www.mpg.de/bilderBerichteDokumente/dokumentation/jahrbuch/2007/astrophysik/forschungsSc>
- http://www.astro.physik.uni-goettingen.de/~hessman/MONET/docs/Presentations/Kompakte_Sterne_V
- <http://www.abenteuer-universum.de/sterne/verster.html#kata>
- <http://www.mpifr-bonn.mpg.de/staff/mmassi/>