

Der interstellare Raum ist nicht leer, die Dichte der Materie dort ist aber sehr klein (auf der Erde würde man hier von einem sehr guten Vakuum sprechen). In den kosmischen Nebeln ist die Materie deutlich dichter. Werden solche Nebel durch Gravitation zusammengezogen, führt dies in der Folge zur Geburt von Sternen. Junge Sterne finden sich deshalb immer im Bereich von interstellaren Gaswolken. Diese sind die Kinderstube der Sterne. Weitere Informationen und schöne Bilder gibt's im Buch auf S.130.

4.9 Lebenszyklus von Sternen
Interstellare Materie, Kosmische Nebel:

Der interstellare Raum ist nicht leer, sondern enthält feinverteilt
(die Dichte beträgt etwa 1 Atom pro cm³), sie besteht zu 98 % aus

.....

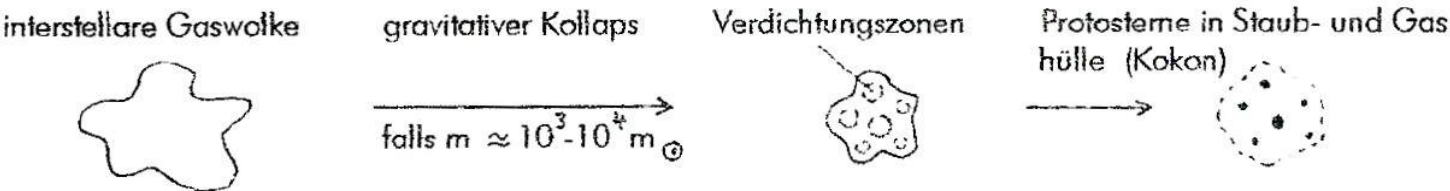
Bei verdichteten Gebieten spricht man von

Emissionsnebel:
.....

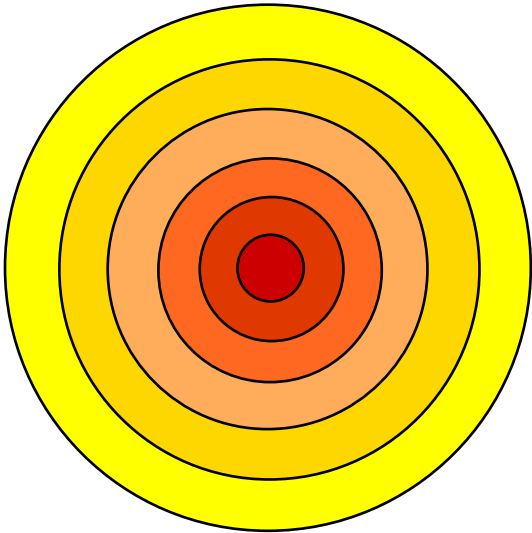
Reflexionsnebel:
.....

Absorptionsnebel:
..... |

Geburt von Sternen:

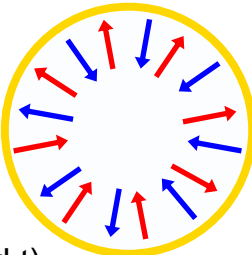


Das Hauptreihenstadium ist quasi das "Arbeitsleben" des Sterns, in dem er durch Fusion von Wasserstoff zu Helium Energie freisetzt und abstrahlt. Aber auch als "Rentner" gibt der Stern nochmal richtig Gas. Aufgrund einer veränderten Struktur im Inneren werden jetzt auch höhere Elemente bis hin zum Eisen exotherm fusioniert. Die Entstehung noch schwerer Elemente findet auch im Kern des Stern statt, die Mechanismen hierfür sind aber noch nicht vollständig verstanden.



Hauptreihenstadium:

Nach dem Zünden der erreicht der Stern einen Zustand, in dem der (der den Stern weiter zusammendrücken möchte) und der (der der Kompression entgegenwirkt) sich gerade **die Waage halten**. Ebenfalls nach außen gerichtet ist der der aber erst bei sehr großen Sternen einen Einfluss auf die Dynamik des Innenlebens hat (deshalb können Sterne auch nicht beliebig groß sein). Über viele Mio. bis Mrd. Jahre kann der Stern stabil Energie freisetzen und abstrahlen.



Rote Riesen:

Wasserstoffvorräte im Kern

→

→ →

→

→

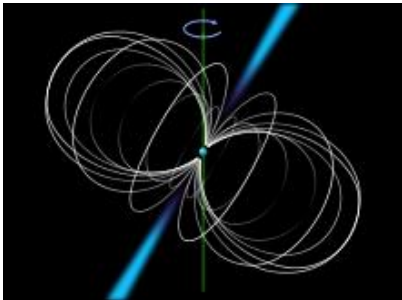
→

Im weiteren Verlauf werden die Temperaturen auch außerhalb des Kerns hoch genug, um Wasserstoff zu fusionieren. Im Kern selbst werden immer schwerere Kerne fusioniert, die sich dann in Schalen um den Kern anlagern.

Diese Phase des Sterns nennt man
.

Für das Sterben von Sternen gibt es verschiedene Möglichkeiten. Die Masse des Sterns entscheidet darüber, welches Endstadium angenommen wird. Sterne bis zu 8 Sonnenmassen (auch unsere Sonne) werden zu weißen Zwergen, bis zu 20 Sonnenmassen zu Neutronensternen, darüber zu Schwarzen Löchern. Beachte, dass die **Restmasse** nach Abstoßung der Riesenhülle deutlich niedriger ist.

Neutronensterne sind beliebte Objekte in der Radioastronomie, da sie aufgrund der intensiven Strahlungsjets auch auf große Distanz gut wahrgenommen und vermessen werden können. Zunächst vermutete man hinter den regelmäßigen Radioimpulsen außerirdische Intelligenz (kleine grüne Männchen).



Graphik aus wikipedia.de

Weißer Zwerge

Bei kleineren Sternen ist beim Schalenbrennen bereits nach der Fusion von Schluss, die Temperaturen hier erlauben keine höheren Fusionen. Der rote Riese stößt dann seine ,
der Rest fällt durch in sich zusammen.
Dieser wird **bei einer Restmasse unter 1,4 Sonnenmassen** durch den Druck des Elektronengases
Ein Stern dieser Masse ist dann etwa auf das Volumen
zusammengeschrumpft und hat eine Dichte von etwa
Er strahlt noch aufgrund seiner Temperatur und kühlt dabei langsam aus.

Neutronenstern

Bei mittelgroßen Sternen erreicht man beim Schalenbrennen zwar höhere Elemente, aber auch hier kommt die Fusion nach Aufbrauch des fusionsfähigen Materials zum Erliegen. Der Gravitationskollaps kann bei einer **Restmasse von 1,4 bis 3 Sonnenmassen** nicht durch das Elektronengas gestoppt werden, so dass der Stern weiter schrumpft bis auf einen Radius kleiner als bei einer Dichte von (= Dichte von Atomkernen). Er besteht dann aus dicht gepackten Neutronen, die sich aus gebildet haben. Die starke Reduzierung des Radius führt zu einer
(Drehimpuls, vergleiche Eiskunstlauf), die eine starke, elektromagnetische mit sich bringt →

- a) **Leite den Schwarzschild-Radius in Abhängigkeit von der Masse des schwarzen Loches ab.**
b) **Berechne damit den Radius eines schwarzen Loches mit 3 Sonnenmassen.**

Hier bieten sich die Buchaufgaben auf den Seiten 135 - 138 an.

Schwarze Löcher

Verbleibt eine **Restmasse größer als 3 Sonnenmassen**, so führt der

Gravitationskollaps nicht mehr zu einem Status.

Die Dichte des Sterns wird so groß, dass auch

ihn nicht mehr verlassen können →

Die Ausdehnung dieses Objektes lässt sich berechnen, indem man in der Formel für die Fluchtgeschwindigkeit (siehe Keplergesetze) diese gleich der Geschwindigkeit der Photonen (Lichtgeschwindigkeit) setzt.

Selbst-Check:

- **Sterngeburt in kosmischen Nebeln**
- **Hauptreihenstadium**
- **rote Riesen**
- **weiße Zwerge, Neutronensterne, schwarze Löcher**

Aufgabe:

Die Abituraufgabe "Sternbild Pegasus" aus 2006 ist umfassend und vielfältig hierzu. Suchbegriff auf Leifiphysik "sternbild pegasus".