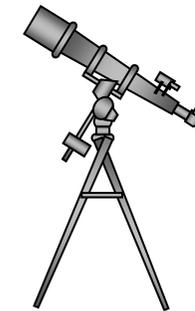


PHYSIK MIT ASTROPHYSIK



STERNENTSTEHUNG

Grafiken: S. Hanssen



Bild: NASA





1. STERNENTSTEHUNG



Gas- und Staubwolken

Bild: NASA





Sterne bilden sich aus interstellarer Materie:
Gas und Staub



IC 349:
Barnards Meropë-Nebel in den Plejaden

Reflexionsnebel:

Streuung von Licht eines
nahen Sterns an den
Staubteilchen:
Nebel erscheint bläulich.

Bild: NASA



Sterne bilden sich aus interstellarer Materie:
Gas und Staub



IC 4703:
Adlernebel (Sternbild Schlange)

Emissionsnebel:

Absorption von UV-Licht
nahegelegener Sterne:

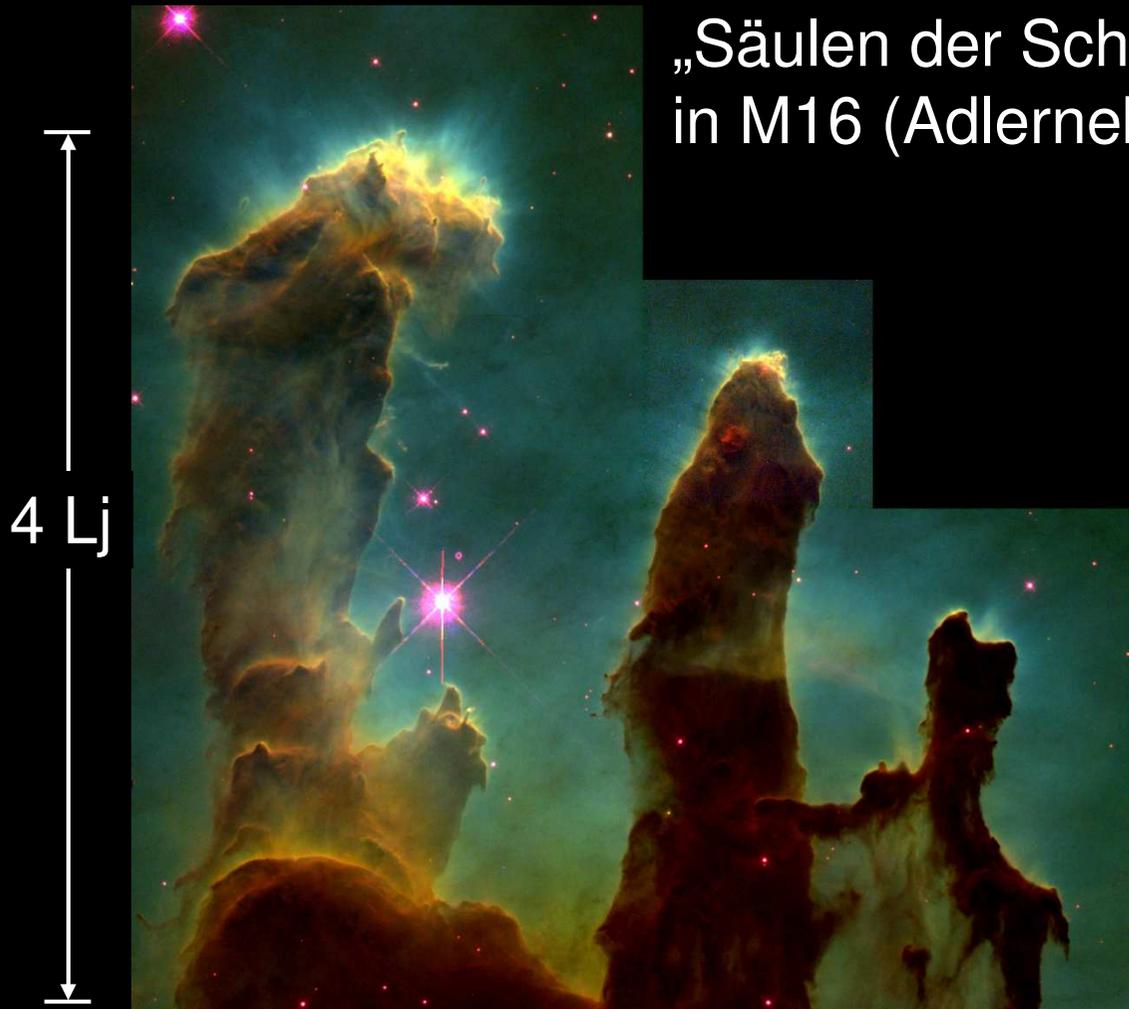
Wasserstoff in der Wolke wird
ionisiert.

Bei der Rekombination:
Rötliches Leuchten

Bild: Von ESO - <http://www.eso.org/public/images/eso0926a/>, CC-BY 4.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7338740>



Sterne bilden sich aus interstellarer Materie:
Gas und Staub



„Säulen der Schöpfung“
in M16 (Adlernebel)

Bestandteile:

In erster Linie Wasserstoff
in molekularer Form (H_2)

Daher: Molekülwolken

Im Promillebereich:

C, O, CO, Silikate, Graphit
u.v.m.

Bild: NASA



Voraussetzung für Fortsetzung der Kontraktion in der Wolke:
Gravitationsenergie muss die kinetische Energie der Teilchen der Wolke überwiegen.

Abschätzung:

Teilchen mit der **Masse m** bewegen sich um die Gaswolke der **Masse M** auf einer Kreisbahn.

$$F_Z = F_G$$

Kollaps wenn:

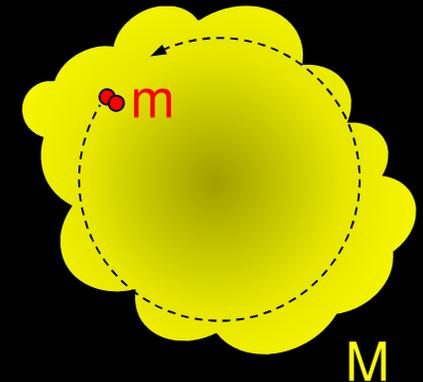
$$F_Z < F_G$$

$$\frac{m \cdot v^2}{r} < G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2} \quad | \cdot r$$

→ energetisch:

$$m \cdot v^2 < G \cdot \frac{M \cdot m}{r}$$

$$2 E_{\text{kin}} < - E_{\text{grav}}$$





Letztlich führt dies zum

Jeans-Kriterium (J. Jeans; 1877 – 1946)

Eine Wolke kollabiert, wenn ihre Masse die Jeans-Masse M_J überschreitet:

$$M_J = 5,46 \sqrt{\frac{1}{\rho} \left(\frac{k \cdot T}{G \cdot m} \right)^{3/2}}$$

(Jeans-Kriterium)

ρ : Dichte der Wolke

k : Boltzmann-Konstante ($k \approx 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$),

T : absolute Temperatur

G : Gravitationskonstante

m : Masse des einzelnen Gasmoleküls

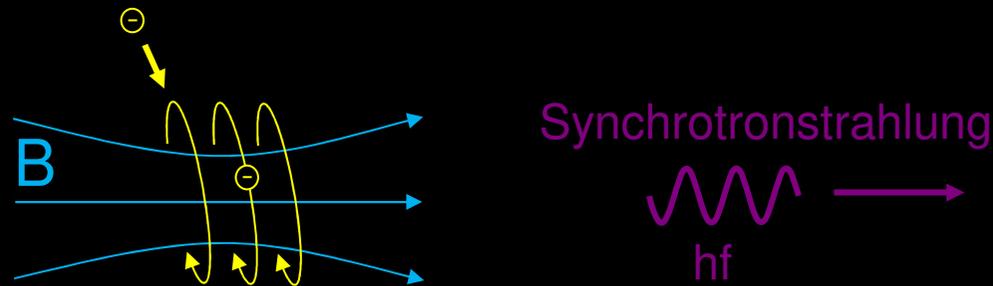


Sterne mit ~ 40 Sonnenmassen existieren nicht!

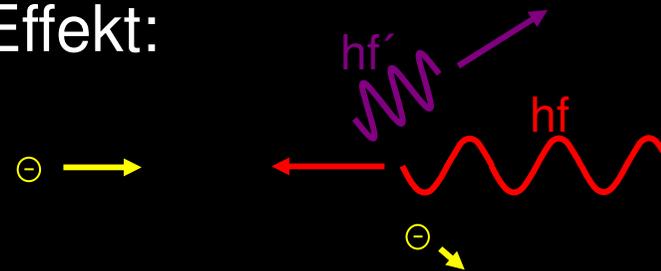
→ Zerfall in Fragmente

→ Kühlung notwendig für weitere Kontraktion durch z.B.:

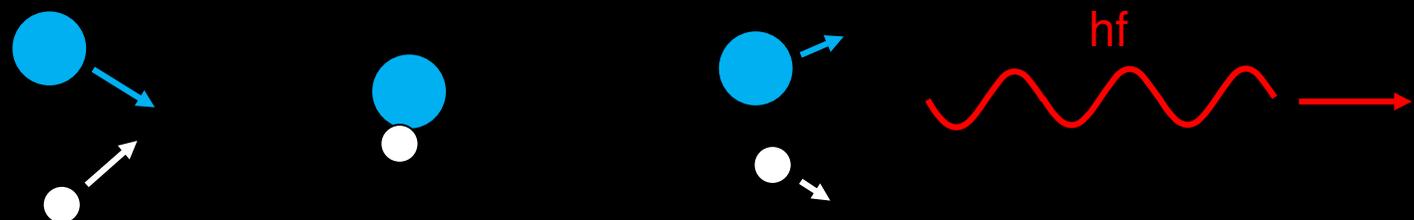
Magnetfelder:



Inverser Compton-Effekt:



Stoßanregung:



Grafiken: S. Hanssen



Protosterne:



Gasmassen stürzen mit hoher Geschwindigkeit ein.

Dichte wird so groß, dass Strahlung den Kernbereich kaum mehr verlassen kann.

Einstürzende Materie wird schlagartig auf der Oberfläche abgebremst und gibt hierbei Strahlung ab.

Dauer: 100 000 bis 1 Million Jahre

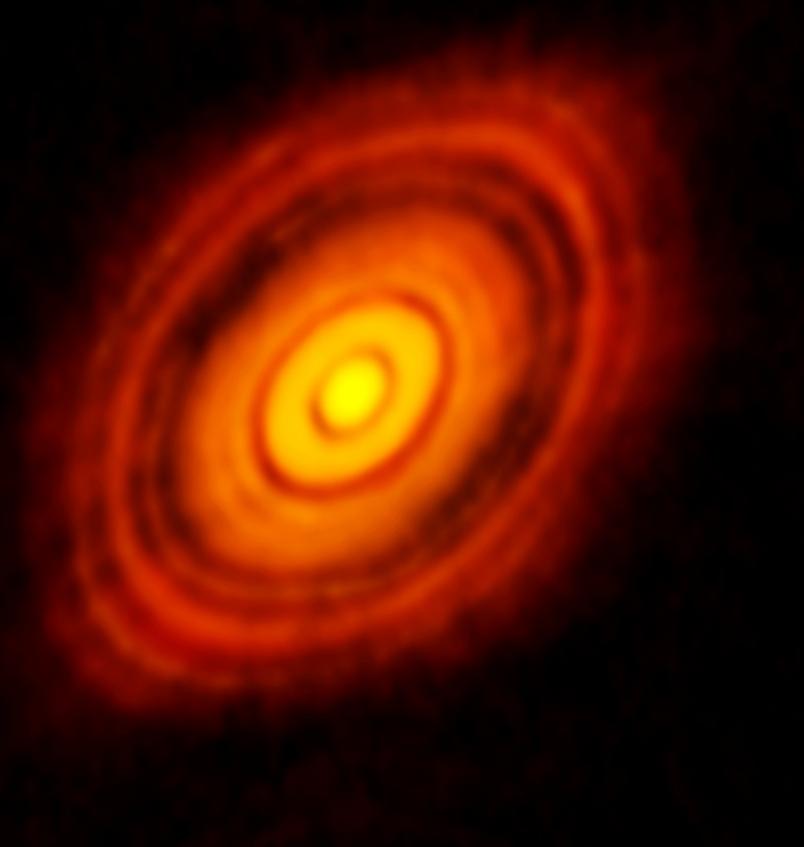
Leuchtet aufgrund der kinetischen Energie des Gases

- Umwandlung in UV-Strahlung
- wird von Staub absorbiert
- Umwandlung in IR - Strahlung

Bild: NASA



T-Tauri-Sterne:



HL Tauri

Junge Sterne, Alter < 1 Mio. a

Spektralklasse F bis M.

Zwischen 0,07 und 3 Sonnenmassen.

Oberhalb der Hauptreihe: Kontrahieren

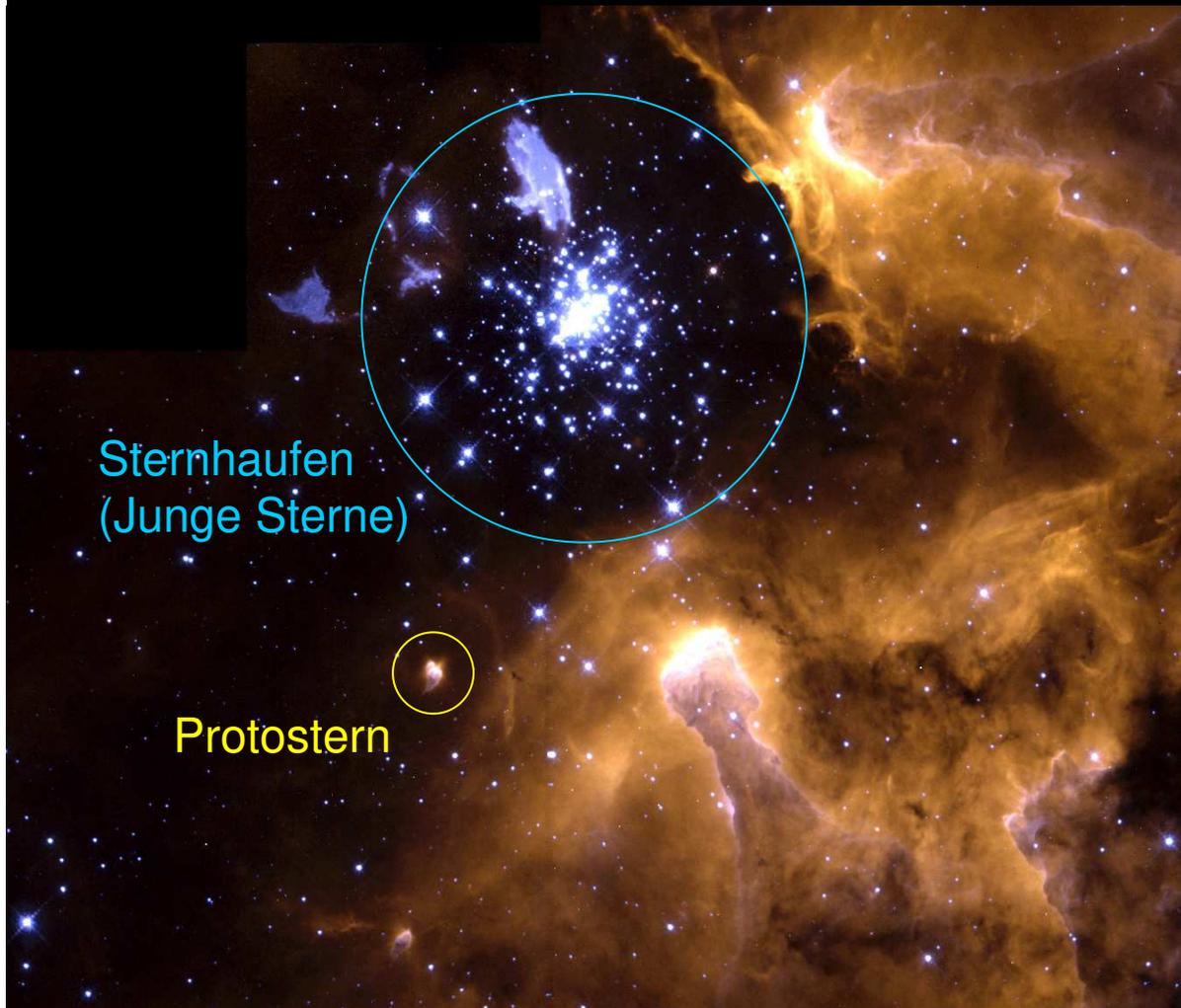
Noch keine, oder erst seit kurzem
Kernfusion.

Noch kein hydrostatisches Gleichgewicht.

Heftige Sternwinde stoßen umgebende
Gashülle ab.

Planetenentstehung und Sternwinde
lassen Akkretionsscheibe verschwinden.

Bild: Von ALMA, CC-BY 4.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=36639982>



Sternhaufen
(Junge Sterne)

Protostern

Orionnebel

Deuteriumfusion ab ca. 1 Mio. K
und $1/10 M_{\odot}$

- Starke Sternwinde
- Stern wird sichtbar

Meist entstehen Sternhaufen.

Bild: NASA



Typische Vertreter von Sternhaufen



Plejaden

Bild: NASA



h & X Persei

Bild:

Von Andrew Cooper acooper@pobox.com - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1449407> CC BY-SA 3.0