



## JEANS-KRITERIUM

Die Gaswolken bestehen in erster Linie aus Wasserstoffmolekülen ( $m = 2m_H$ ).  
 ( $m_H = 1,008 u = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ). Beispielhafte Werte:  $\rho = 10^{-18} \text{ kg/m}^3$ ,  $T = 10 \text{ K}$

- (1) Berechnen Sie die minimale Masse, die ein solcher Gasnebel haben muss, damit er nach dem Jeans-Kriterium kontrahieren kann.

$$M_J = 5,46 \cdot \sqrt{\frac{1}{\rho} \left( \frac{k \cdot T}{G \cdot m} \right)^3} = 5,46 \cdot \sqrt{\frac{1}{10^{-18} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \left( \frac{1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 10 \text{ K}}{6,674 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg s}^2} \cdot (2 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg})} \right)^3}$$

$$= 8,41 \cdot 10^{31} \text{ kg} = 42,3 M_\odot$$

- (2) Erläutern Sie anhand des Ergebnisses, dass eine Wolke weiter durch spezielle Prozesse gekühlt werden muss, damit ein Stern entsteht.

*Sterne mit solch großen Massen sind nicht die Regel. Die Wolke muss also kleiner werden, also in Fragmente zerfallen. Nach dem Jeans-Kriterium muss aber bei kleineren Massen die Temperatur  $T$  geringer sein. Also muss sie durch Prozesse gekühlt werden.*

- (3) Berechnen Sie unter Annahme einer Kugelform größenordnungsmäßig den Radius eines Fragmentes von einem Gasnebel der Dichte  $\rho = 10^{-18} \text{ kg/m}^3$ , der die Sonnenmasse ( $M_\odot = 1,9889 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ ) hat.

Kugelform:

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$M_\odot = \rho \cdot V = \rho \cdot \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$R = \sqrt[3]{\frac{3}{4} \cdot \frac{M_\odot}{\pi \cdot \rho}} = \sqrt[3]{\frac{3}{4} \cdot \frac{1,9889 \cdot 10^{30} \text{ kg}}{\pi \cdot 10^{-18} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}} = 7,8 \cdot 10^{15} \text{ m} (= 0,82 \text{ Lj})$$

- (4) Berechnen Sie die Temperatur, die ein Fragment der Gaswolke haben müsste, damit dieses nach dem Jeans-Kriterium kontrahieren könnte, um einen sonnenähnlichen Stern ( $M = M_\odot$ ) zu erzeugen. Bewerten Sie das Ergebnis.

$$T < \left( \frac{M_\odot}{5,46} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt[3]{\rho} \cdot \frac{G \cdot m}{k}$$

$$= \left( \frac{1,9889 \cdot 10^{30} \text{ kg}}{5,46} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt[3]{10^{-18} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \cdot \frac{6,674 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg s}^2} \cdot (2 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg})}{1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}} = 0,824 \text{ K}$$

*Auch hier zeigt sich, dass die Wolke Kühlungsprozesse braucht, die Temperaturen von Gaswolken liegen im Bereich von 10 K und darüber.*