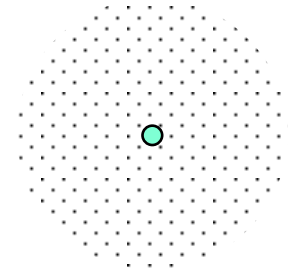
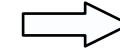


## 4.10 Massenverlust von Sternen (Fortsetzung zu Kap. 4.9)

### Planetarische Nebel:

- roter Riese stößt .....
- .....



- Materiewolke bleibt mehrere ..... sichtbar
- Emissions-, Reflexions-, Absorptionsnebel

### Novae:

Beobachtung: innerhalb .....

entsteht ein ..... "neuer Stern",

der nach etwa ..... wieder verschwindet

Mechanismus: in einem Doppelsternsystem

.....

→ .....

aus dessen **kühler** Hülle

→ .....

**Wasserstoffbrennen setzt schlagartig ein**

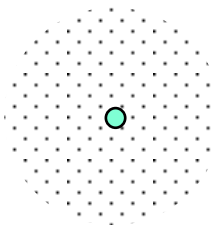
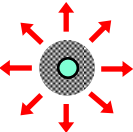
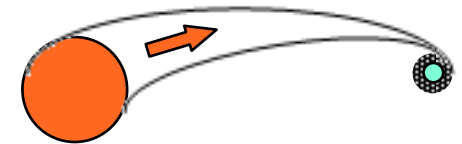
→ .....

(der Massenverlust beträgt etwa  $0,001 m_{\odot}$ )

Auswirkung:

.....

(bis zu 10 Größenklassen)



Wie der Name schon sagt, sind die Supernovae die Blockbuster unter den Sternexplosionen. Dabei können sehr unterschiedliche Mechanismen ablaufen, weshalb wir sie in verschiedene Typen klassifizieren. Wir beschränken uns hier auf die Typen II und Ia. Die Bilder von Supernovae sind nicht weniger spektakulär als die von Novae (ebenfalls auf wikipedia zu finden).

**Supernovae Typ II:**

Beobachtung: ..... als Novae, bis zu 25 Größenklassen

→ .....

.....

treten nur bei **sehr schweren Sternen** auf (rote Riesen ab 8 Sonnenmassen)

Mechanismus: .....

→ .....

→ .....

→ .....

→ .....

→ .....

→ .....

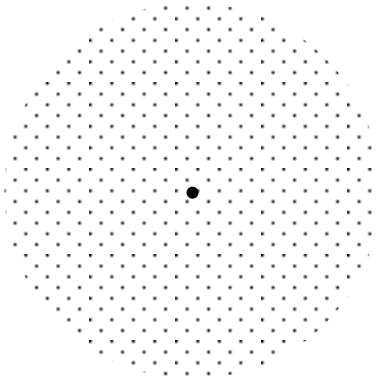
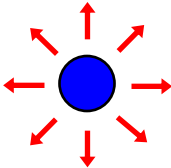
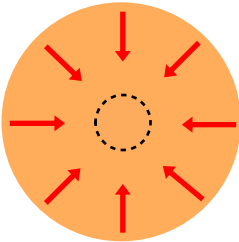
Bedeutung: Da der Vorgang sehr turbulent abläuft, werden auch

.....

.....

aus den inneren Schichten ins All geschleudert.

→ wichtig für die .....



Supernovae Typ Ia ähneln in ihrer Entwicklung sehr den vorher behandelten Novae, allerdings wird hier nicht nur eine "kleine" Menge Materie ins All geschleudert, der Stern explodiert vielmehr komplett!

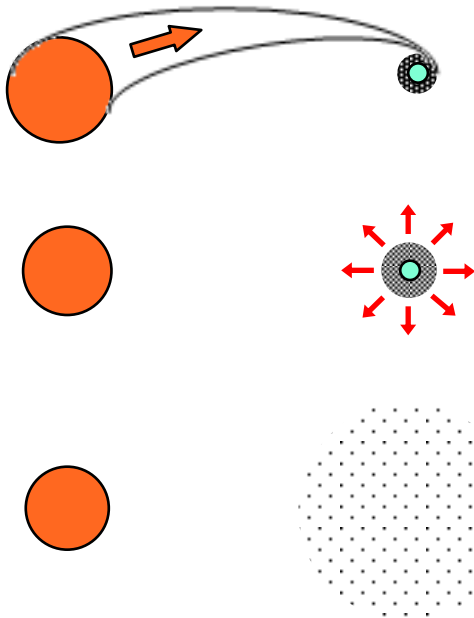
Da die Entwicklung von Supernovae Typ Ia einem sehr strikten Muster folgt, ergibt sich dabei eine stets gleiche Leuchtkraft ("Standardkerze"). Wir wissen also, wie hell die Explosion ist und können diese Information nutzen, um die Entfernung zu berechnen.

PS:  
In diesem Jahrzehnt konnten Astronomen nachweisen, dass sich Supernovae vom Typ Ia in den meisten Fällen nicht wie hier dargestellt entwickeln, sondern das Ergebnis der Kollision von zwei weißen Zwergen sind. Damit geht auch die Eignung als Standardkerzen verloren.

**Supernovae Typ Ia:**  
Beobachtung: in Doppelsternsystemen ähnlich wie Novae,  
allerdings .....  
Mechanismus: .....

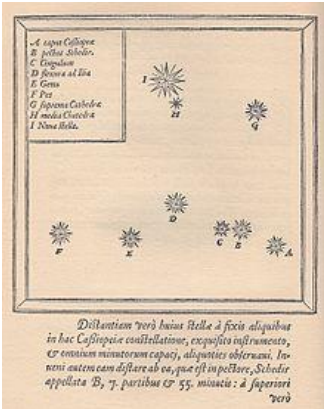
.....  
.....  
→ .....  
→ .....  
→ Die Explosion ereignet sich immer  
.....  
→ .....  
.....  
→ .....  
.....

Bedeutung: Da Supernovae so unglaublich hell sind, lassen sich damit Entfernungen auch über  
.....

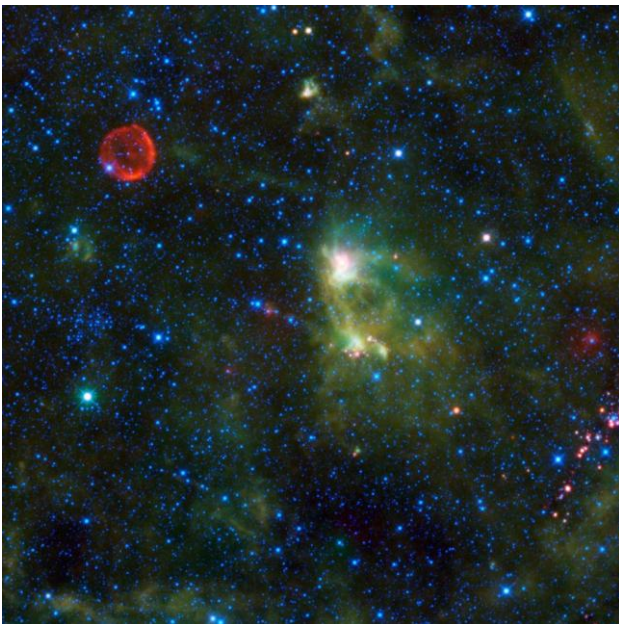


## Übungsaufgabe: Supernova 1572, beobachtet durch Tycho Brahe

**Tycho Brahe beobachtete 1572 eine Supernova im Sternbild Cassiopeia, die ungefähr die scheinbare Helligkeit der Venus hatte (verwende  $m = -4$ ). Berechne die Entfernung dieser Sternexplosion von unserer Erde.**



Originalaufzeichnung von Tycho Brahe und Ringnebel als Überrest der Supernova, beide Abbn. aus wikipedia.



### **Selbst-Check:**

- planetarische Nebel
- Novae
- Supernovae Typ II
- Supernovae Typ Ia, Entfernungsbestimmung

### **Aufgaben:**

Die Buchaufgaben S.144/2 und 4 zielen auf den Zusammenhang auf Helligkeit und Leuchtkraft.