

Planetenentstehung in Doppelsternsystemen

Bakk.-Vortrag am 31.5.2010
von Florian Bauer



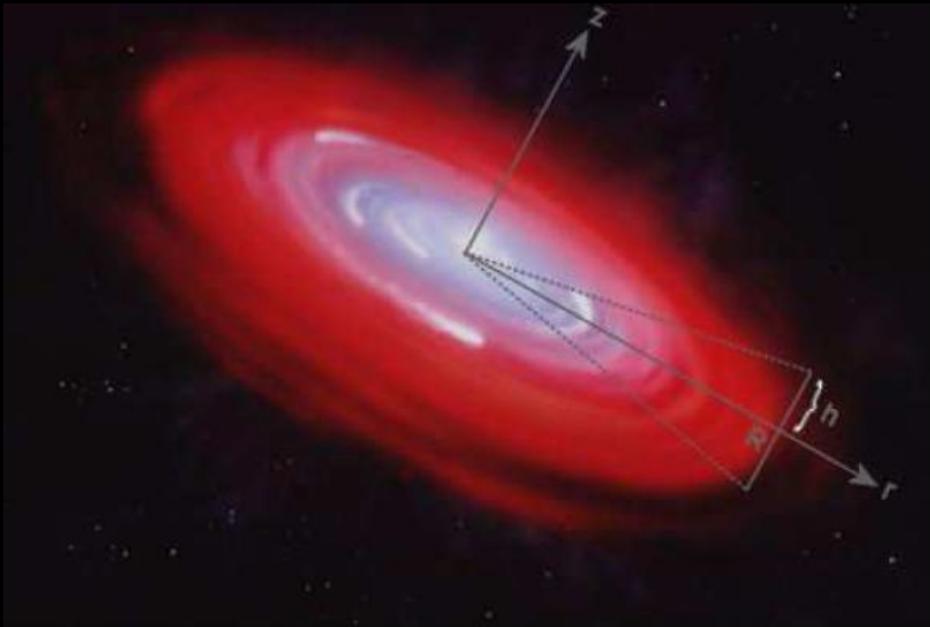
Statistik

- Mehr als 40 extrasolare Planeten in Binary Systemen (Stand 2010)
- Die berühmtesten Systeme:
HD 41004, Gliese 86 und γ Cephei

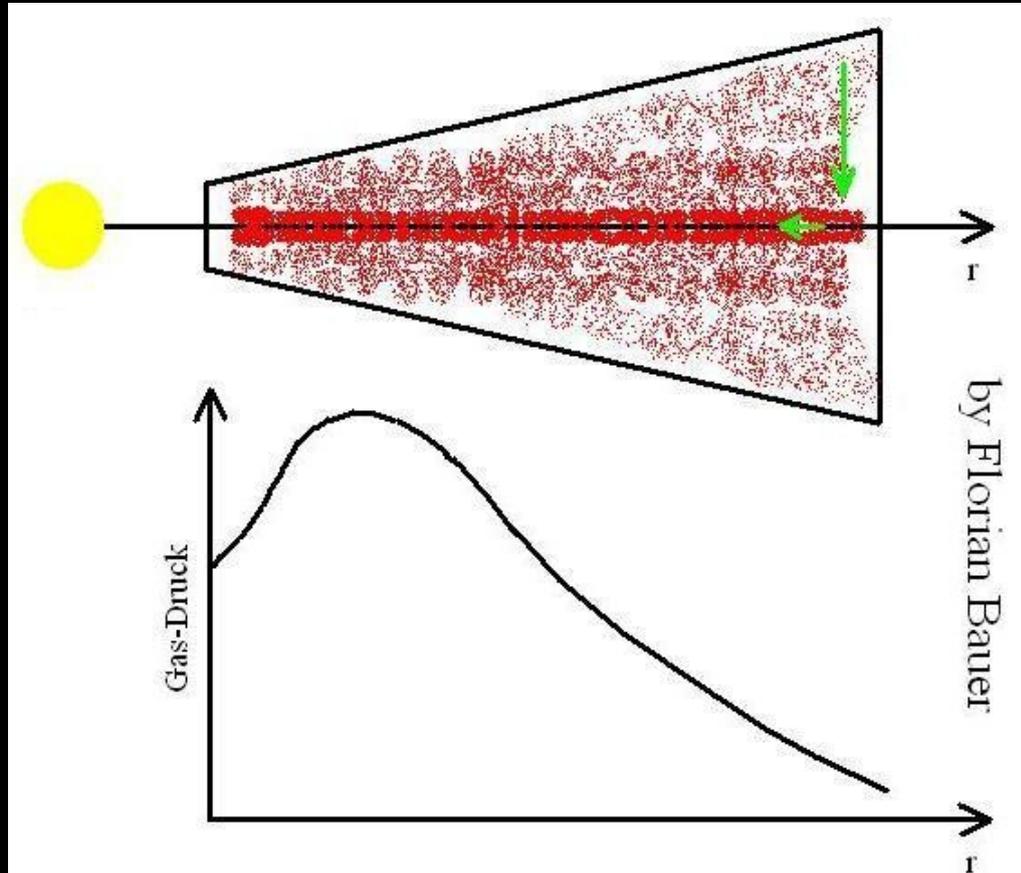
Gliederung

- Planetenentstehung in einfachen Systemen:
Kurze Einführung in die Theorie
- Planetenentstehung in Doppelsternsystemen:
Erklärung am System γ Cephei

Die Protoplanetare Scheibe



Quelle: D. Berry



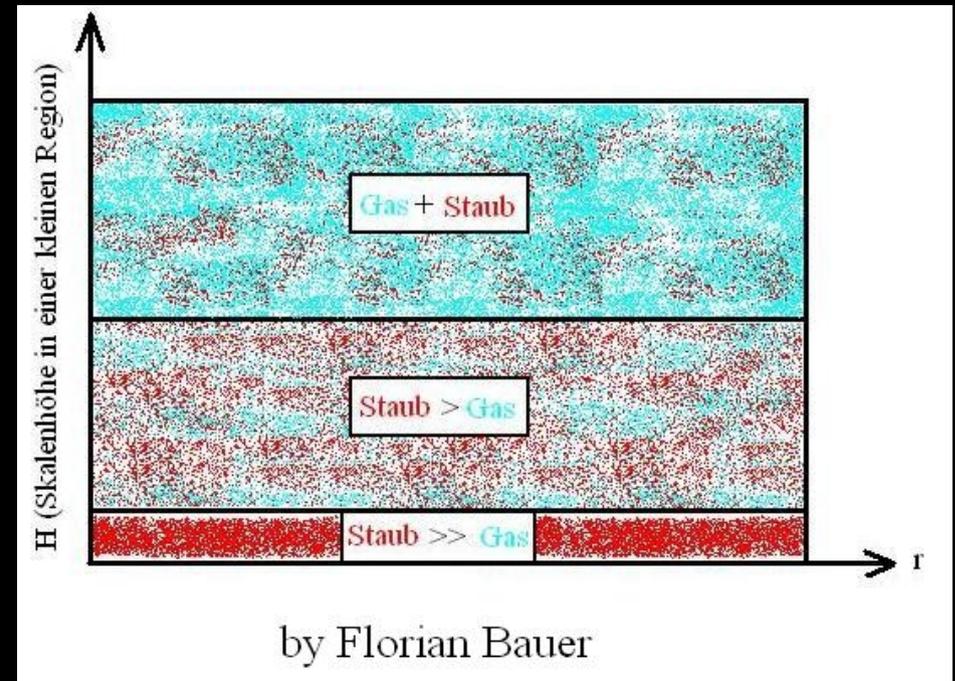
by Florian Bauer

$$\frac{dv_g}{dt} = -\frac{GM}{r^3} \vec{r} - \frac{1}{\rho_g} \frac{\partial P_g}{\partial r}$$

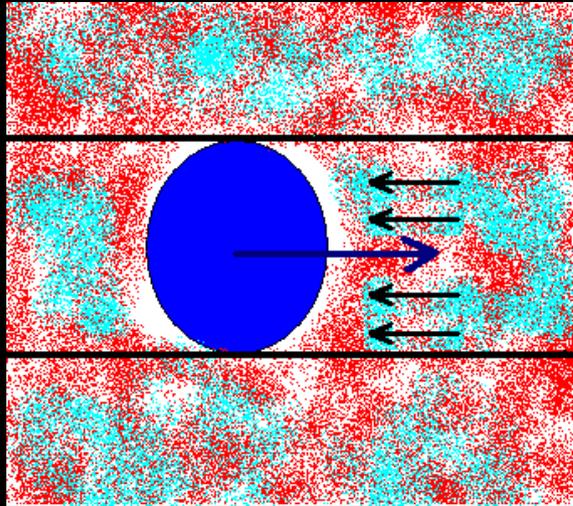
$$r\omega_g^2 = r\omega_K^2 + \frac{1}{\rho_g} \frac{\partial P_g}{\partial r}$$

Von 1m zu 1km und mehr

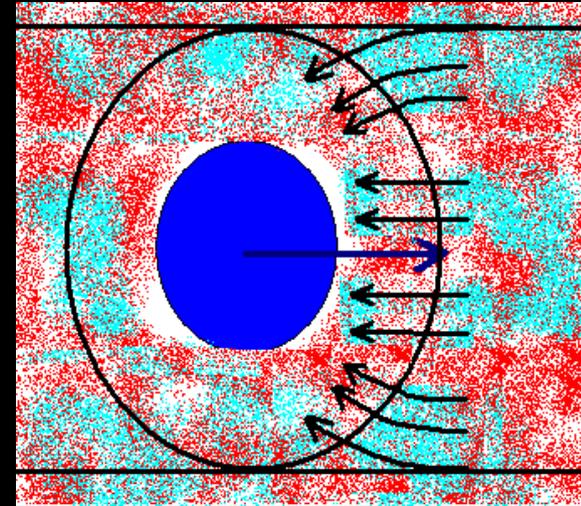
- Staub sedimentiert → vertikale Schichtung
- Scherkräfte aufgrund unterschiedlicher Rotationsgeschw.
- → Turbulenz: einzelne Druckmaxima
- Anwachsen bis ~km



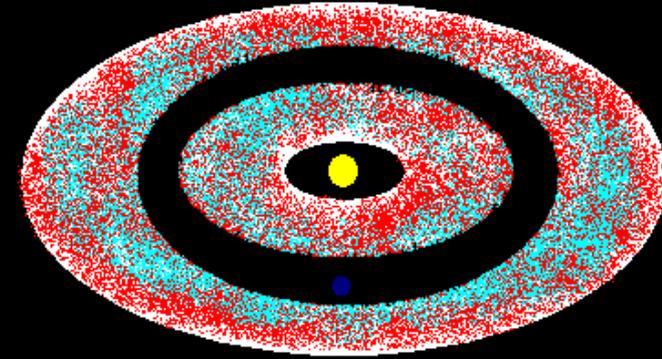
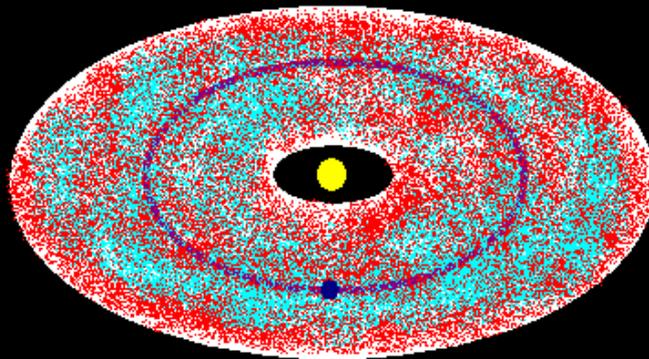
Gravitational Focusing & Gap - Bildung



by Florian Bauer



by Florian Bauer



Planetenentstehung in Doppelsternsystemen:

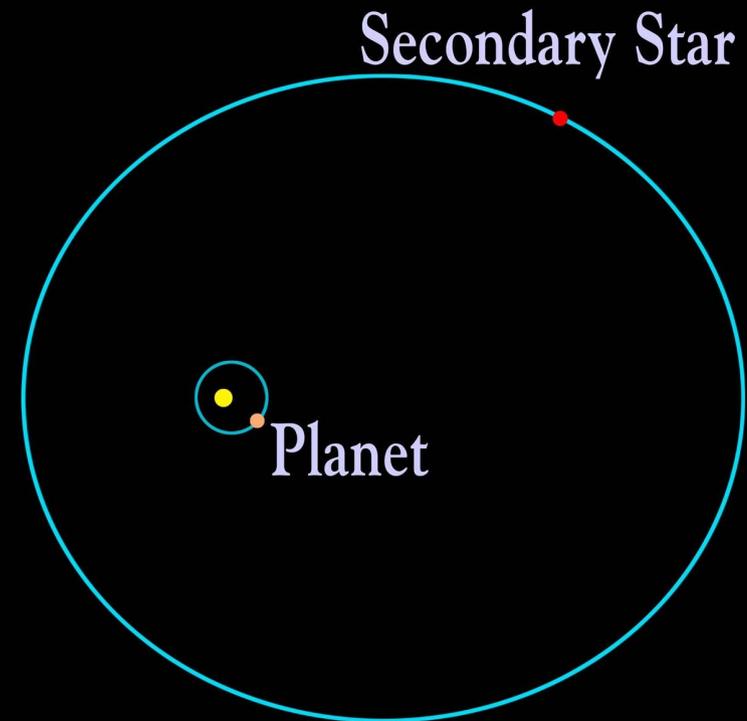
Erklärung am Beispiel des
 γ Cephei Systems

System Daten:

Abstand der Sterne: 20AU

Abstand Primärstern

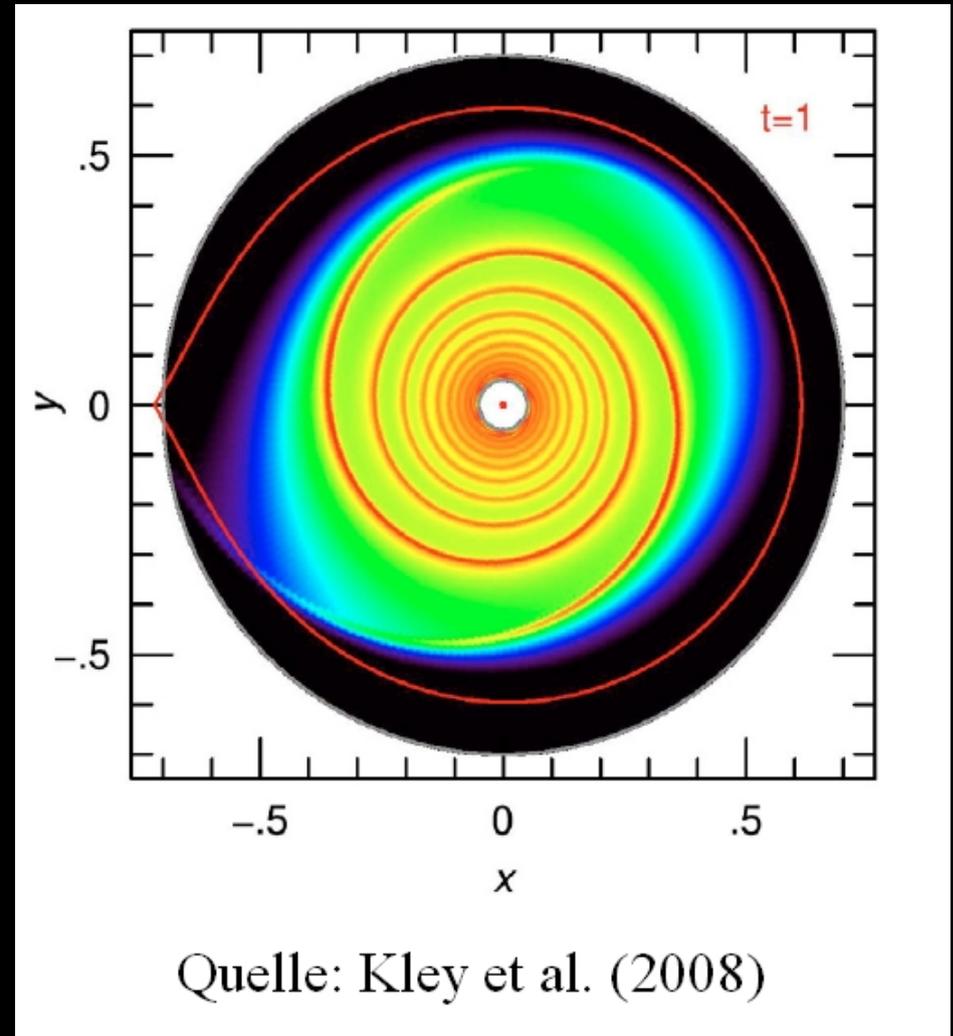
Planet: 2 AU



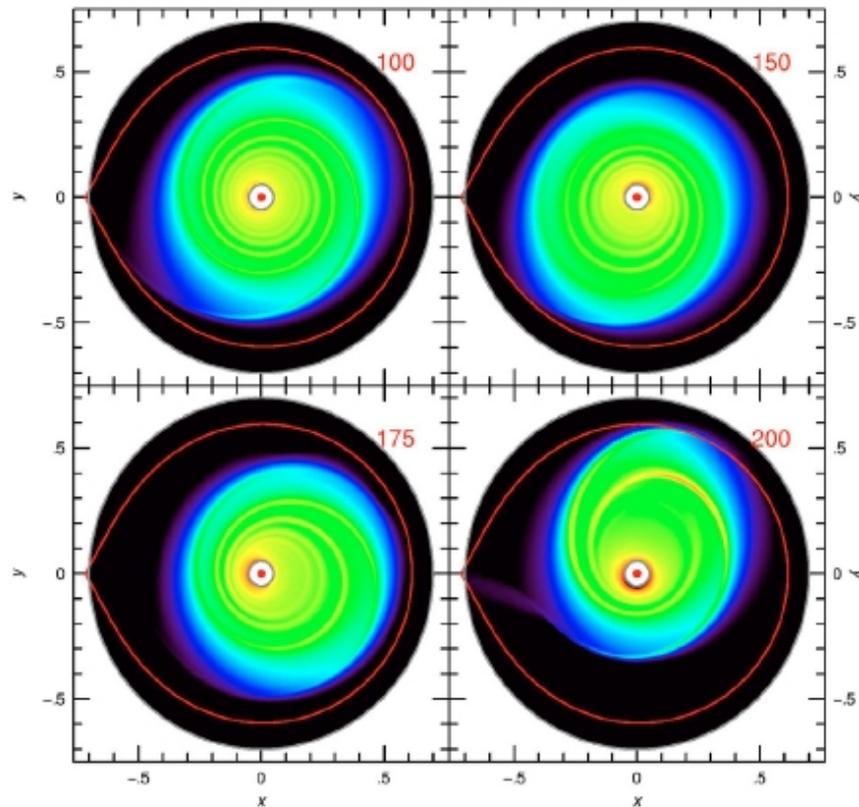
Quelle: <http://images.spaceref.com>

Die Scheibe in Doppelsternsystemen

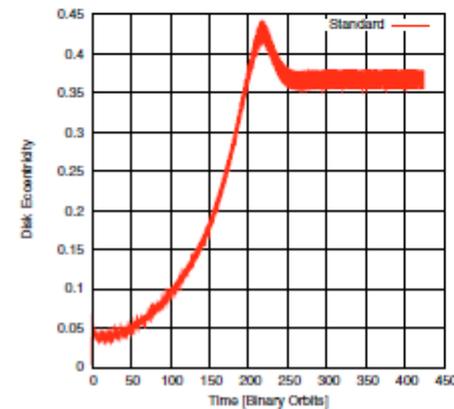
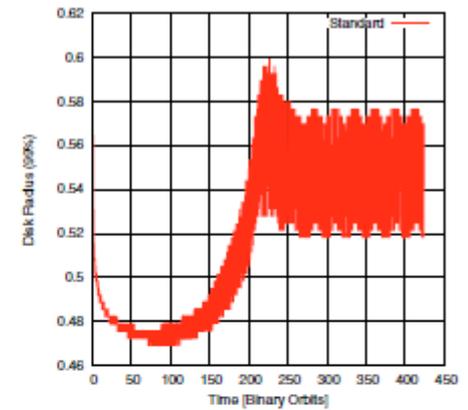
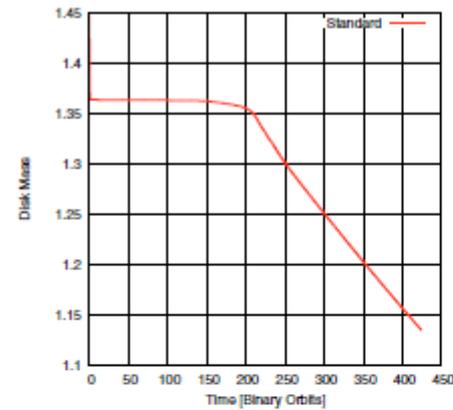
- Zweiter Stern \rightarrow
Roche - Grenze wird
wichtig
- Scheibe anfänglich
groß \rightarrow schlecht
denn:
- Gravitative
Wechselwirkung mit
zweitem Stern \rightarrow
Material geht verloren



Exzentrizität der Scheibe



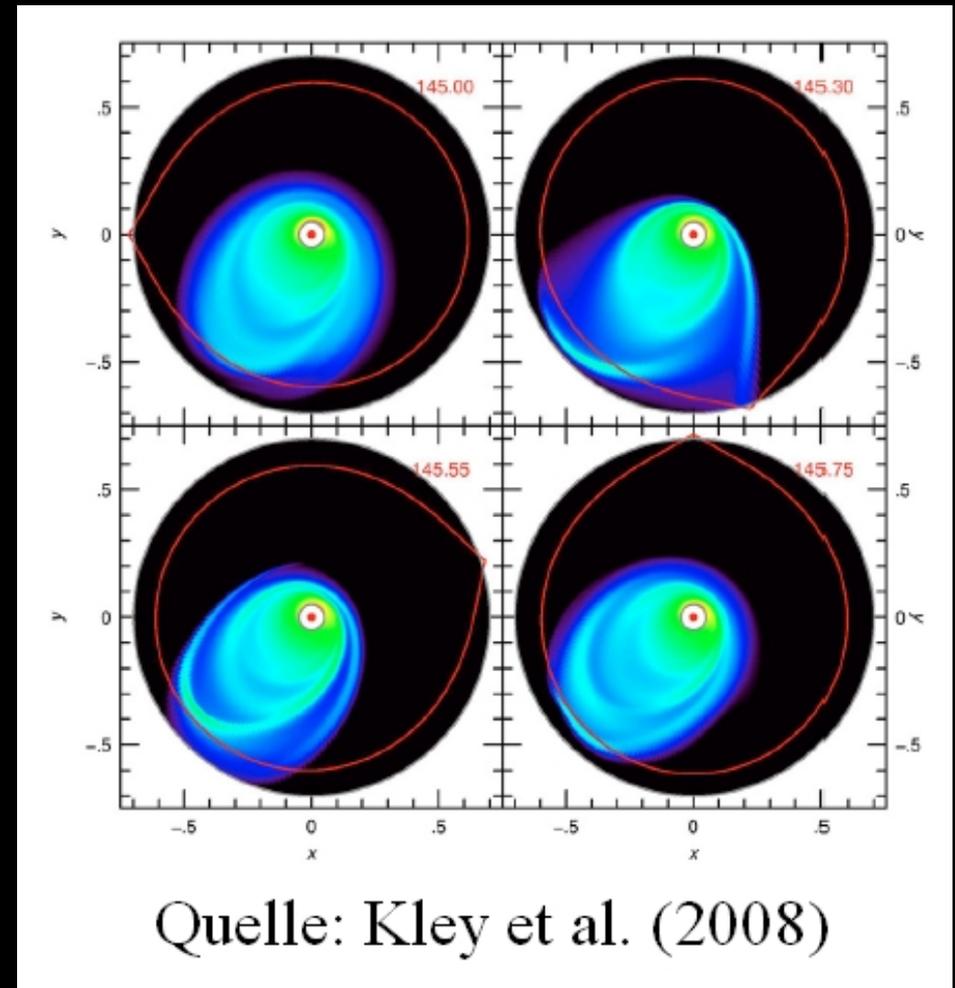
Quelle: Kley et al. (2008)



Quelle: Kley
et al. (2008)

Massenverlust und Spiralstruktur

- Zweiter Stern zieht Material an der Roche - Grenze weg
- Entwicklung eines Gezeitenarmes
- Entspannung der Scheibe

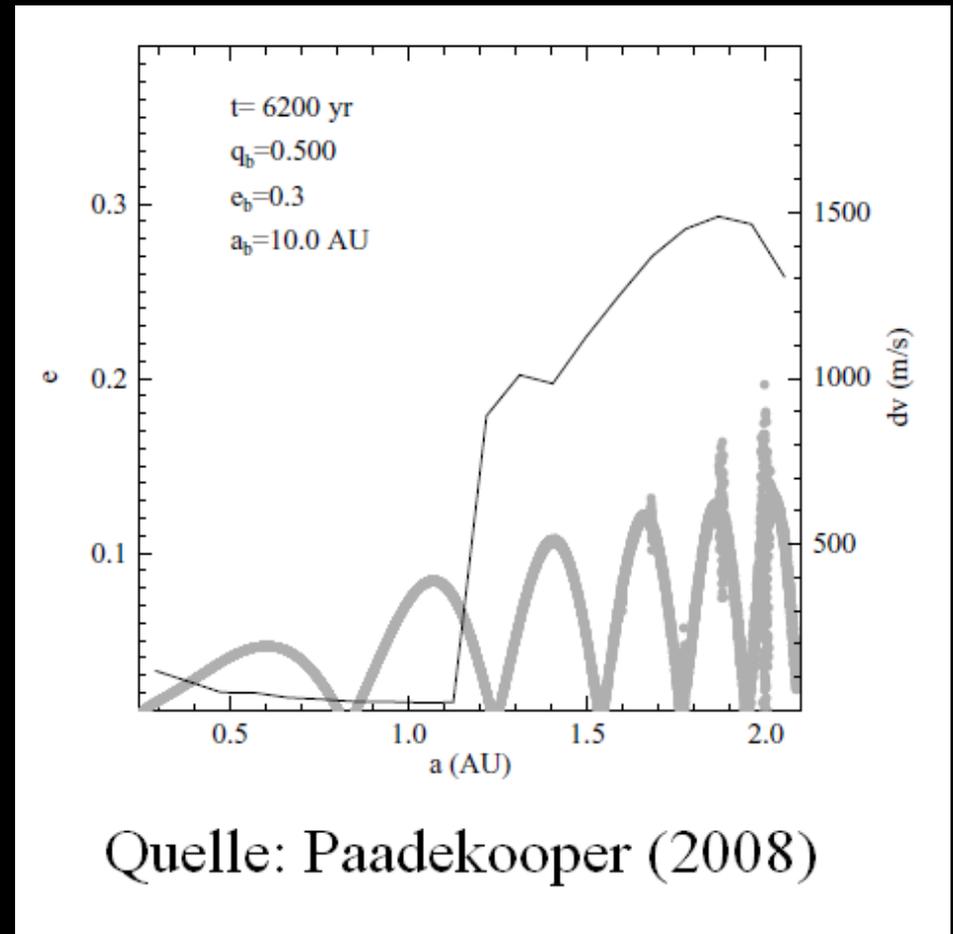


Entwicklung von Planetesimalen in einem Doppelsternsystem

- Betrachten Körper mit 1 bis 5 km Durchmesser
- Wachsen durch Kollisionen
- Werden von Gravitationspotential des zweiten Sterns und von Gasreibung beeinflusst
- Simulationen mit Scheibe und Planetesimalen

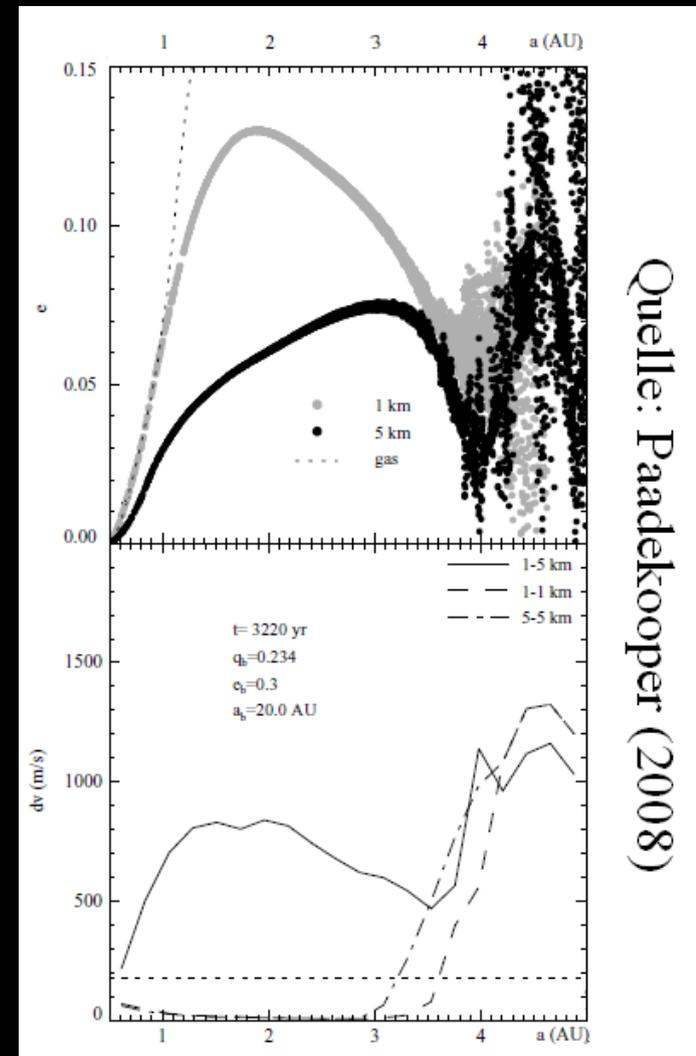
Gravitative Störung durch den Sekundärstern

- Hier nur die gravitative Störung berücksichtigt → keine Gasreibung
- Resonanzen führen zu Oszillationen in der Exzentrizität
- Orbital Crossing



Die Scheibe als Schutzschild???

- Reibung zwischen Planetesimalen und Gas dämpft Exzentrizitäten
- Scheibe ist selbst exzentrisch → Dämpfung nur zu gewissem Grad mögl.
- Effizienz d. Dämpfung größenabhängig

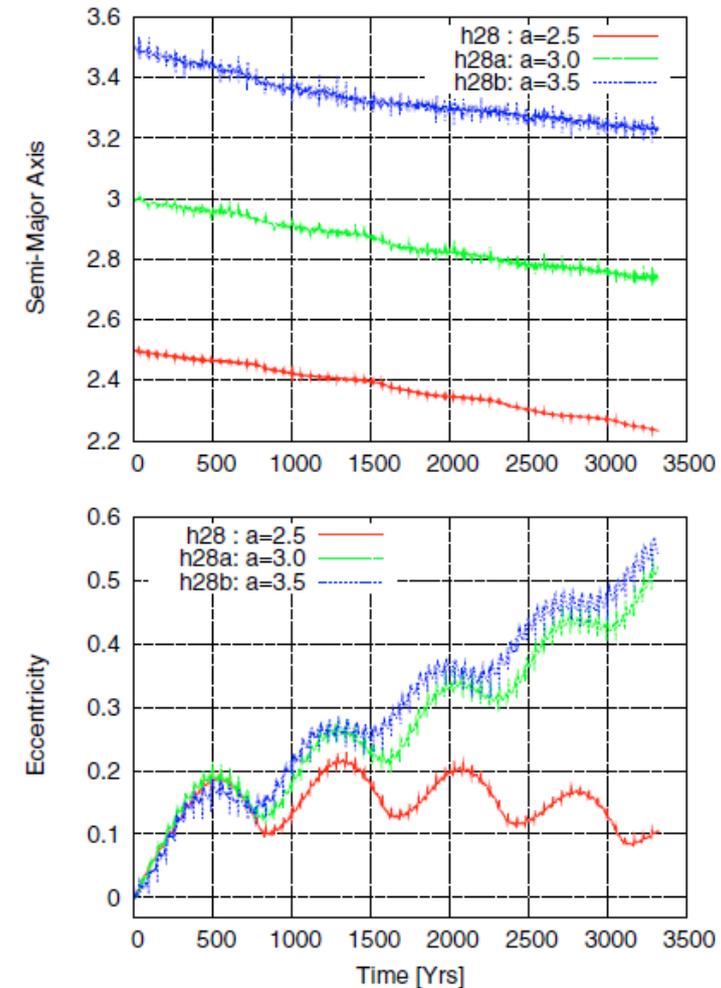


Entstehung eines $1.6 M_{\text{Jup}}$ Planeten im γ - Cephei System

- Man setzt einen Embryo mit $0.11 M_{\text{Jup}}$ in die Scheibe
- Erforscht Einfluss der Startposition ohne Gasakkretion
- Lässt ihn dann Gas akkretieren
- Beobachtet das Wachstum

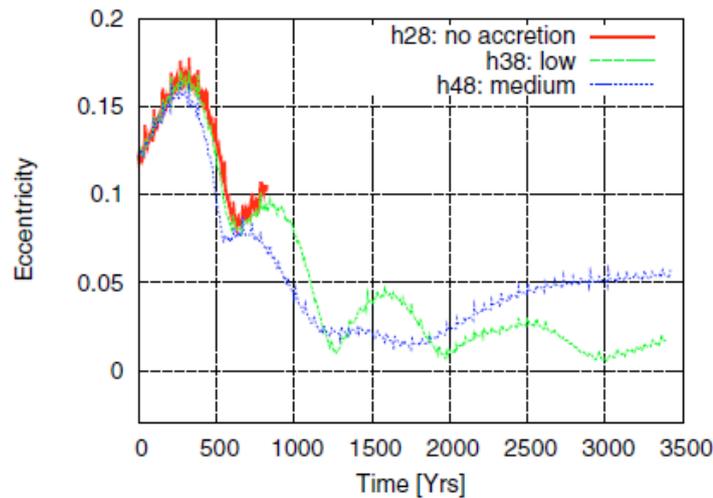
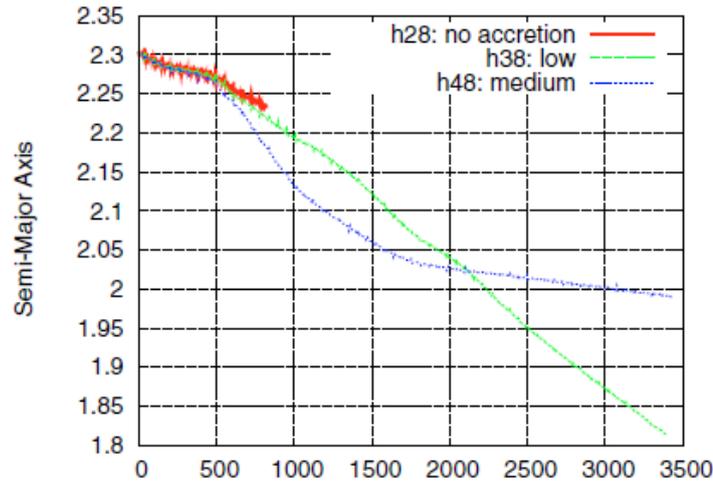
Einfluss der Startposition

- Simulation für drei verschiedene Startpositionen ohne Gasakkretion
- Wichtig: Anfangsbedingungen für die Akkretionsphase schaffen
- Startpositionsgrenze bei 2.7 AU

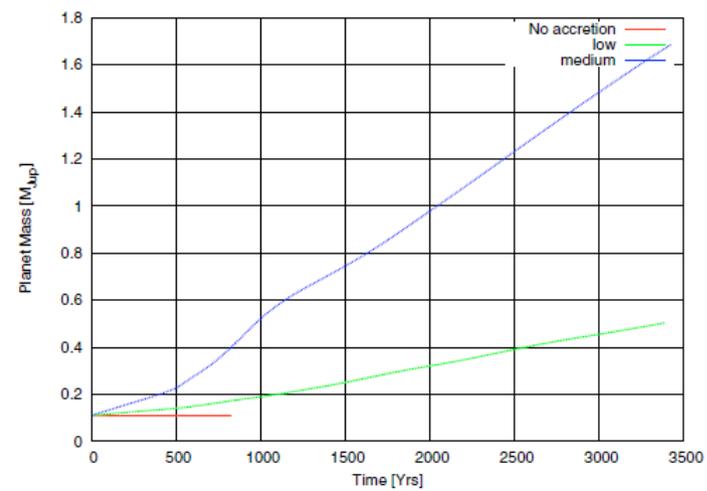


Quelle: Kley & Nelson (2008)

Realistische Akkretionsrate führt zum Erfolg



Quelle: Kley & Nelson (2008)



Quelle: Kley & Nelson (2008)

- Anwachsen des Embryos zu beobachteter Masse mit realistischer Akkretionsrate

!!!!!! Danke für eure Aufmerksamkeit !!!!!

Quellen

- Mokler Felicitas F. C., „Die Rolle der Staubkoagulation bei der Planetenentstehung“, Dissertation der Fakultät für Physik der Ludwig-Maximilian-Universität München, 2007
- Kley W., Papaloizou J. C. B., and Ogilvie G. I., „Simulations of eccentric disks in close binary systems“, aus A&A, 2008, Vol. 487, pages 671-687
- Kley W. and Nelson R. P., „Planet formation in binary stars: the case of γ - Cephei“, aus A&A, 2008, Vol. 486, pages 617-628
- Paardekooper S.-J., Thebault P. and Mellema G., „Planetesimal and gas dynamics in binaries“, aus MNRAS, 2008, Vol. 386, pages 973-988
- Papaloizou J. C. B. and Terquem C., „Planet formation and migration“, aus Reports on Progress in Physics, 2006, Vol. 96, pages 119-180
- http://images.spaceref.com/news/2002/10.09.02.d_orbits.jpg
(letzter Zugriff 13.6.2010)