

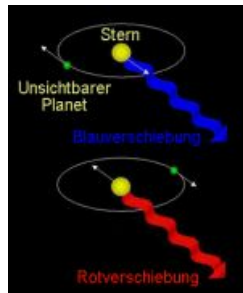
1.2 Extrasolare Planeten

- Sind wir allein?
- Entdeckungsmethoden
- Kann sich Leben anderswo entwickeln?
- Reisen zu fremden Welten

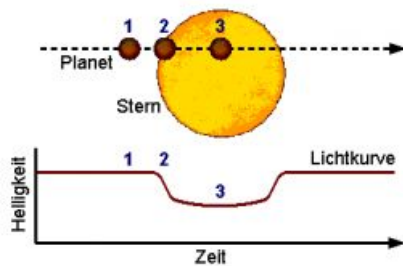
Planeten außerhalb des Sonnensystems

- Fundamentale Fragen unseres Weltbildes und der Astronomie
 - Sind wir allein im Universum?
 - Ist unser Planetensystem einmalig?
- Suche nach extrasolaren Planeten:
 - Herausforderung an die Technik
 - **1. Exoplanet um 51 Peg von Mayor und Queloz 1995 entdeckt**
 - Allgemeine Fragen zur Planetenentstehung
 - Verbreiterung des Wissens: Massen der Planeten, erd- oder jupiterähnliche, Abstände zum Zentralstern, Bahnen, Zusammenhänge mit dem Zentralstern
- **Globale Statistik (Okt. 2006):**
 - 170 Planetensysteme
 - 198 Planeten
 - 20 mehrfache Planetensysteme

Entdeckung extrasolarer Planeten



Doppler-Effekt bei einem Stern mit einem Planeten



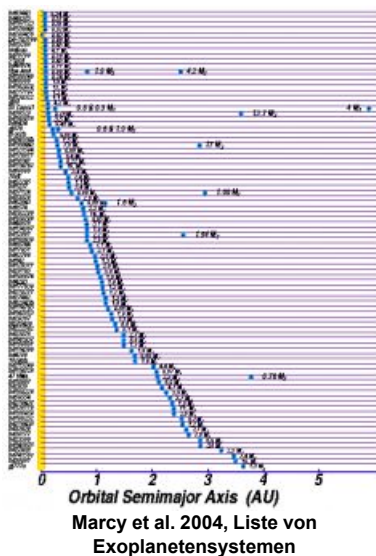
Lichtkurve eines Planetentransits vor einem Stern

- 1. Planeten
- 1.2 Extrasolare Planeten (Folie 3/9)

- Seit 1995 mehr als **210** extrasolare Planeten entdeckt
- Indirekte Methoden, vor allem Doppler-Effekt am Zentralstern
- Bewegung um einen gemeinsamen Schwerpunkt führt zu winzigen Verschiebungen von Spektrallinien
- Photometrie: Bedeckungen bei **HD 209458** durch einen Planeten
- Allgemeine Eigenschaften zur Entstehung von Planetensystemen
- Planeten um zahlreiche Sterne, z.B. auch im Doppelsternsystem γ Cep



Mehrfachsysteme

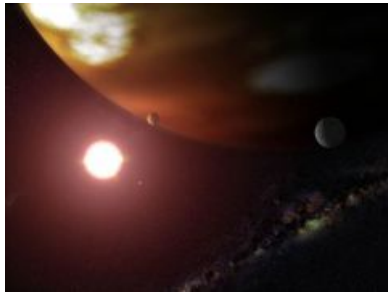


- Bislang (Okt. 2006): **20** beobachtete Mehrfachsysteme, i.e. extrasolare Planetensysteme
- 4 Planeten in sog. Habitablen Zonen, d.h. Temperaturbereich von flüssigem Wasser
- Abstände, Massen und Bahnelemente teilweise gänzlich von unserem Sonnensystem verschieden
- Sehr massereiche und dem Stern nahe stehende Planeten werden am leichtesten gefunden.

- 1. Planeten
- 1.2 Extrasolare Planeten (Folie 4/9)



Viele ungelöste Probleme



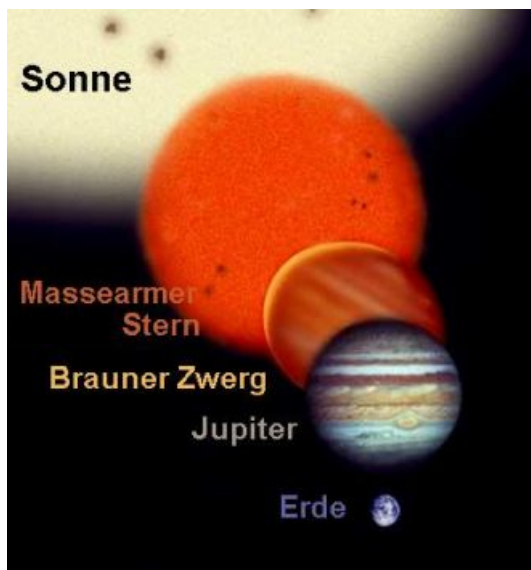
NASA: Illustration, GL876 (2002)



NASA: Illustration, HD 209458

- Allgemeine, quantitative Theorie der Planetenentstehung fehlt bislang
- Frage nach Einzigartigkeit unseres Planetensystems
- Ordnung oder Chaos in den frühen Planetenbahnen
- Rolle Jupiters als Ordnungsmacht, z.B. Titius-Bode-Reihe
- Anzahl erdähnlicher Planeten
- Bedingungen für die Existenz von Leben (Achsenneigung, Rotation, Kontinente, Erdmond, Gezeiten, □)
- Wichtigkeit von flüssigem Wasser

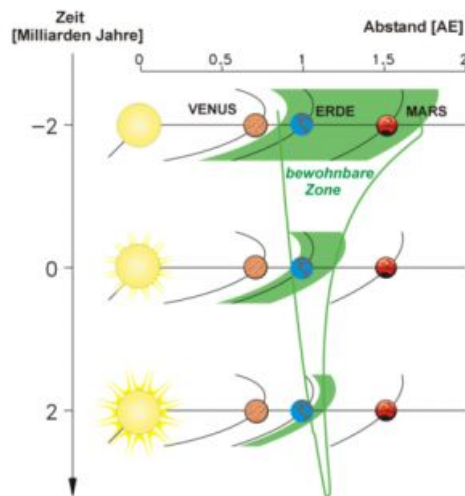
Zusammenfassung: Stern- und Planetenentstehung



Größenvergleich von Planeten, Braunen Zwergen und Sternen

- Sterne entstehen durch einen Gravitationskollaps aus interstellaren Wolken
- Planeten entstehen in protostellaren Akkretionsscheiben, kein direkter Kollaps aus dem interstellaren Medium
- Viele Details nach wie vor ungeklärt
- Verbesserung und Verbreiterung der Beobachtungsdaten notwendig
- Unterschiedlichkeit der Planeten (Masse, Entfernung zum Zentralstern, Exzentrizität, chem. Zusammensetzung, etc.) deutet auf Wechselspiel zahlreicher Prozesse

Kann sich Leben anderswo entwickeln? (1)



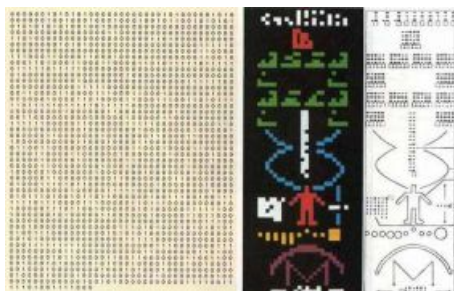
Zeitliche Entwicklung der bewohnbaren (habitatlen) Zone im Sonnensystem

- Habitable Zone (bewohnbare Zone)
- Existenz von flüssigem Wasser
- Temperaturbereich: 0 - 100 Grad Celsius
- Atmosphäre:
 - Sauerstoff
 - Ozonschicht (gegen UV-Strahlung der Sonne)
- Zeitliche Entwicklung des Zentralsterns (lang genug, zu heiß/kalt)
- Monde - Gezeiten?
- Magnetfeld
- Bahnstabilität

Kann sich Leben anderswo entwickeln? (2)



Arecibo-Radioteleskop

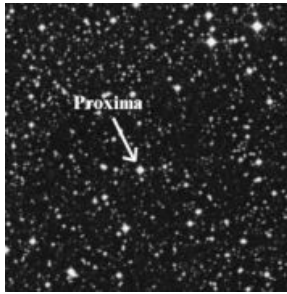


Interstellare Nachricht

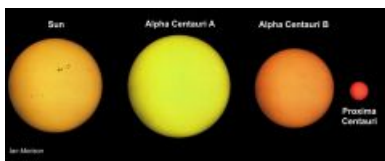
- Leben auf Kohlenstoff- bzw. Siliziumbasis
- Unterschiedliche Schwerkraft
- Sind eventuelle 'intelligente' Bewohner schlau genug, sich nicht selbst durch Krieg oder Umweltverschmutzung zu vernichten?
- Anzahl der extrasolaren Planeten, mit technisch intelligenten Zivilisationen: Drake-Gleichung
- Interstellare Kommunikation: Arecibo-Teleskop



Reisen zu fremden Welten



Proxima Centauri



Größenvergleich der nächsten Sterne

- Entfernung zum nächsten Fixstern: 4.3 Lichtjahre = 40 680 000 000 000 km (Proxima Centauri)
 - Raumschiff mit Lichtgeschwindigkeit: 4,3 Jahre Reisezeit
 - Raumschiff mit Raketenantrieb: 87 000-75 000 Jahre
- Probleme:
 - Zeitdilatation
 - Tiefschlaf oder 'Generationen'-Raumschiff
 - Energie für Antrieb und Lebenserhaltung



1. Planeten

1.2 Extrasolare Planeten (Folie 9/9)



Radio=IR=UV=X=γ