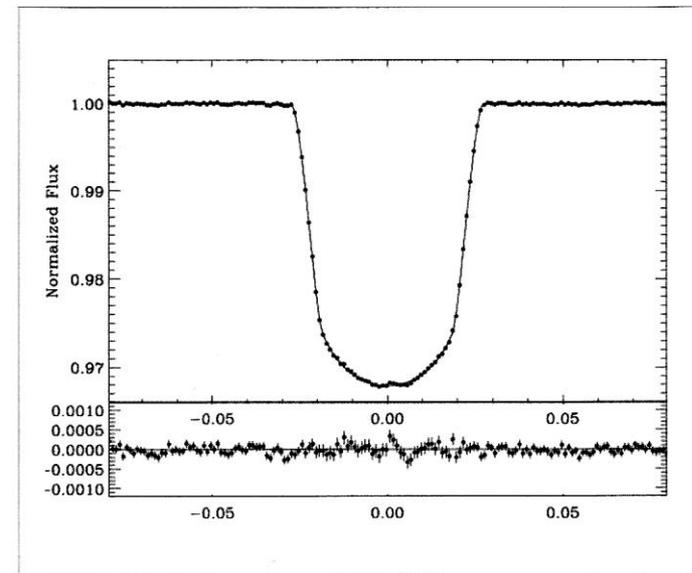
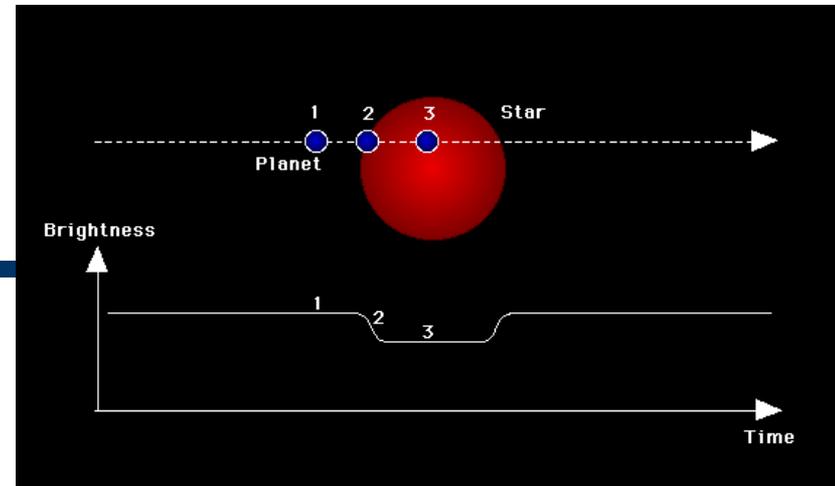


Ausgewählte Methoden für die Suche nach Exoplaneten

- Transitmethode
- Radialgeschwindigkeitsmethode
- Direkte Beobachtung

Transitmethode

Liegt die Umlaufbahn des Planeten so, dass er aus Sicht der Erde genau vor dem Stern vorbeizieht, erzeugen diese Bedeckungen periodische Absenkungen in dessen Helligkeit.

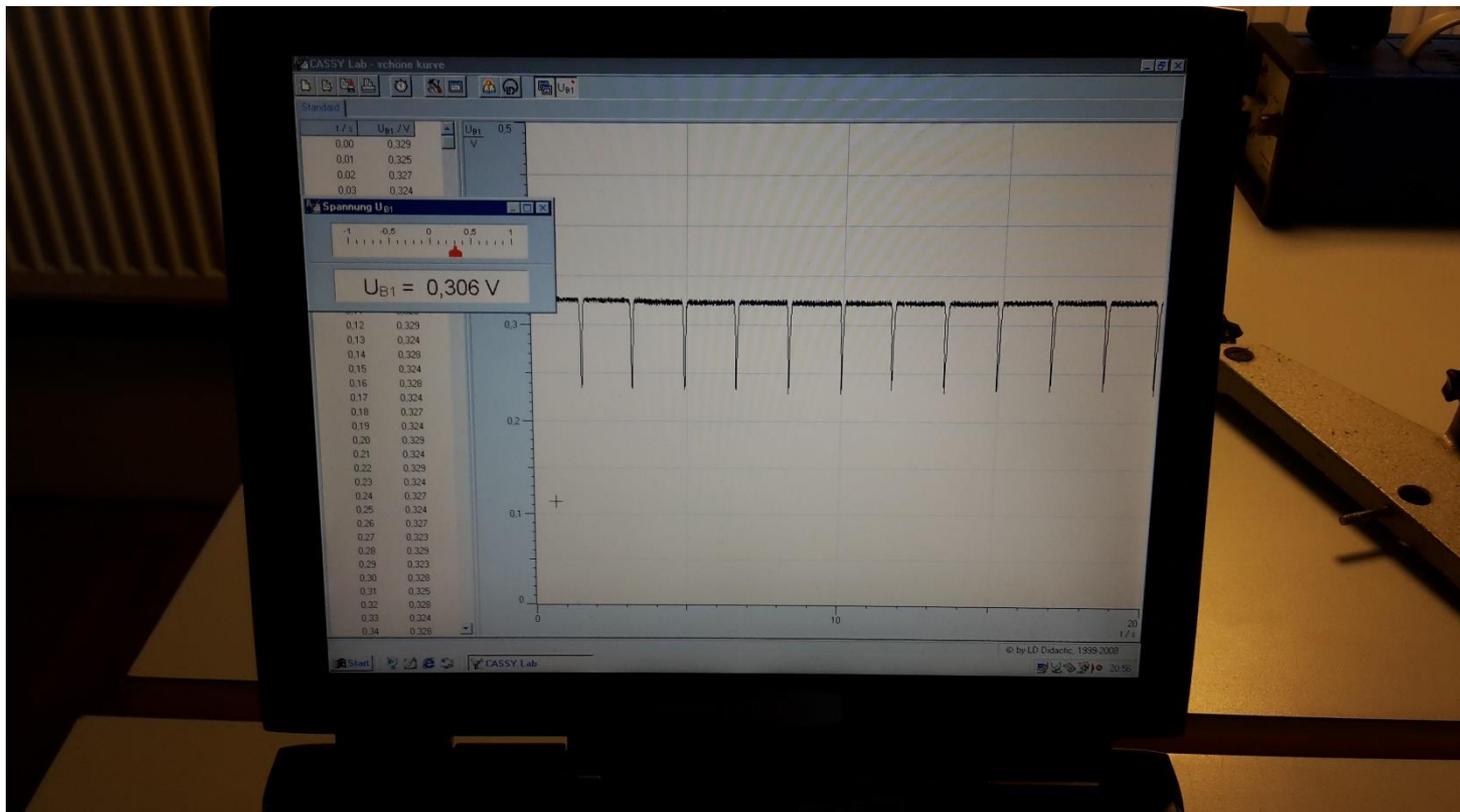


4 Die Lichtkurve von CoRoT-2b. Deutlich zu sehen ist die Abnahme der Helligkeit des Sterns, während der Planet einen Teil der Sternscheibe bedeckt. CoRoT-2. (Quelle: Alonso et al. 2008, Astron. & Astrophys., 482, L21)

Transitmethode Analogieexperiment



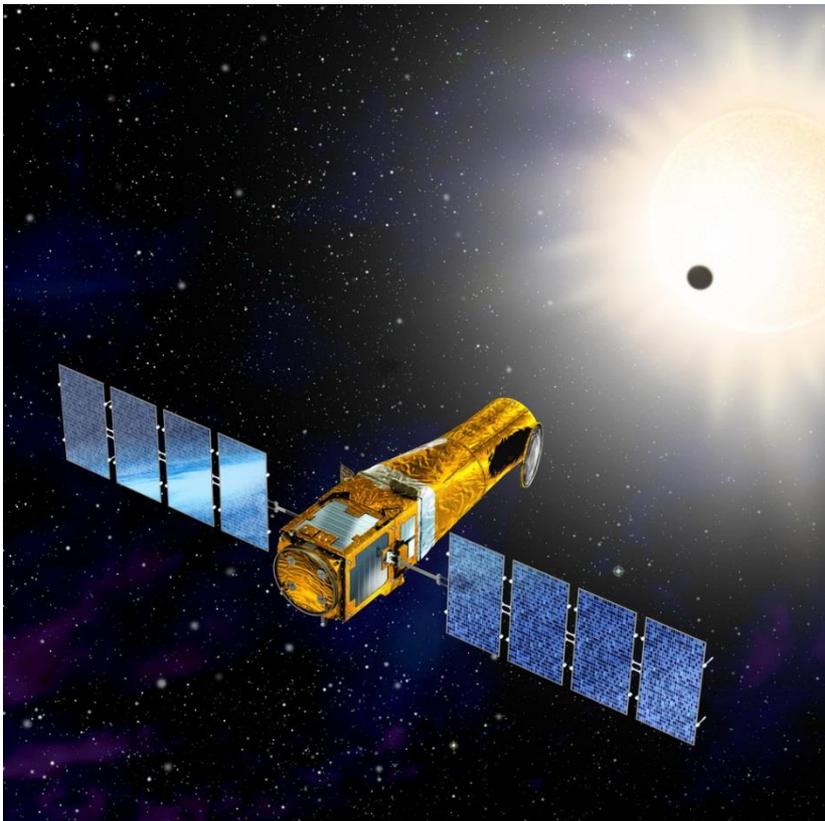
Transitmethode Analogieexperiment



Transitmethode - Aufgaben

1. Lassen sich mit der Transitmethode alle Exoplaneten entdecken? Diskutieren Sie Vor- und Nachteile der Methode.
2. Geben Sie Faktoren an, die den Lichtabfall während des Transits beeinflussen. Simulationsprogramm:
<http://www.mabo-physik.de/transitmethode.html>
3. Erklären Sie warum Weltraumteleskope wie *COROT* und *KEPLER* immer möglichst viele Sterne gleichzeitig auf Planetentransits untersuchen.
4. LB (neu) S.113 / Aufgabe 2

Corot-Mission



© CNES - Octobre 2005/Illus. D. Ducros

- ◆ Start am 27.12.2006
- ◆ Ende der Mission: 20.06.2013
- ◆ Aufgabe: Suche von Exoplaneten mit der Transitmethode → Überwachung von insgesamt 180.000 Sternen
- ◆ Entdeckung von 15 Exoplaneten

Kepler-Mission

- ◆ Start: 07.03.2009
- ◆ Kosten: 600 Mio. US-\$
- ◆ Ende der Mission: 15.08.2013
- ◆ Ziel: Suche von Exoplaneten mit der Transitmethode → Beobachtung eines festen Ausschnitts des Sternhimmels mit ca. 190.000 Sternen
- ◆ 2740 beobachtete Planetenkandidaten



Der Venustransit

ein Beispiel für einen Transitvorgang in unserem Sonnensystem

- ◆ Aufgabe: Berechnen Sie um wie viel Prozent die Sonnenhelligkeit bei einem Venusdurchgang vor der Sonne verringert wird.

scheinbarer Radius der Sonne: $r_S = 0,26^\circ$

scheinbarer Radius der Venus: $r_V = 0,016^\circ$

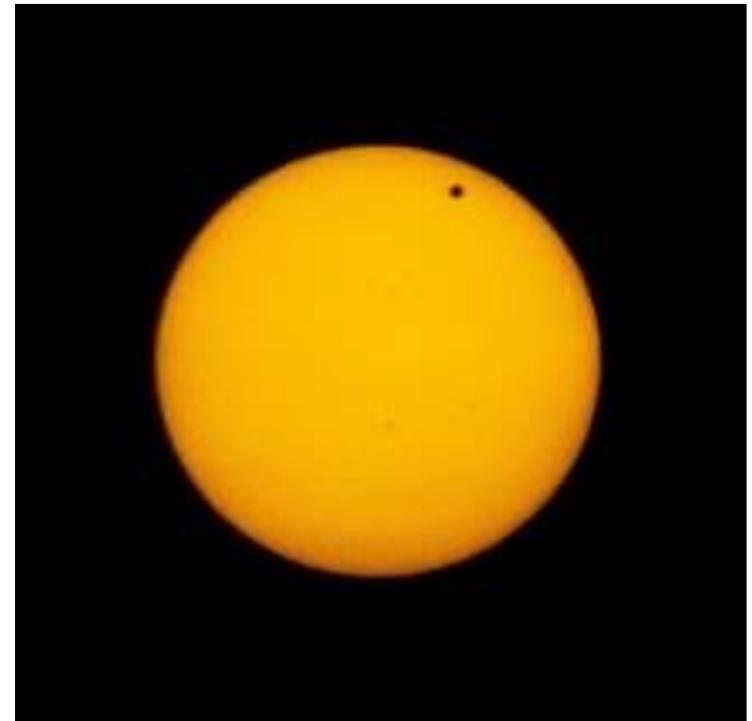
- ◆ Scheinbare Fläche der Sonne:

$A_S = \pi \cdot r_S^2 = 0,2124$ Quadratgrad

Scheinbare Fläche der Venus:

$A_V = \pi \cdot r_V^2 = 0,0008$ Quadratgrad

- ◆ Helligkeitsminderung: $A_V:A_S = 0,004$, d.h. die Sonnenhelligkeit wird um 0,4% verringert



Venustransit am 6. Juni 2012

Dopplereffekt

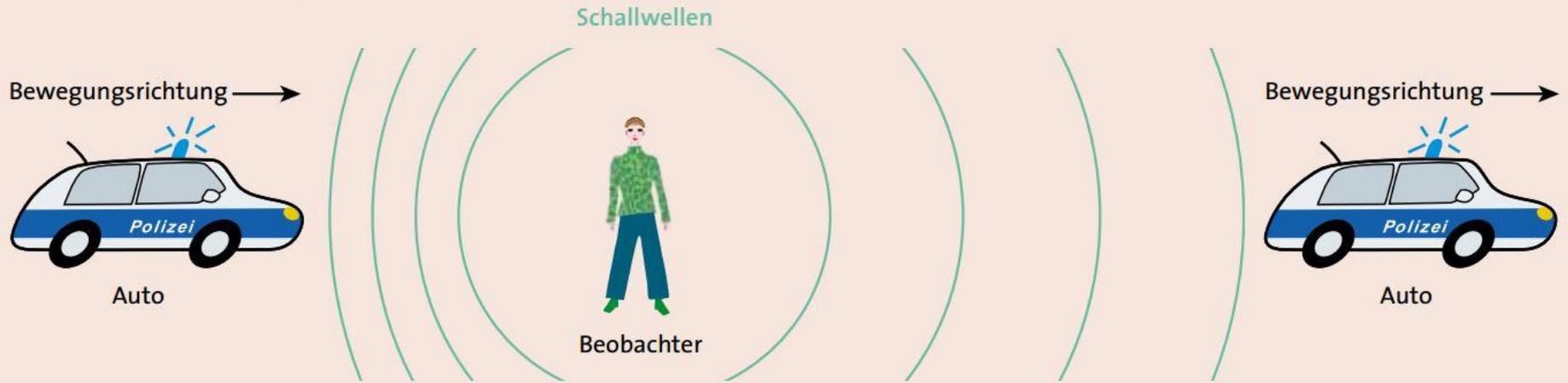
Christian Doppler (1803 – 1853)



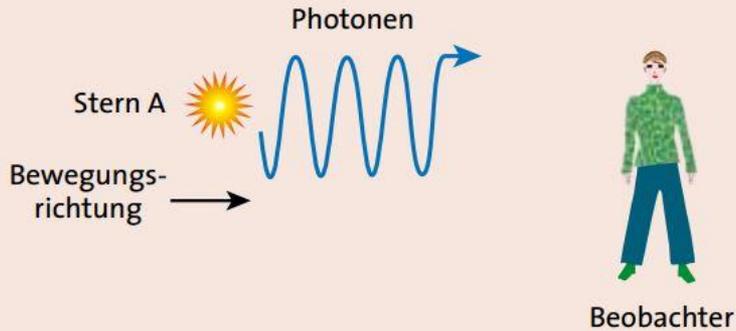
- ◆ entdeckt von Christian Doppler 1848
- ◆ ist die zeitliche Stauchung bzw. Dehnung eines Signals bei Veränderungen des Abstands zwischen Sender und Empfänger während der Dauer des Signals.
- ◆ tritt bei allen Signalen auf, die sich mit einer bestimmten Geschwindigkeit (Lichtgeschwindigkeit oder Schallgeschwindigkeit) ausbreiten



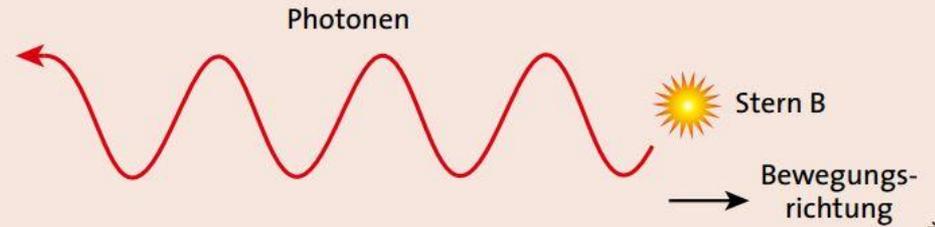
Doppler-Rotverschiebung



Blauverschiebung



Rotverschiebung



SuW-Grafik

Quelle: Sterne und Weltraum; 3 / 2013, S. 56

Der Dopplereffekt

- ◆ Lesen Sie im LB (neu) S. 107 das Kapitel zum Dopplereffekt und beschreiben Sie
 - ein Experiment zum Nachweis des Dopplereffekts bei elektromagnetischen Wellen.
 - den Unterschied zwischen akustischem und optischem Dopplereffekt.
- ◆ Notieren Sie die Gleichung S. 108.

Radialgeschwindigkeit

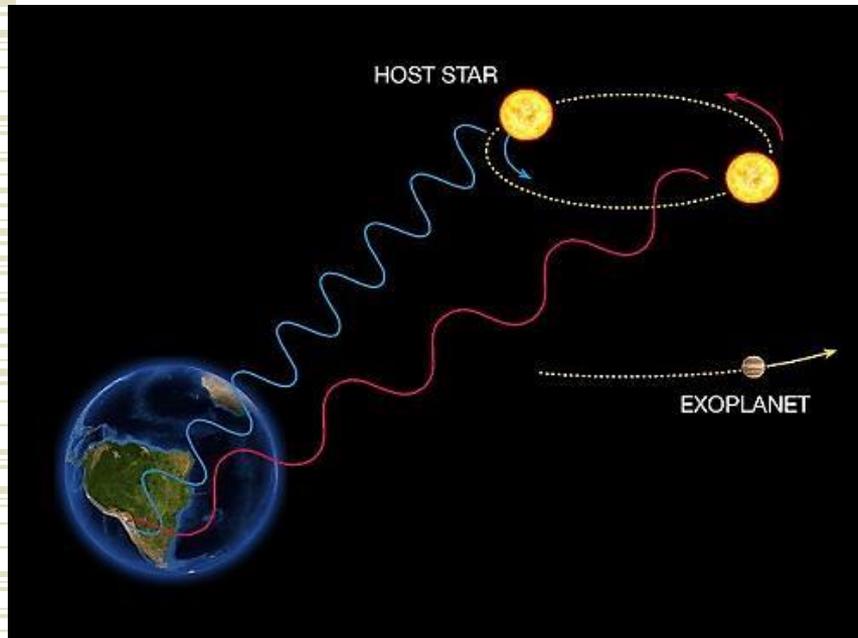
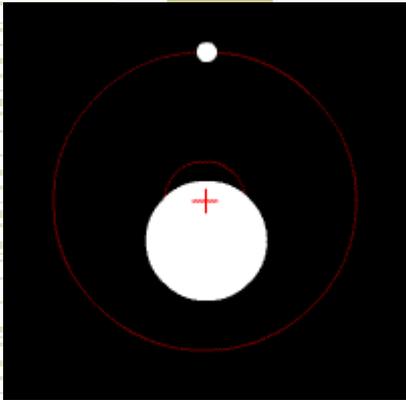
- ◆ ist die Geschwindigkeitskomponente eines Himmelskörpers in Richtung der Sichtlinie eines Beobachters.
→ Auftreten eines Dopplereffekts
- ◆ Messung durch Aufnahmen eines Spektrums und dem Vergleich von dessen Spektrallinien mit den aus Laborversuchen bekannten Spektrallinien
→ Umrechnung der daraus ermittelten Rot- bzw. Blauverschiebung in eine Geschwindigkeit

| Objekt... | ...entfernt sich | ...näht sich |
|-------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Radialgeschwindigkeit | $v_r > 0$ | $v_r < 0$ |
| Wellenlänge λ des Lichts... | ...wird vergrößert | ...wird verkleinert |
| Verschiebung der Spektrallinien | Rotverschiebung ($z > 0$) | Blauverschiebung ($z < 0$) |
| Frequenz des Lichts... | ...sinkt | ...steigt |

Quelle:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Radialgeschwindigkeitsmethode>

Radialgeschwindigkeitsmethode



The Radial Velocity Method

ESO Press Photo 22e/07 (25 April 2007)

This image is copyright © ESO. It is released in connection with an ESO press release and may be used by the press on the condition that the source is clearly indicated in the caption.

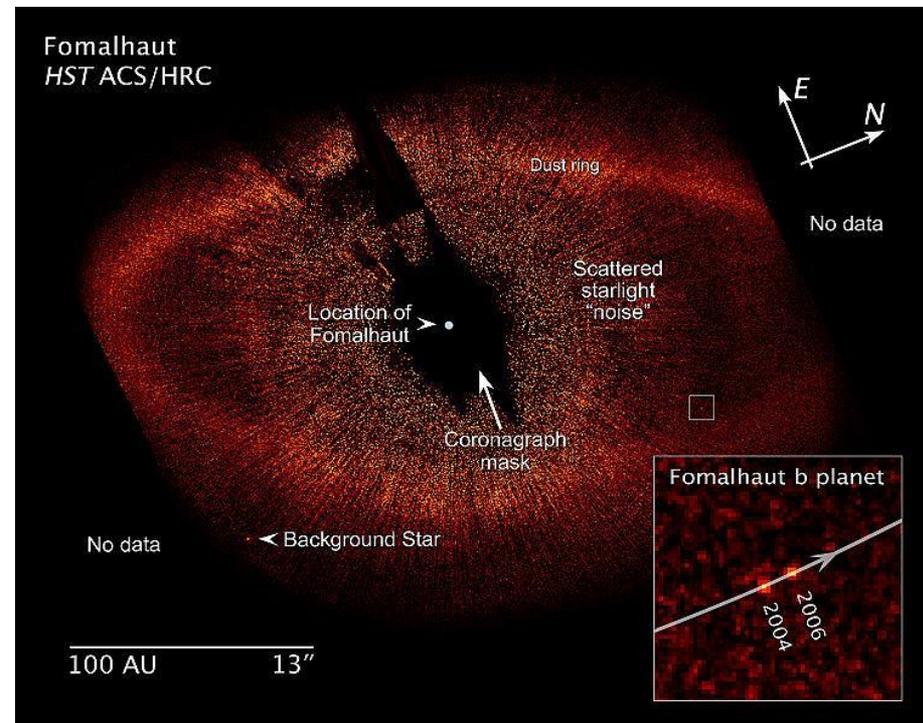


- ◆ Suche nach Exoplaneten durch Messung der Radialgeschwindigkeit eines Sterns
- ◆ Hat der Stern einen (unsichtbaren) Begleiter, so gibt es periodische Schwankungen seiner Radialgeschwindigkeit aufgrund der Bewegung um den gemeinsamen Schwerpunkt: Rotverschiebung bei Bewegung von der Erde weg, Blauverschiebung im umgekehrten Fall.

LB (neu) S. 112 / Aufgabe 1

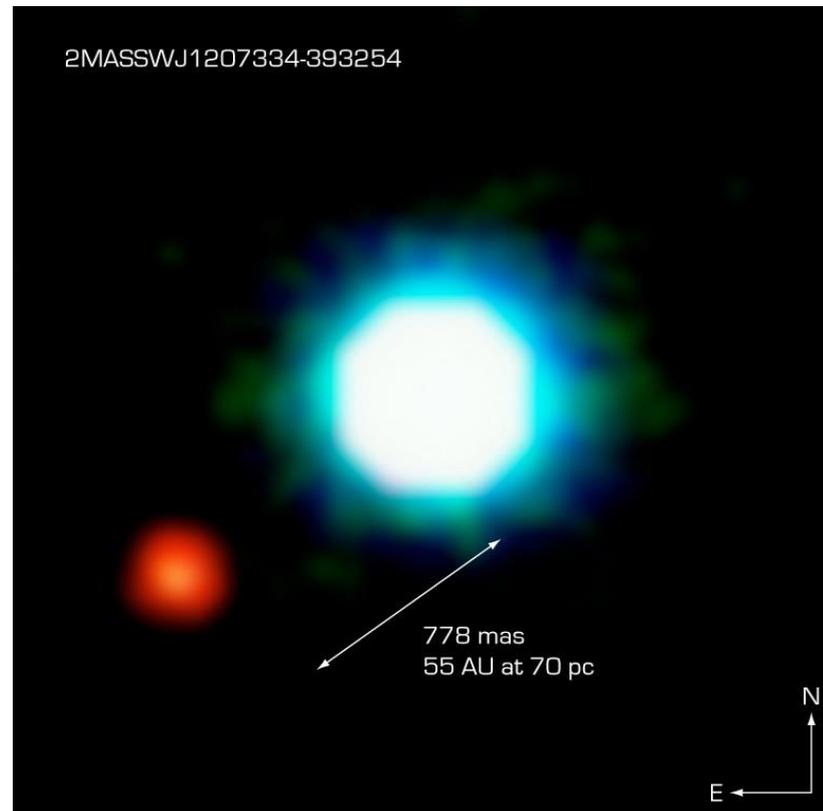
Direkte Beobachtung

- ◆ Lesen Sie im LB (neu) S. 113 das Kapitel „Erste Fotos von Exoplaneten“ und nennen Sie Beispiele für eine direkte Beobachtung von Exoplaneten.
- ◆ Hinweis: Ein Brauner Zwerg ist ein Himmelskörper, der eine Sonderstellung zwischen Planeten und Sternen einnimmt. Braune Zwerge sind massereicher als planetare Gasriesen und masseärmer als Zwergsterne.



Direkte Beobachtung

2M1207 und der Exoplanet 2M1207b (ESO/VLT)



Vergleich der Suchmethoden

LB (neu)
S. 114 /
Aufgabe3

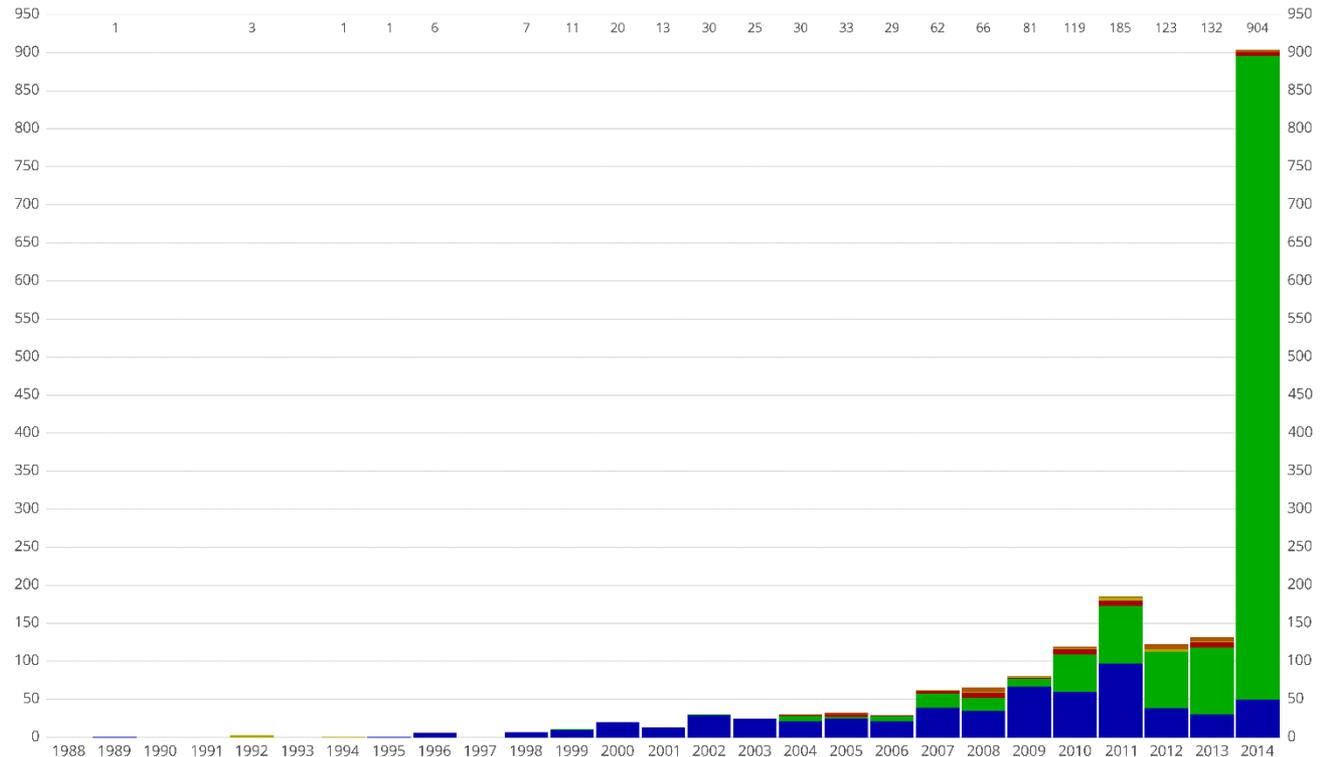


Diagramm der Anzahl und Entdeckungsmethoden neuer Exoplaneten pro Jahr (Stand: 23. September 2014)

- Radialgeschwindigkeitsmethode
- Pulsarfrequenz
- Transitmethode
- Direkte Beobachtung
- Astrometrisch
- Timing
- Mikrolinseneffekt

Quelle:
<http://de.wikipedia.org/wiki/Exoplanet>