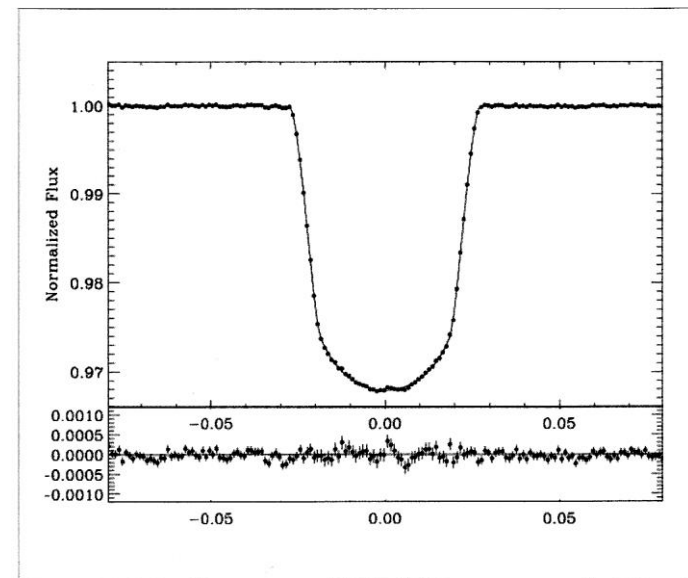
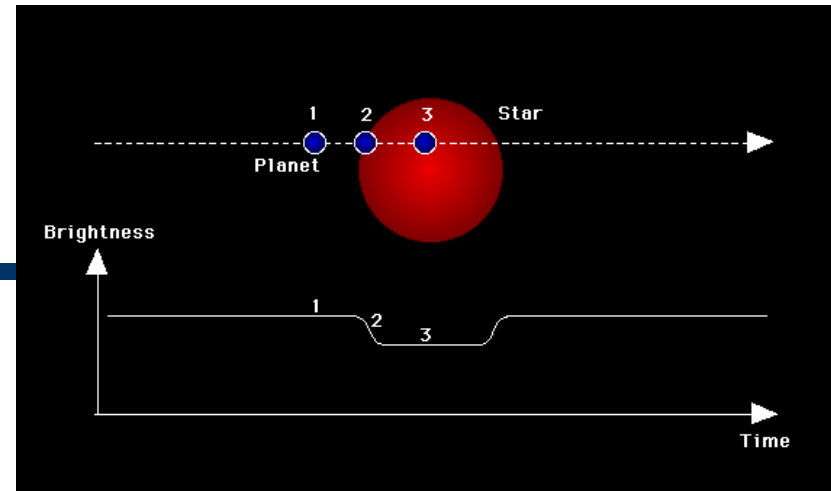


Ausgewählte Methoden für die Suche nach Exoplaneten

- 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.

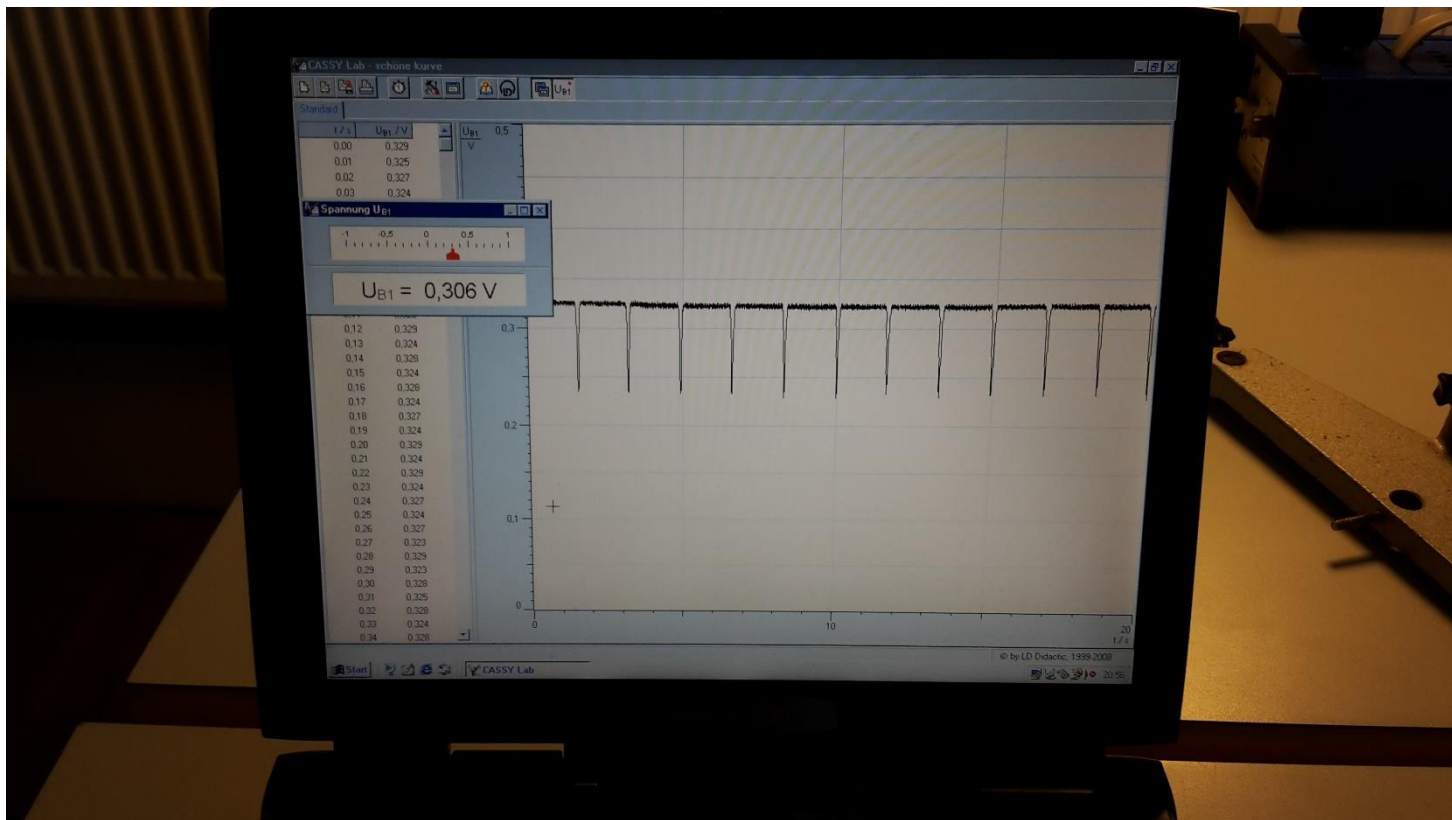


4 Die Lichtkurve von CoRoT-2b. Deutlich zu sehen ist die Abnahme der Helligkeit des Sterns, während der Planet einen Teil der Sternscheibe bedeckt. CoRoT-2. (Quelle: *Alonso et al. 2008, Astron. & Astrophys.*, 482, L21)

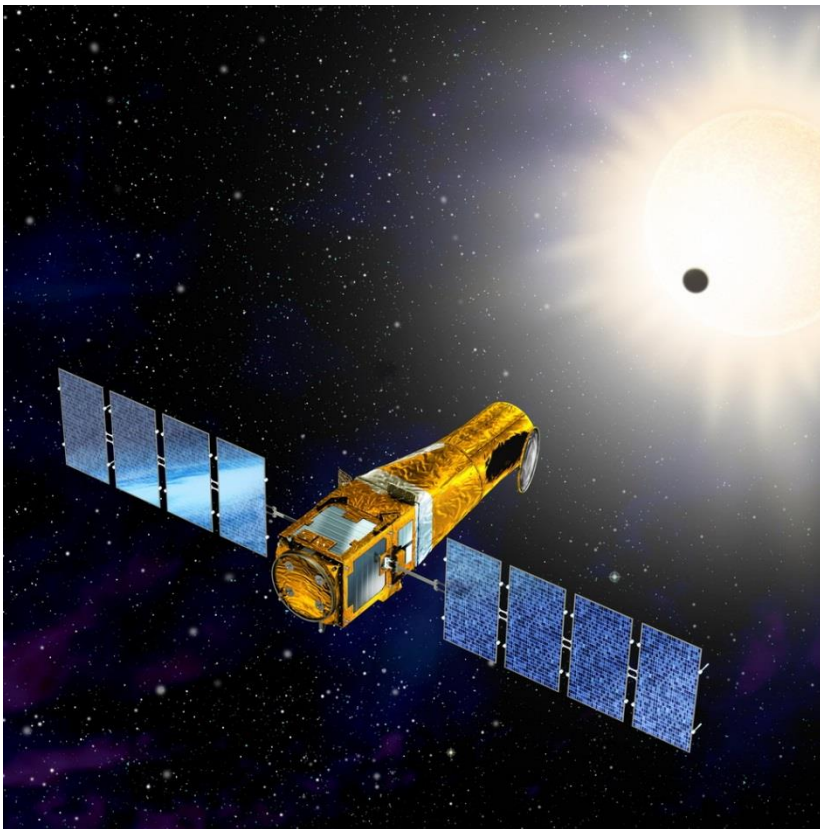
Transitmethode Analogieexperiment



Transitmethode Analogieexperiment



Corot-Mission

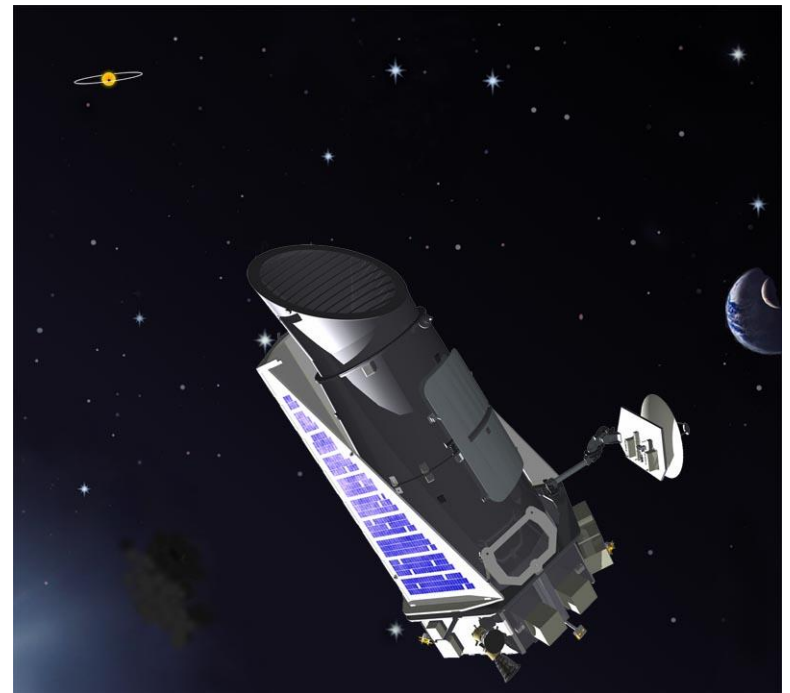


© CNES - Octobre 2005/Illus. D. Ducros

- ◆ 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
- ◆ Ende der Mission: 30.10.2018
- ◆ Kosten: 600 Mio. US-\$
- ◆ Ziel: Suche von Exoplaneten mit der Transitmethode → Beobachtung eines festen Ausschnitts des Sternhimmels mit ca. 190.000 Sternen
- ◆ 2740 beobachtete Planetenkandidaten



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 S.113 / Aufgabe 2

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

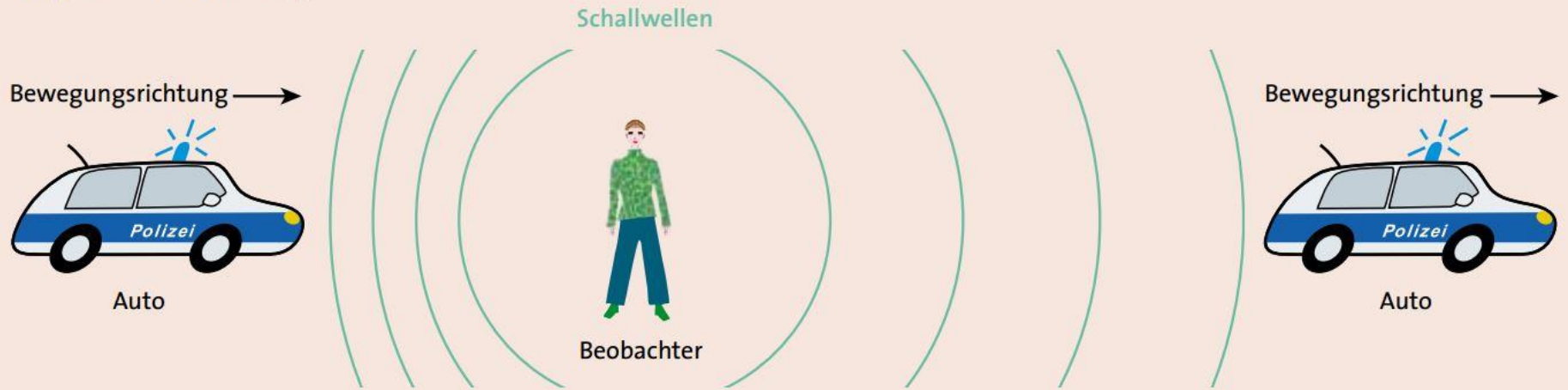
Christian Doppler (1803 – 1853)



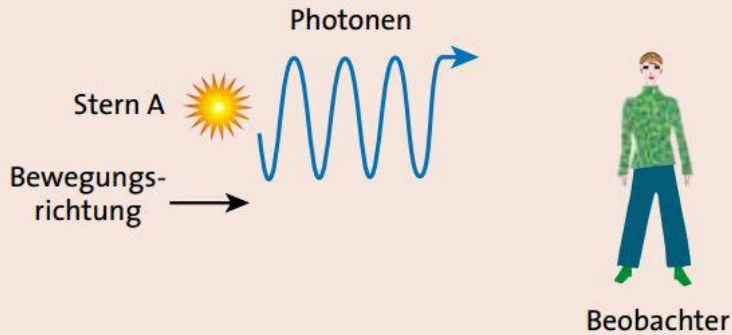
- ◆ entdeckt von Christian Doppler 1848
- ◆ ist die zeitliche Stauchung bzw. Dehnung eines Signals bei Veränderungen des Abstands zwischen Sender und Empfänger während der Dauer des Signals.
- ◆ tritt bei allen Signalen auf, die sich mit einer bestimmten Geschwindigkeit (Lichtgeschwindigkeit oder Schallgeschwindigkeit)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



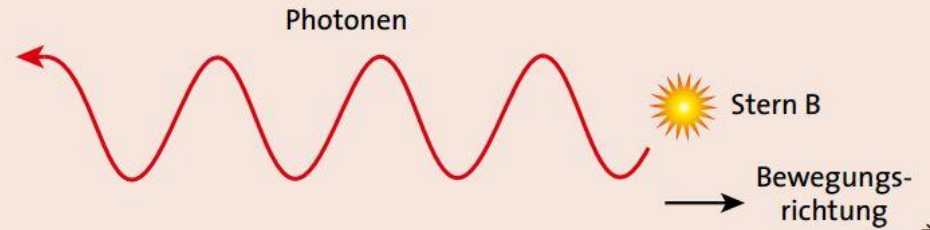
Doppler-Rotverschiebung



Blauverschiebung



Rotverschiebung



SuW-Grafik

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

Der Dopplereffekt

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

Radialgeschwindigkeit

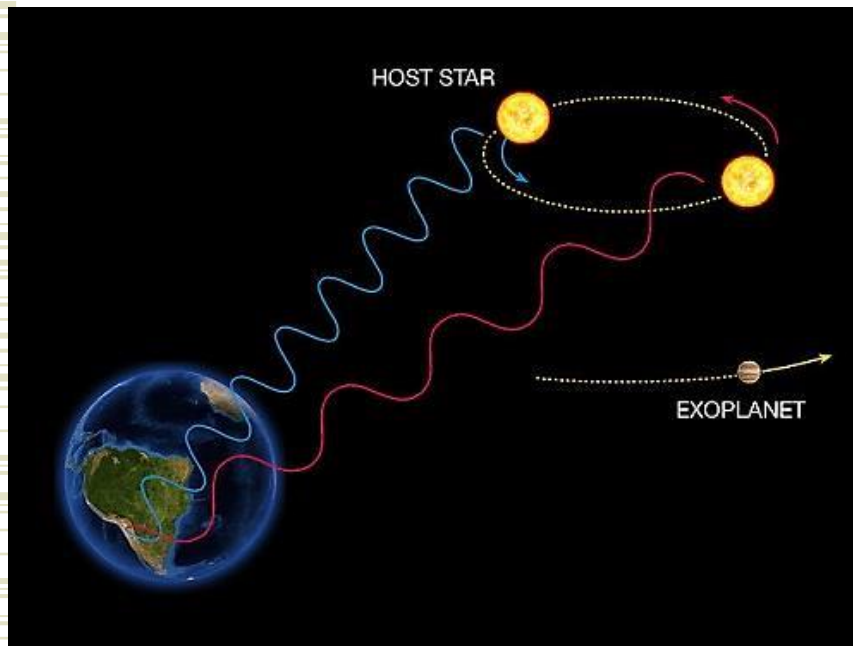
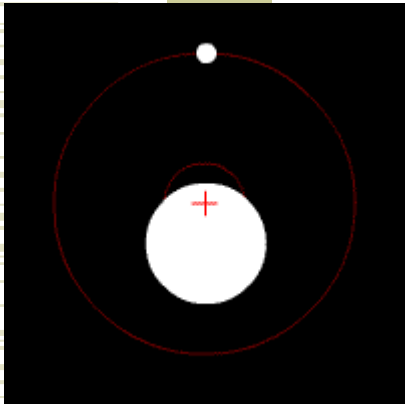
- ◆ ist die Geschwindigkeitskomponente eines Himmelskörpers in Richtung der Sichtlinie eines Beobachters.
→ Auftreten eines Dopplereffekts
- ◆ Aufnahmen eines Spektrums und vergleichen von dessen Spektrallinien mit den aus Laborversuchen bekannten Spektrallinien
→ Umrechnung der daraus ermittelten Rot- 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.

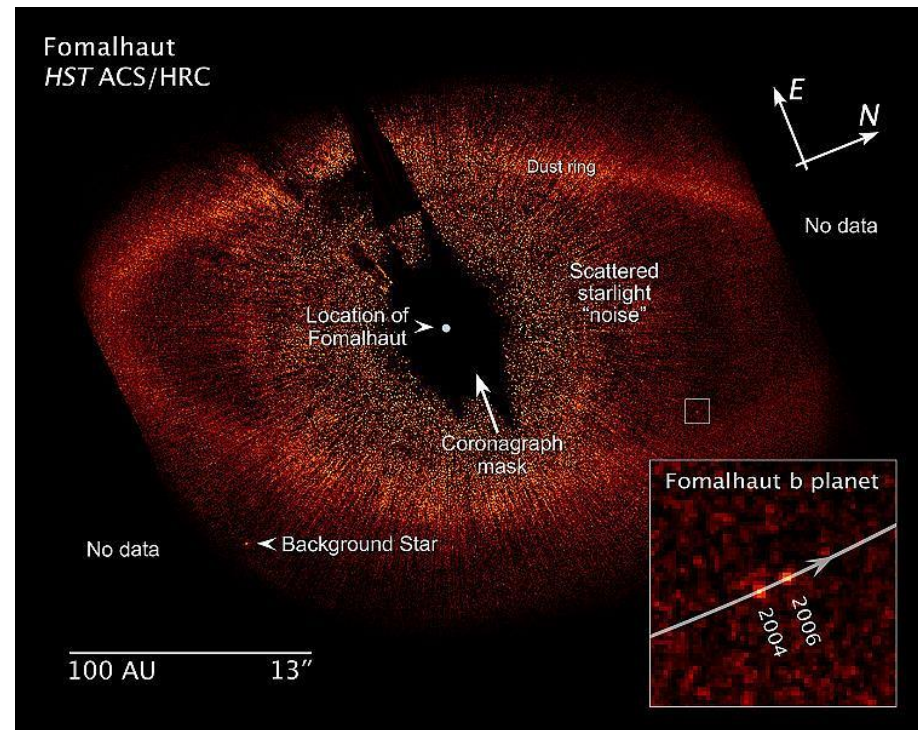


Hat der Stern einen (unsichtbaren) Begleiter, so gibt es periodische Schwankungen seiner Radialgeschwindigkeit aufgrund der Bewegung um den gemeinsamen Schwerpunkt: Rotverschiebung bei Bewegung von der Erde weg, Blauverschiebung im umgekehrten Fall.

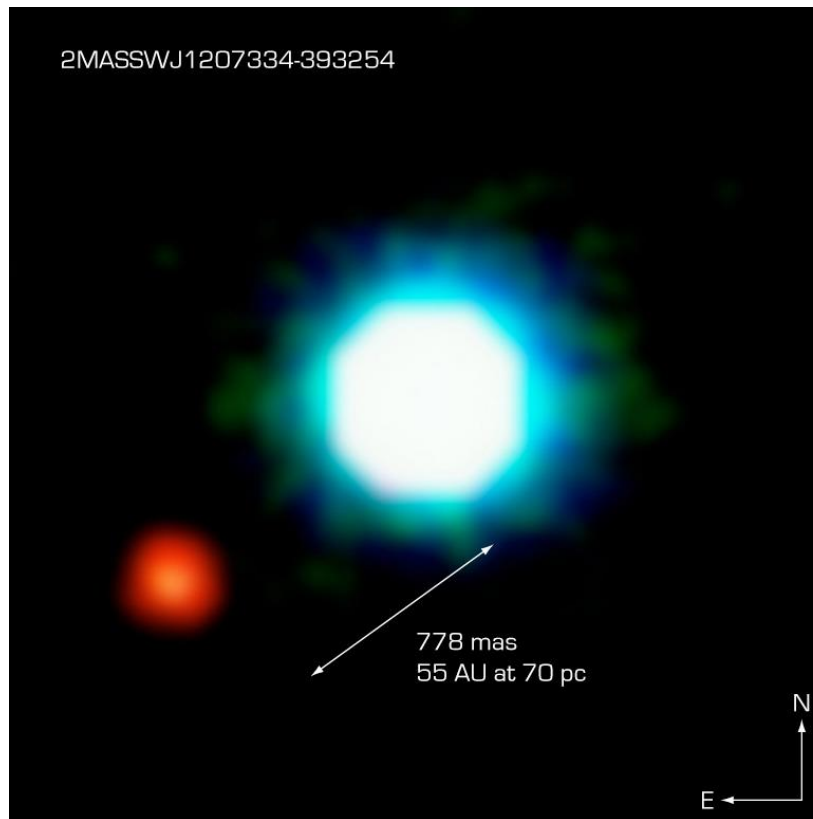
LB S. 112 / Aufgabe 1

Direkte Beobachtung

- ◆ Lesen Sie im LB 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

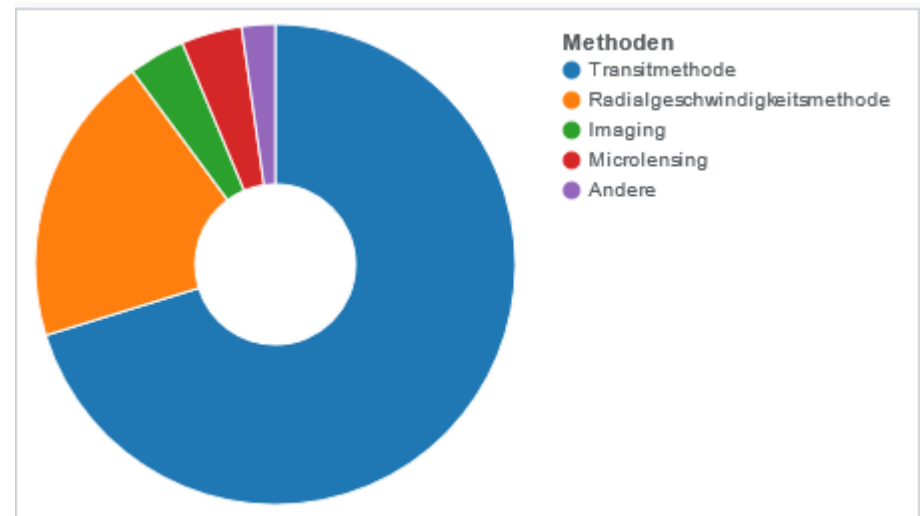


Infrarot-Aufnahme des
Braunen Zwerges 2M1207
(Bildzentrum) und seines
Begleiters 2M1207 b
(links unten)
(Aufnahme: VLT/NACO,
ESO, 2004)

Vergleich der Suchmethoden

Anzahl entdeckter Exoplaneten pro Jahr^[27]
(Stand 25. Juli 2022)

1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
1	0	0	0	3	0	0	3	7	0
1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
8	15	24	15	32	26	35	35	39	61
2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
70	91	132	208	145	181	872	170	1537	214
2018	2019	2020	2021	2022					
358	208	245	210	168					



Entdeckungen nach Methode^[27] (25. Juli 2022)

- Interpretieren Sie Tabelle + Diagramm.
Stand: Juli 2022
- LB S. 114 / Aufgabe3

Quelle:

https://de.wikipedia.org/wiki/Exoplanet#Zahl_der_bekannten_Exoplaneten