

Exoplaneten

Henrik Eckseler

6. Juli 2017

- 1 Was sind Exoplaneten?
- 2 Nachweis
- 3 Klassifizierung
- 4 Beispiele
- 5 Leben im All

Was sind Exoplaneten?

Planeten, die unter dem Gravitationseinfluss eines anderen Sterns oder Braunen Zwergs als der Sonne stehen

Nachweis

direkte Beobachtung schwierig → indirekte Nachweismethoden

- Radialgeschwindigkeitsmethode
- Transitmethode
- ...

Radialgeschwindigkeitsmethode

Planet und Stern bewegen sich um den Schwerpunkt des Systems

$$v_r = \frac{2\pi a}{T\sqrt{1-e^2}} \frac{m \cdot \sin i}{m + m_0} [\cos(f + \omega) + e \cdot \cos(\omega)] + v_{r0}$$

a ... große Halbachse, T ... Umlaufzeit, e ... Exzentrizität, m ... Planetenmasse,

m_0 ... Sternenmasse, i ... Neigung der Orbitfläche, f ... wahre Anomalie,

ω ... Winkelgeschwindigkeit,

v_{r0} ... Radialgeschw. des Schwerpunkts im Bezug auf Hintergrund-Sterne

Bestimmung der Geschwindigkeit über den Doppler-Effekt

Transitmethode

falls die Planetenbahn senkrecht zur Erde steht

→ periodische Absenkungen der Helligkeit des Sterns

Klassifizierung

nach David Sudarsky nur nach chemischer Zusammensetzung
→ abgeleitet durch Albedo des Himmelskörpers, Strahlungstemperatur im EM-Spektrum, Masse oder Dichte des Planeten

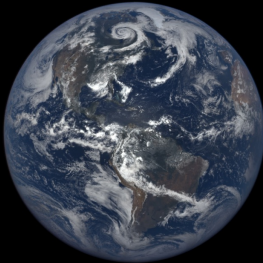
- metallische
- metallosilikatische
- silikatische
- hydrosilikatische
- wassereishaltige
- Eisplaneten
- Gasriesen

Klassifizierung

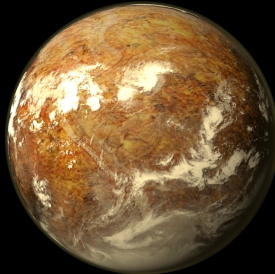
Benennung: Sternname + Kleinbuchstabe in der Reihenfolge der Entdeckung beginnend mit b

z.Z. 3557 Exoplaneten in 2668 Systemen bekannt (Stand 5. Januar 2017), allein 2016 wurden 1458 neue Planeten entdeckt

Proxima Centauri b

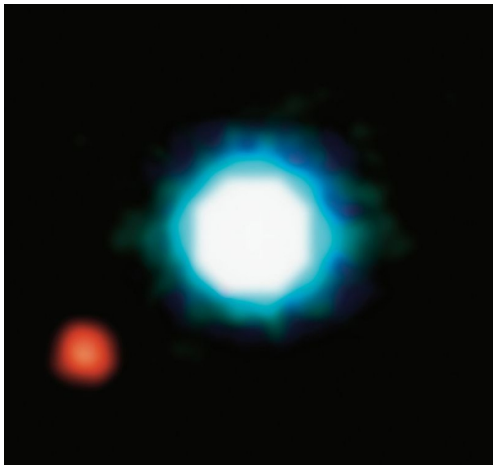


Earth



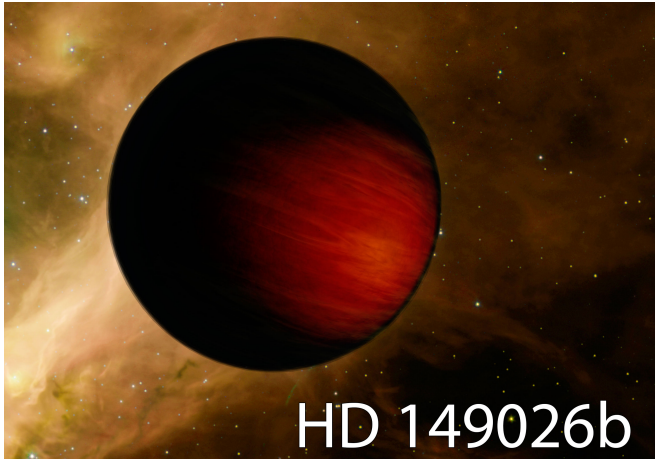
Proxima b
(artistic representation)

2M1207 b



Quelle: European Southern Observatory, VLT

HD 149026 b



HD 149026b

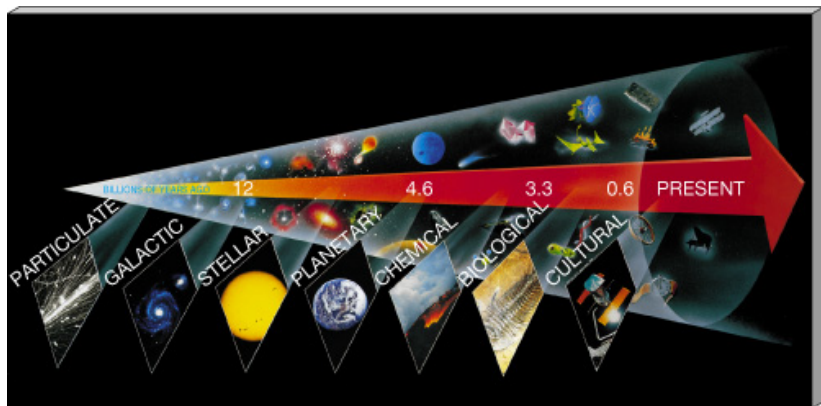
Quelle: NASA

Was ist Leben?

lebende Organismen ...

- ...reagieren auf ihre Umwelt
- ...wachsen unter Aufnahme von Nahrung
- ...reproduzieren sich
- ...entwickeln sich weiter

Entwicklung des Lebens auf der Erde



Drake-Gleichung

aktuelle Zahl der technologischen intelligenten Zivilisationen in der Milchstraße

= Rate der Sternbildung durchschnittlich über die Lebensdauer der Galaxie

x Teil der Sterne mit einem Planetensystem

x Zahl der bewohnbaren Planeten pro Planetensystem

x Teil der bewohnbaren Planeten, auf denen Leben entsteht

x Teil der belebten Planeten, auf denen sich intelligentes Leben entwickelt

x Teil der Planeten mit intelligentem Leben, welche eine technologische Gesellschaft entwickeln

x durchschnittliche Lebensdauer einer technologischen Zivilisation

Rate der Sternbildung

~100 Milliarden Sterne in der Milchstraße

~10 Milliarden Jahre alt

→ 10 Sterne pro Jahr

Teil der Sterne mit Planetensystem

Folgerung aus dem Kondensationstheorem der Sternentstehung:
im Allgemeinen hat jeder Sterne ein Planetensystem

→ ~1

Zahl der bewohnbaren Planeten pro Planetensystem

habitable Zone: Abstand zum Stern, in der die Oberflächentemperatur zwischen Schmelz- und Siedepunkt des Wassers liegt

Überlegung: wie viele Sterne der einzelnen Typen in der Galaxie?
berechnen der Größe der habitablen Zone
eliminieren von Doppel-Stern-Systemen

$$\rightarrow \sim \frac{1}{10}$$

Teil bewohnbarer Planeten, auf denen Leben entsteht

bestimmte Anzahl an organischen Verbindungen, die tatsächlich zustande kommen

→ Leben ist unvermeidlich bei geeigneten Zutaten, passender Umwelt und genug Zeit

→ ~1

Teil der belebten Planeten, auf denen Intelligenz entsteht

aus der Evolution folgt die natürliche Auslese

→ Organismen, die sich profitabel anpassen können, entwickeln ein komplexes Verhalten

→ Vielfalt der Wahlmöglichkeiten

Annahme: in der Evolution ist Intelligenz unausweichlich

→ mindestens ein Organismus entwickelt Intelligenz

→ ~1

Teil der intelligent belebten Planeten, wo Technologie entsteht

die Wurzeln der menschlichen Zivilisation liegen an verschiedenen Orten auf der Erde

→ gute Chancen, dass sich zwangsläufig eine technologische Gesellschaft entwickelt, wenn intelligentes Leben mit ausreichend Zeit existiert

→ ~1

durchschnittliche Lebensdauer einer technologischen Zivilisation

unbekannt, da nur eine technologische Zivilisation bekannt ist
Menschheit existiert seit 100 Jahren in technologischer Form, Unwissen
über die Dauer

die ersten 6 Terme der Drake-Gleichung liefern:

$$10 \cdot 1 \cdot \frac{1}{10} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

⇒ Zahl der technologischen Zivilisationen im All = durchschnittliche
Lebensdauer

Suche nach Leben im All

Annahme: durchschnittliche Lebensdauer 1 Million Jahre

→ durchschnittliche Distanz zwischen Zivilisationen: 150 Lichtjahre

→ Kommunikation über elektromagnetische Wellen dauert 300 Jahre

passiv nach Signalen suchen

- Richtung? Sterne mit großer habitablen Zone
- Frequenz? "Water Hole"

Quellen

[1] Chaisson, Eric; McMillan, Steve: Astronomy Today. 3. Aufl. Upper Saddle River : Prentice-Hall, Inc., 1999

[2] Dvorak, Rudolf: Extrasolar Planets. 1. Aufl. Weinheim : WILEY-VH, 2008

[3] <https://de.wikipedia.org/wiki/Exoplanet>

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!