

Habitable Zone

- **Zone around a star where liquid water can exist on the surface of a terrestrial-like planet**
- **This zone depends on:**
 - the spectraltype , the mass , the age, of the star
 - the orbit of the planet
 - the mass, the composition, the atmosphere ,of the planet
 - the parameters of other planets in this system (mass, orbit, ...)

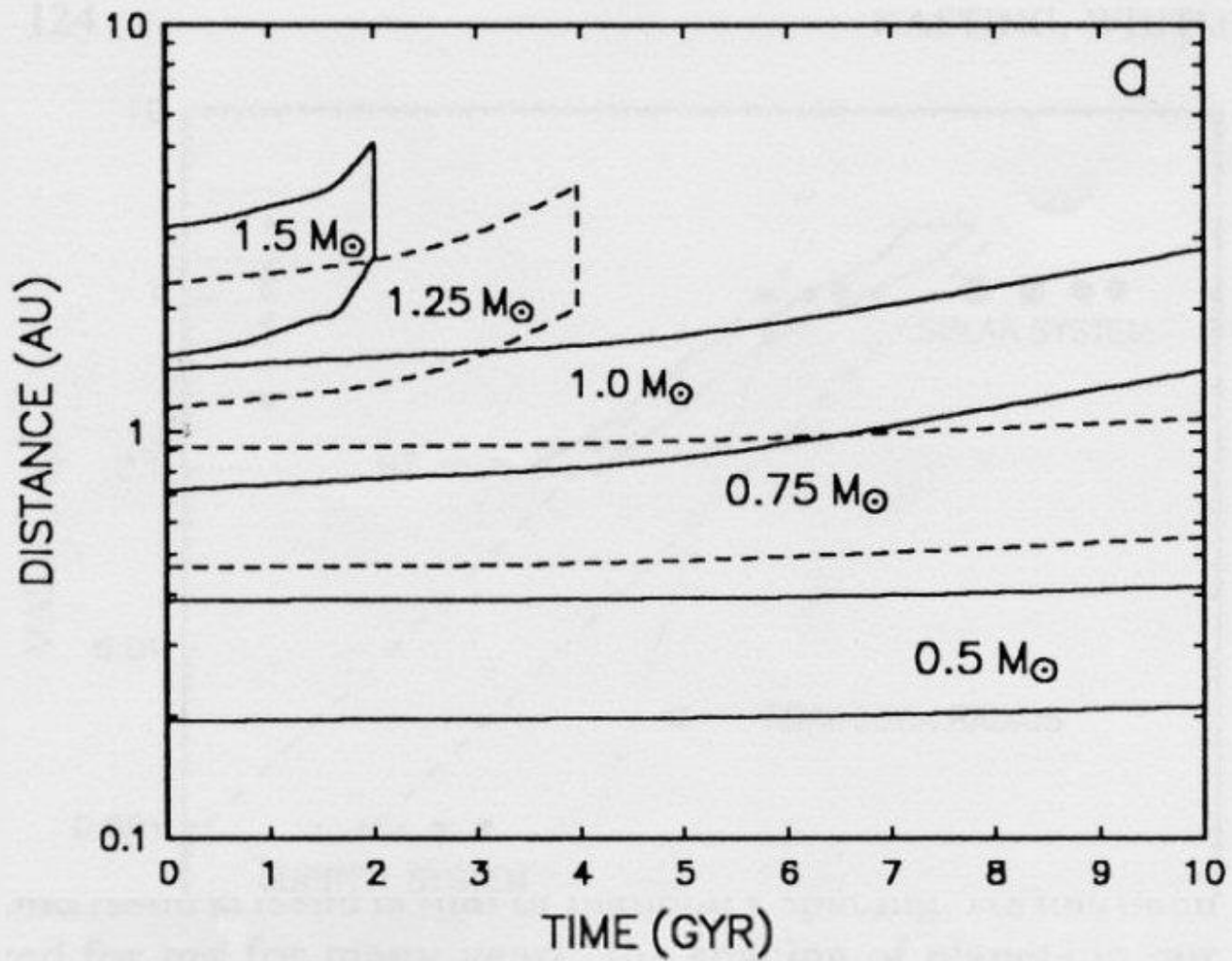
Literaturliste

- **Gilmour & Sephton:** An introduction to Astrobiology, Cambridge
- **Ward & Brownlee:** Rare Earth (Unsere einsame Erde); Springer
- **Goldsmith & Owen:** The Search of Life in the Universe, University science books
- **Ulmschneider:** Intelligence Life in the Universe; Springer
- **de Pater & Lissauer:** Planetary Sciences; Cambridge

Huang (1959, 1960)
führte den Begriff „habitable zone“

Dole (1964), Shklovski & Sagan (1966)
sprachen von „ecosphere“

Region um einen Stern, wo sich auf
einem Planeten Leben entwickeln
kann.



Ref: Kasting, J.F., Whitmire, D.P., Reynolds, R.T.: Habitable Zones around Main Sequence Stars, *Icarus*, 101, p. 108, 1993

Sonnenentwicklung

- Leuchtkraft der Sonne (L_{\odot}) nimmt zu:
- hatte zu Beginn 0.71 von L_{\odot}
- wird ca. $3L_{\odot}$ haben am Ende der Hauptreihenphase
- ca. $300L_{\odot}$ in der Roten Riesen Phase
- und wächst auf $6000 L_{\odot}$ an in der AGB Phase

Sonnenentwicklung:

- Iben 1967 u. 1974
- Newman & Rood 1977
- Gough 1981
- Iben & Renzine 1983
- Gilliland 1989

Änderung der Sonnenenergie

-> Änderung der effektiven Temp.

Habitable Zone (HZ) boundaries:

$$a = 1AU \left(\frac{L/L_{\odot}}{S_{eff}(T_{eff})} \right)^{1/2}$$

Underwood et al. (2003)

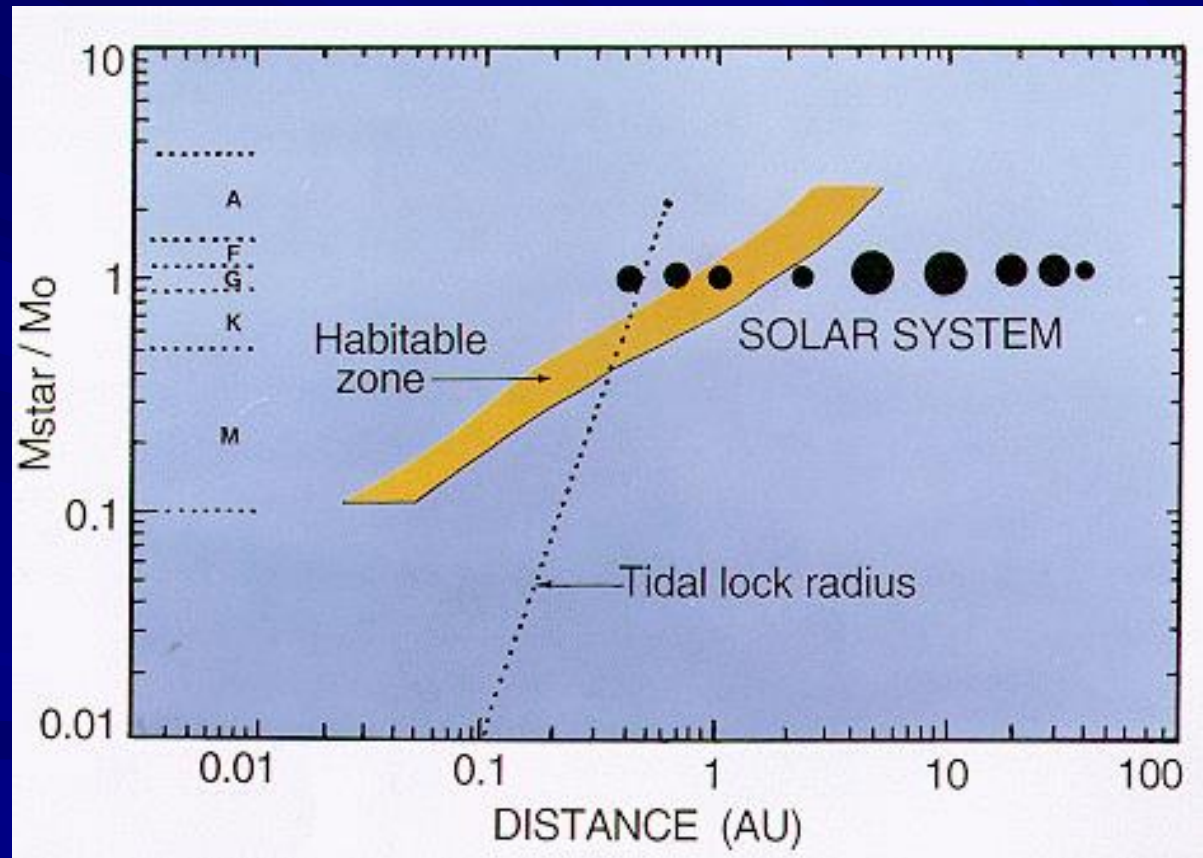
	a_I [AU]	a_O [AU]
G2	0.84	1.67
M0	0.24	0.47
F0	1.50	3.06

Kopparapu et al. (2013)

	a_I [AU]	a_O [AU]
G2	0.97	1.70
M0	0.21	0.40
F0	1.86	3.2

Size of the habitable zone

based on
the
definition
given by
Kasting et
al.
(1993).

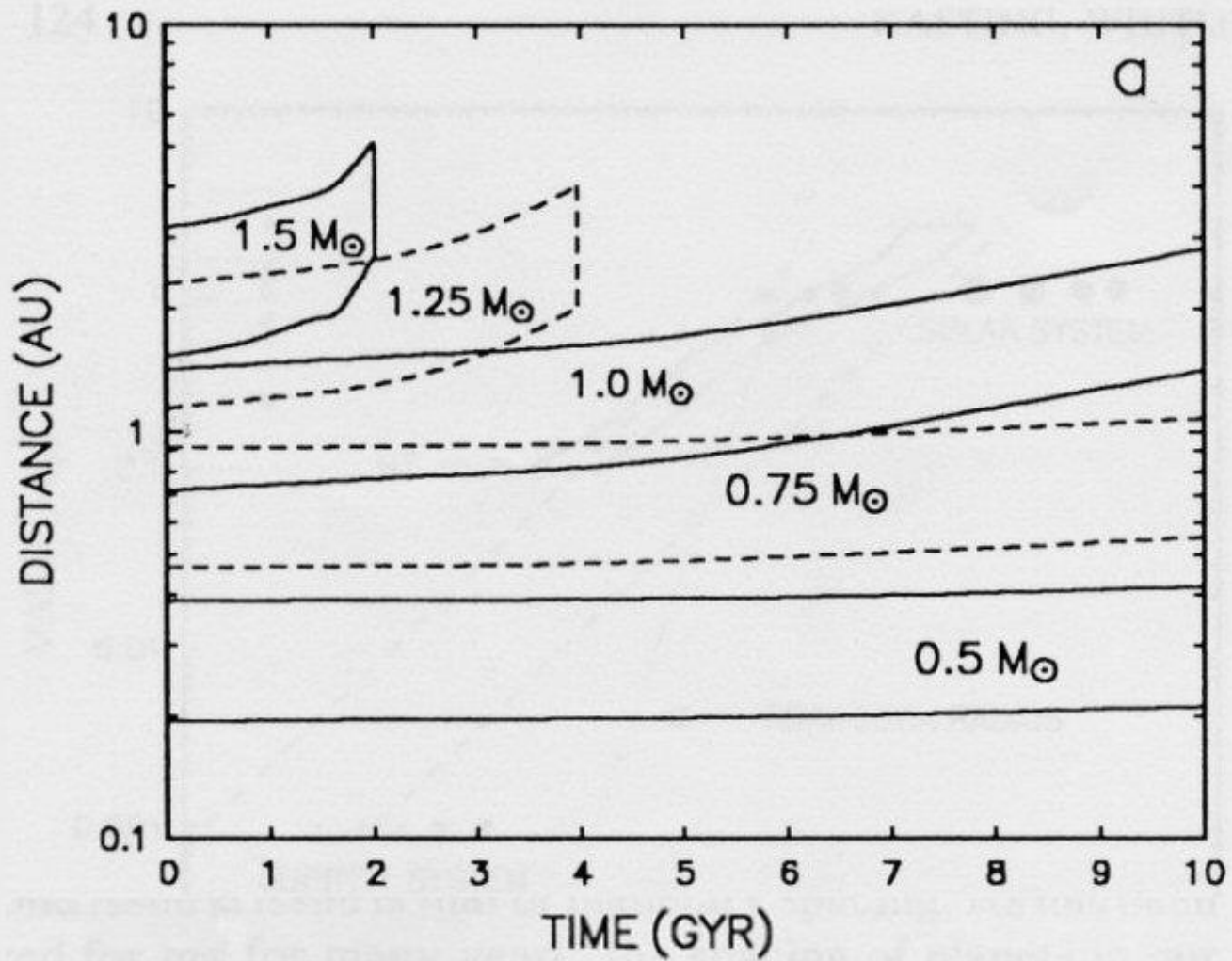


HZ im Sonnensystem (Kasting)

- **innere Grenze:**
- **0.95 AU** (Wasserdampf bildet sich in der Stratosphäre), bzw.
- **0.85 AU** (Temperaturanstieg infolge eines runaway greenhouse-Effekts)

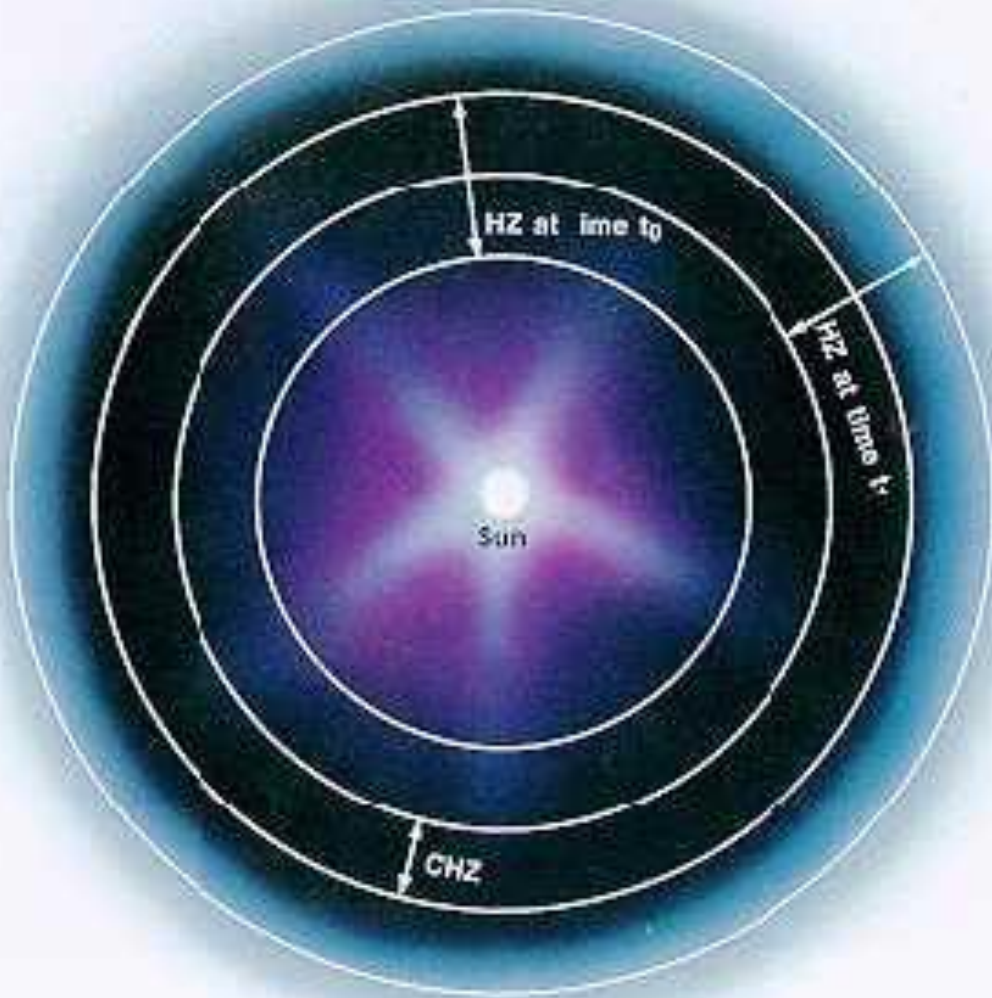
- **äußere Grenze bei 1.37 AU** (Bildung von CO₂-Wolken)

- **CHZ zwischen 0.95 und 1.15 AU**



Ref: Kasting, J.F., Whitmire, D.P., Reynolds, R.T.: Habitable Zones around Main Sequence Stars, *Icarus*, 101, p. 108, 1993

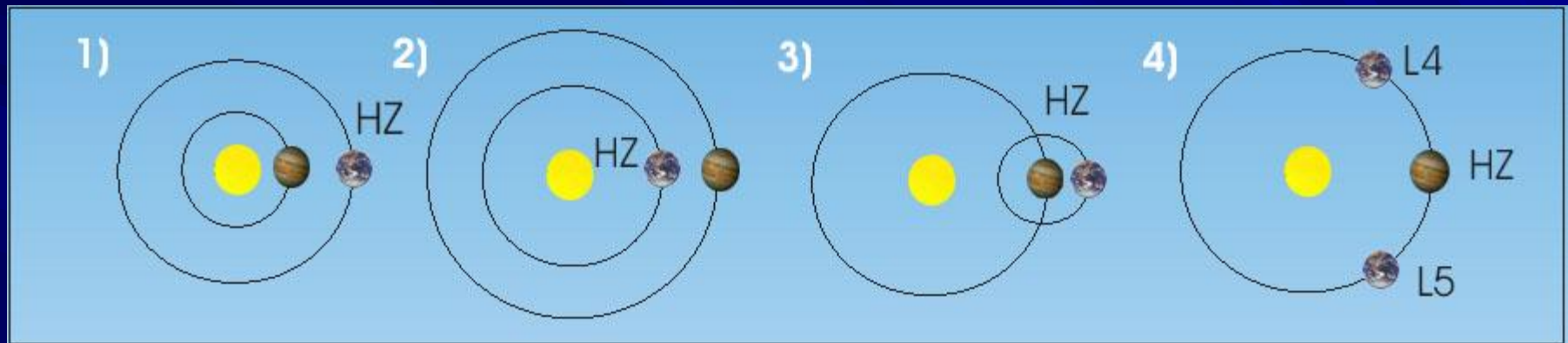
Habitable Zone & Star Evolution



**CHZ =
continuously
habitable zone**

**= Bereich der
über mehrere
Jahr Milliarden in
der HZ liegt
(Sternentwicklung!)**

Types of Habitable Zones:



(1) Hot-Jupiter type

(2) Solar system type

(3)+(4) giant planet type: habitable moon
or trojan planet