



**Exoplaneten und  
Welten in der  
Science Fiction**

**Ulf Fildebrandt**

# Ulf Fildebrandt

- ▶ **Geboren 1972**
- ▶ **Software-Architekt bei SAP**
- ▶ **Wohnhaft in Oftersheim (zwischen Mannheim und Heidelberg)**

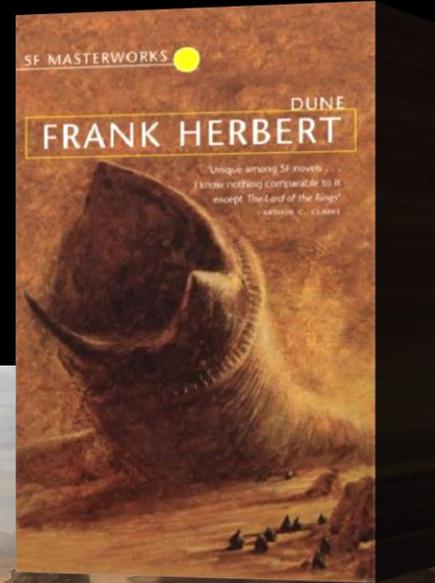


- ▶ **<http://www.ulf-fildebrandt.de>**
- ▶ **<https://www.facebook.com/UlfFildebrandtAutor/>**
- ▶ **Twitter: @fildebrandt**

**Ein paar Beispiele aus der SF ...**

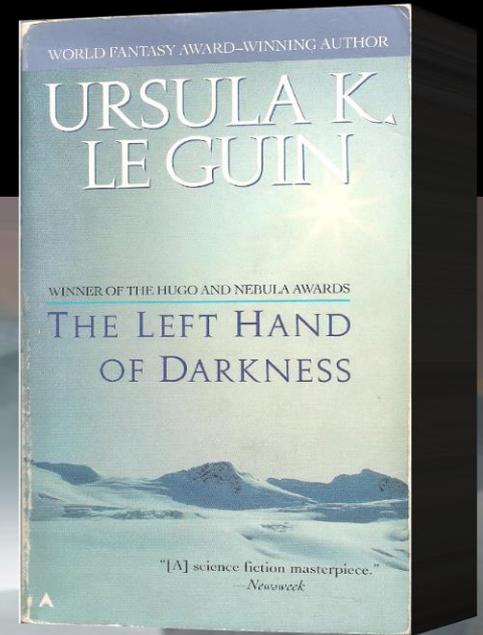
# Der Wüstenplanet *engl. Dune*

- ▶ Lebensfeindliche Wüsten
- ▶ Fremden sind an die Umfeld angepasst
- ▶ Religion spielt eine sehr große Rolle



# Winterplanet

*engl. Left Hand of Darkness*



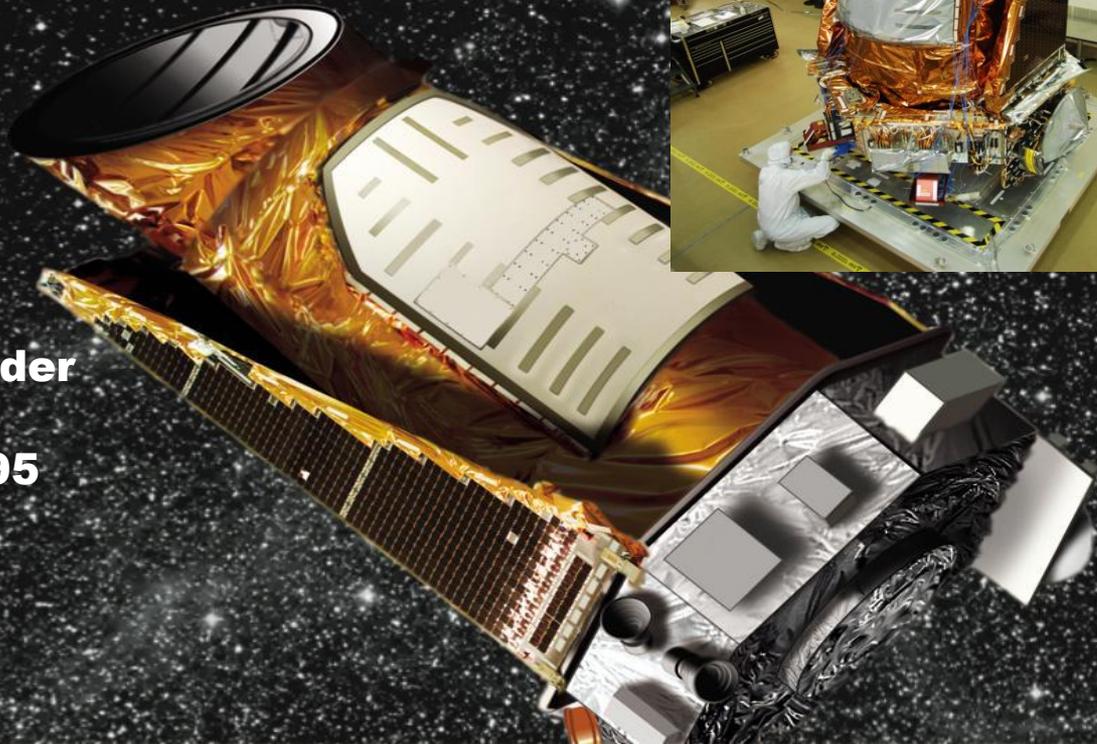
- ▶ **Kalte Welt**
- ▶ **Fremde Kultur mit „ambisexuellen“ Menschen**
- ▶ **Reise durch eine Eiswüste ist die große Herausforderung des Romans**



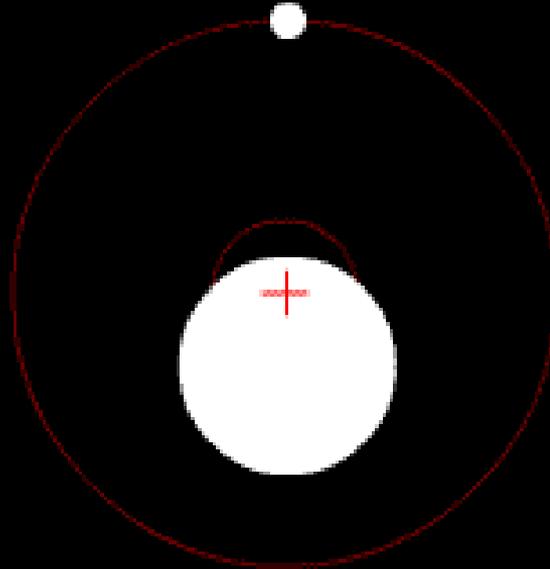


# Kepler Weltraumteleskop

- ▶ **Gestartet 2009**
- ▶ **2013 Probleme mit der Ausrichtung**
- ▶ **CCD Sensoren mit 95 Megapixel**
- ▶ **Arbeitet nach der Transitmethode**



# Radialgeschwindigkeitsmethode



# Transitmethode

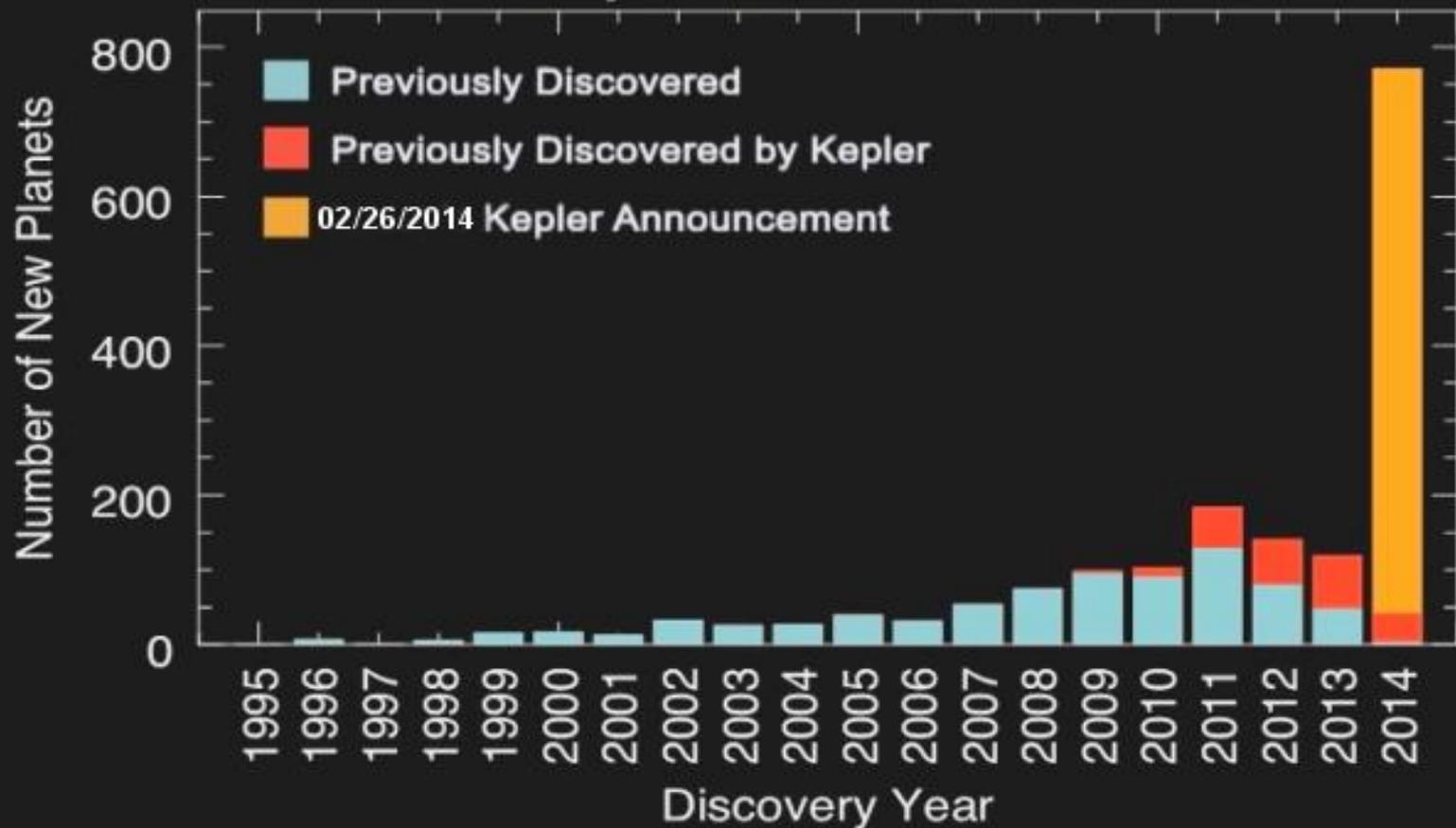


BRIGHTNESS



TIME IN HOURS

# Exoplanet Discoveries



# — TYPOLOGIE DER EXOPLANETEN —

Exoplaneten werden bislang nur nach ihrer Masse und Größe unterschieden

## Erdähnliche

bis 2 Erdmassen und  
1,2 Erdradien

21

## Supererden

bis 10 Erdmassen  
und 2,2 Erdradien

88

## Gasriesen

bis 4000 Erdmassen  
und 25 Erdradien

638

## Neptunähnliche

bis 17 Erdmassen  
und 6 Erdradien

116

### Der erdnächste Planet

Alpha Centauri Bb, Entfernung: 4,2 Lichtjahre

### Der kleinste Planet

Kepler-37b, Größe: 0,3 Erdradien

### Der jüngste Planet

2M 044144 b, Alter: 1 Million Jahr

### Der erste entdeckte Planet

51 Pegasi b, Entdeckung: 1995

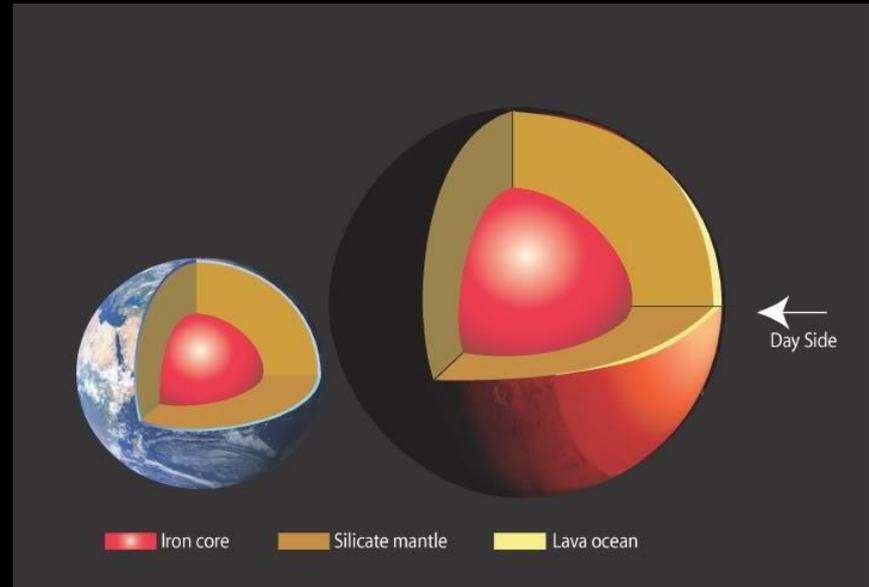
### Kürzeste Umlaufdauer um seinen Stern

KOI-55b, Umlaufdauer: 5,8 Stunden

**Was wäre, wenn der Planet riesig wäre ...**

# CoRoT 7b

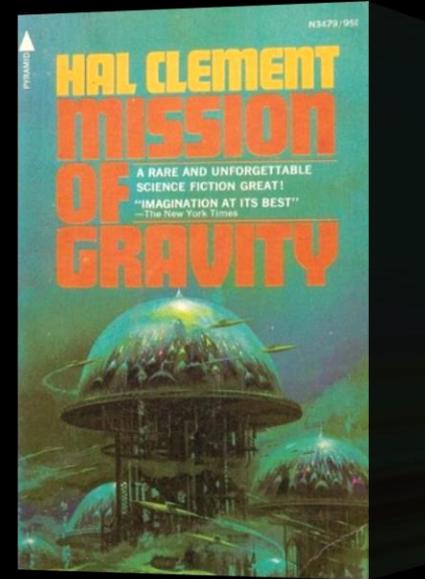
- ▶ **Durchmesser 22000 km, 4,8-fache Erdmasse = Supererde**
- ▶ **Umlaufbahn 2,55 Millionen km = 20 Stunden Umlaufzeit**
- ▶ **Natrium, Kalium, Siliziummonoxid und Sauerstoff, Magnesium, Aluminium, Kalzium und Eisen → kondensiert in höheren Schichten = „Kieselsteinregen“**



# Mission Schwerkraft

## *engl. Mission of Gravity*

- ▶ Mesklin rotiert sehr schnell: 17,75 Minuten für eine Umdrehung
- ▶ Mesklin besitzt eine Gravitation von 3g am Äquator
- ▶ Am Pol sind es 700 g (später korrigiert auf 250 g)
- ▶ Einheimische Lebensform: Meskliniten – Tausendfüßler-artige Lebewesen
- ▶ Plot: Sonde ist am Pol gelandet, aber kein Mensch kann dorthin



**Was wäre, wenn die Sonne riesig wäre ...**

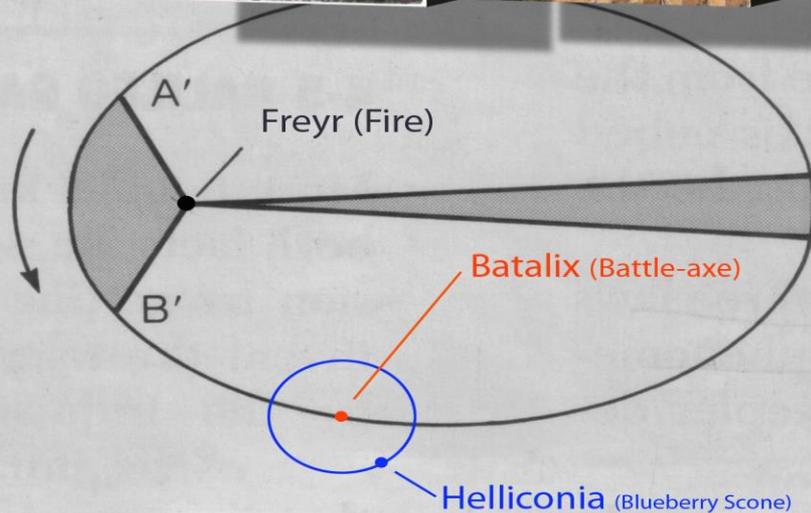
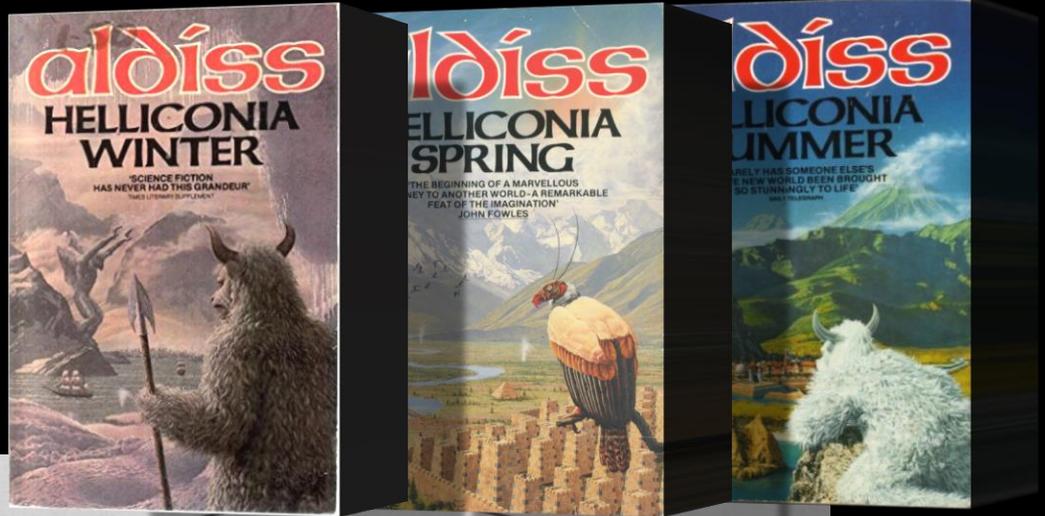
# Sonnen in der Galaxis

Spektralklasse	Effektive Temperatur	Leuchtkraft	Lebensdauer	Häufigkeit in Prozent	Bewohnbare Zone (AE)	Radius Gebundene Rotation (AE)
O6V	41000	$4,2 * 10^5$	$10^6$	$4 * 10^{-5}$	<b>450-900</b>	1,9
G5V (Sonne)	5800	1	$2 * 10^{10}$	9	0,7-1,4	0,6
M5V (Roter Zwerg)	3200	$1,1 * 10^{-3}$	$2 * 10^{11}$	72	0,07-0,15	0,4

- ▶ **Alle Planeten in der bewohnbaren Zone umkreisen die Sonne in sehr großem Abstand**
- ▶ **Sehr lange Umlaufzeiten**

# Helliconia

- ▶ **Phagor:** An die Kälte angepasst → **Großer Winter**
- ▶ **Menschen:** An die Wärme angepasst → **Großer Sommer**



**Was wäre, wenn die Sterne ganz anders wären ...**

# **Dimidium (*Pegasi 51b*)**

- ▶ **Erster gefundener Exoplanet um eine Sonne, die unserer gleicht: 1995**
- ▶ **Prototyp eines „Hot Jupiters“, Durchmesser des Jupiters, halbe Masse**
- ▶ **Umlaufdauer 4,23 Tage**
- ▶ **Oberflächentemperatur ca. 1255 K**
- ▶ **Spektroskopische Untersuchung der Atmosphäre im Jahr 2015**



# Pulsar Lich (*PSR B1257+12*)

- ▶ Pulsar mit Rotationsdauer von 6,219 Millisekunden
- ▶ Vier Exoplaneten: Draugr – a, Poltergeist – b (4,1 Erdmassen), Phobetor – c (3,814 Erdmassen)
- ▶ Entdeckt 1992
- ▶ Annahme: Bei der Explosion der Supernova sollten alle Planeten zerstört sein
  - ▶ Lich: Untoter aus D&D
  - ▶ Draugr: Untoter aus skandinavischer Mythologie
  - ▶ Phobetor: Traumgott griechischer Mythologie



**Was wäre, wenn der Exoplanet Wasser besitzt ...**

# Wasserwelten

- ▶ **Interstellar: Wasserwelt um ein schwarzes Loch**
- ▶ **Waterworld: Die Erde ist komplett von Wasser bedeckt**



# Gliese 1214b

- ▶ **Umlaufdauer: 38 Stunden**
- ▶ **Gleichgewichtstemperatur: 120 – 280 Grad Celcius**
- ▶ **Atmosphäre: Wasserdampf**
- ▶ **7 Erdmassen**
- ▶ **Entfernung: 42,2 ( $\pm$  3,0) Lichtjahre**



Earth



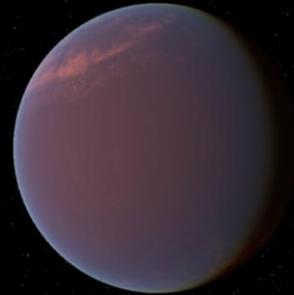
GJ 1214b



Neptune

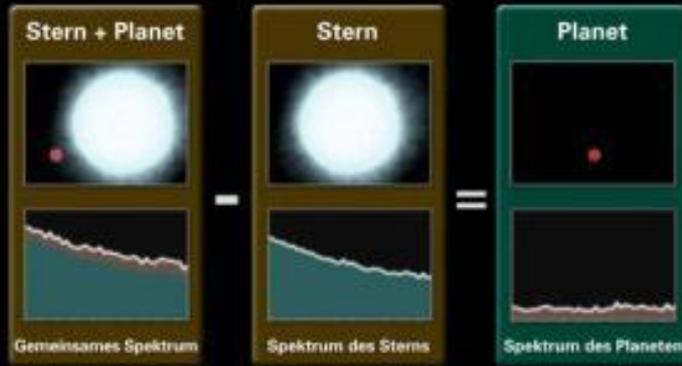


GJ 436b

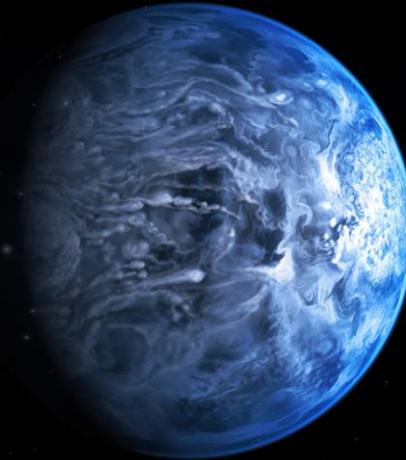


# HD 189733 b

- ▶ **Umlaufdauer: 2 Tage**
- ▶ **Oberflächentemperatur ca. 1000 Celsius**
- ▶ **Atmosphäre: Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Wasserdampf**
  - ▶ **Lichtreflexionen winziger Glaspartikel**
- ▶ **Ungefähr 1,15-fache Jupitergröße**
- ▶ **Entfernung: 63 Lichtjahre**



Extraktion des Spektrums eines Planeten



**Was wäre, wenn die Sonne ein Roter Zwerg wäre ...**

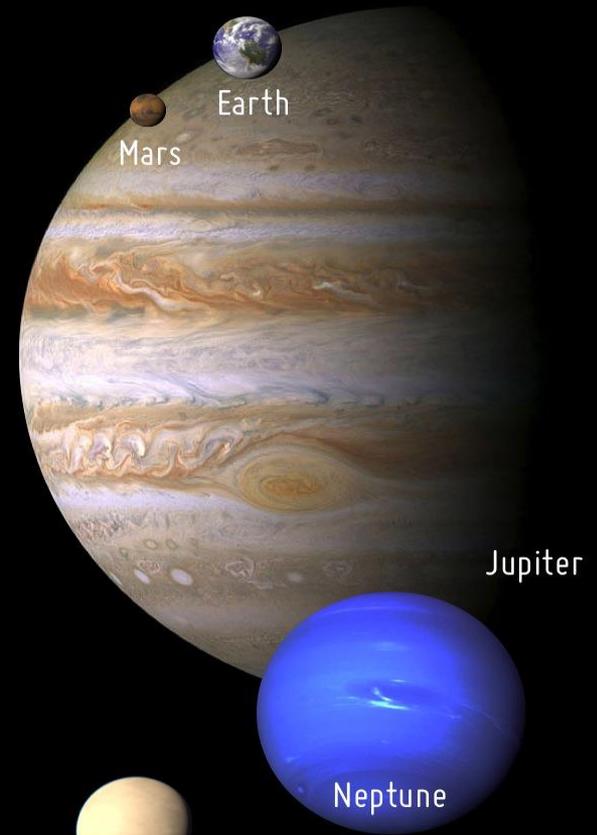
# Sonnen in der Galaxis

Spektralklasse	Effektive Temperatur	Leuchtkraft	Lebensdauer	Häufigkeit in Prozent	Bewohnbare Zone (AE)	Radius Gebundene Rotation (AE)
O6V	41000	$4,2 * 10^5$	$10^6$	$4 * 10^{-5}$	450-900	1,9
G5V (Sonne)	5800	1	$2 * 10^{10}$	9	0,7-1,4	0,6
M5V (Roter Zwerg)	3200	$1,1 * 10^{-3}$	$2 * 10^{11}$	72	0,07-0,15	0,4

- **Alle Planeten in der bewohnbaren Zone eines Roten Zwergs umkreisen deren Sonne in gebundener Rotation (0,4 > 0,07-0,15)**

# Current Potentially Habitable Exoplanets

Ranked in Order of Similarity to Earth

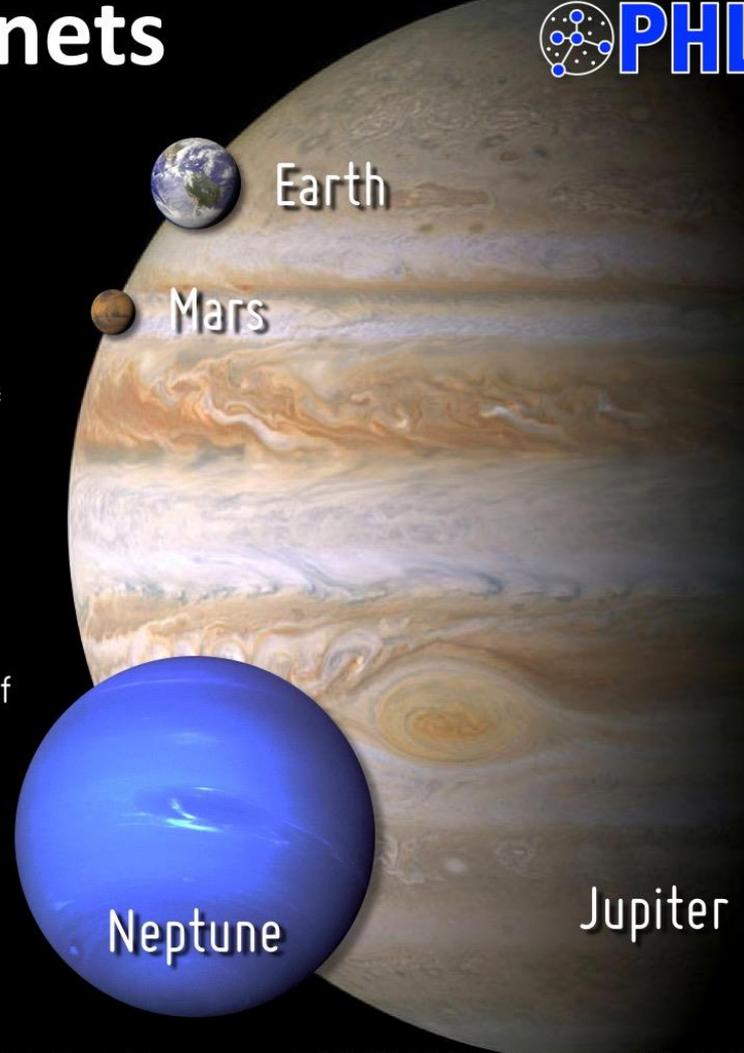


\*planet candidates

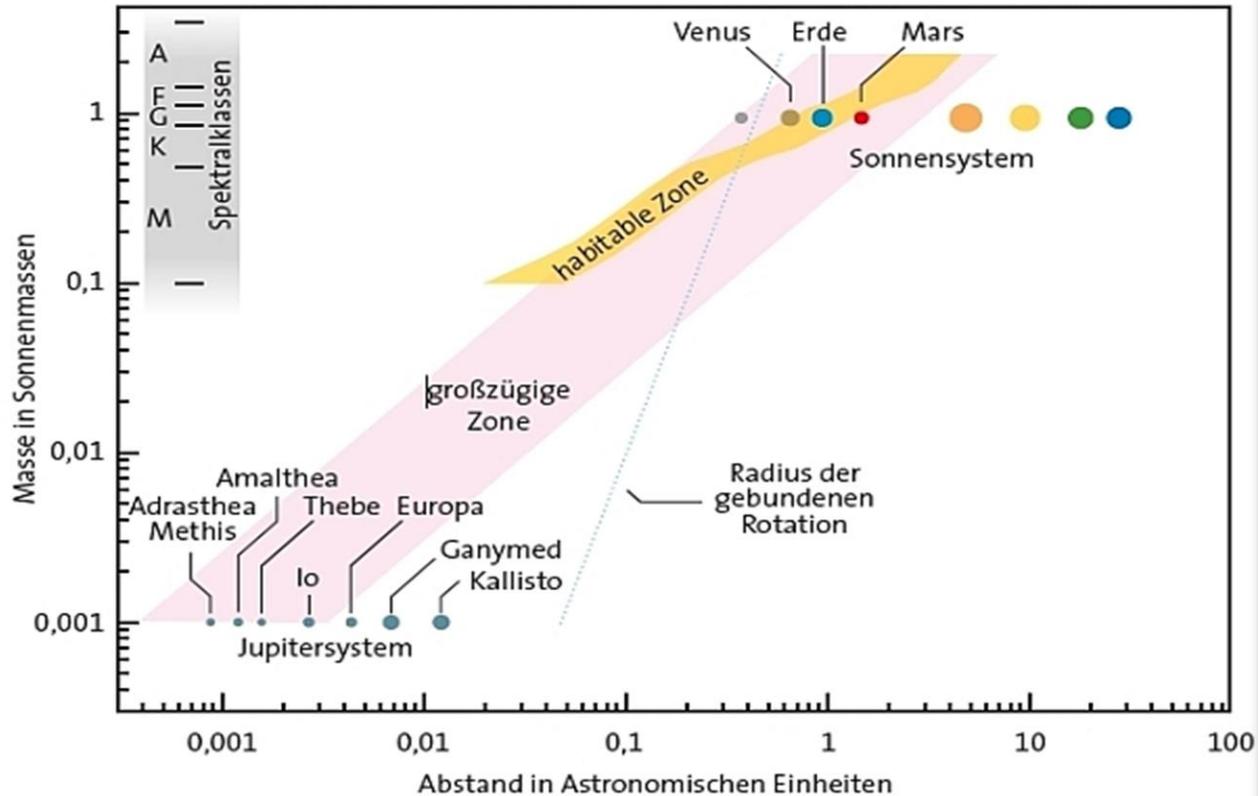
CREDIT: PHL @ UPR Arcibo  
([phl.upr.edu](http://phl.upr.edu)) April 17, 2014

# Potentially Habitable Exoplanets

Ranked by Distance from Earth (light years)



# Habitable Zone vs. Gebundene Rotation



# Grauwacht

- ▶ Ein Tag auf Bisola dauert ein Menschenleben
- ▶ Menschen bevölkern die Nacht
- ▶ Sassek leben im Tageslicht





**Bewohnbare Welt mit  
gebundener Rotation am  
Beispiel von Gliese 667C**

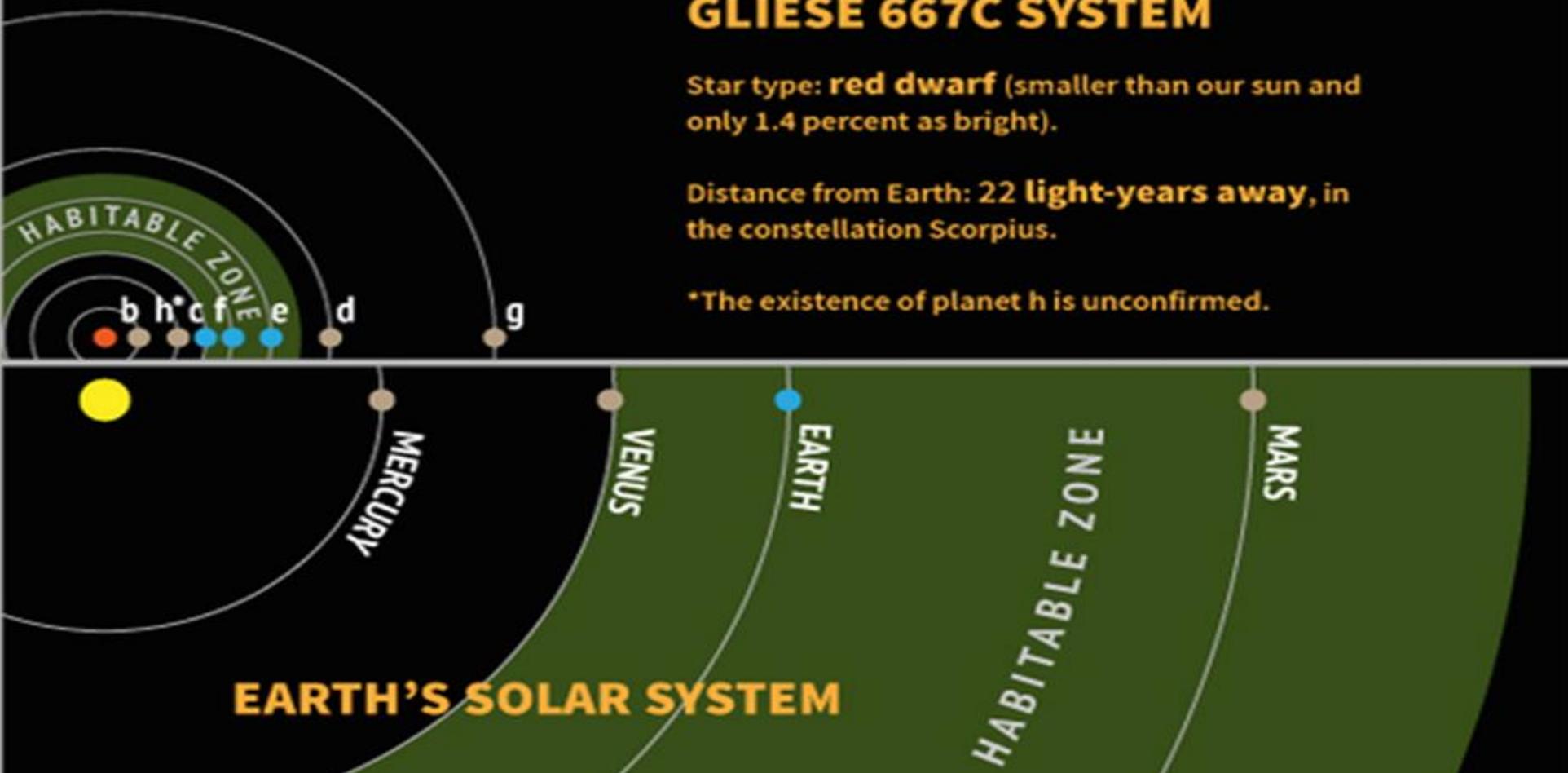
# Planetary Orbits Shown To Scale

## GLIESE 667C SYSTEM

Star type: **red dwarf** (smaller than our sun and only 1.4 percent as bright).

Distance from Earth: **22 light-years away**, in the constellation Scorpius.

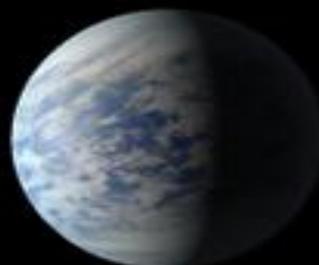
\*The existence of planet h is unconfirmed.



# Three Habitable Super-Earths of Gliese 667C

Gliese 667C is a well-studied star 22 light-years from Earth, one component of a triple-star system. At least six planets orbit the star, three of them within the habitable zone where liquid surface water can exist. These three planets are expected to be tidally locked, always showing the same face to their sun as they orbit.

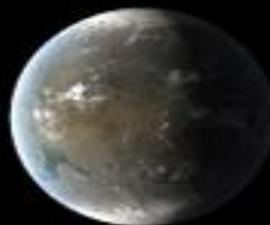
## Planets Shown To Scale



**Planet c**



**Planet f**



**Planet e**



**Earth**

**RADIUS (EARTH = 1)**

1.8

1.5

1.5

1

**LENGTH OF YEAR  
(EARTH DAYS)**

28 days

39 days

62 days

365.3

# Sunset of Gliese 667C



Earth

Gliese 667C c

Gliese 667C f

Gliese 667C e

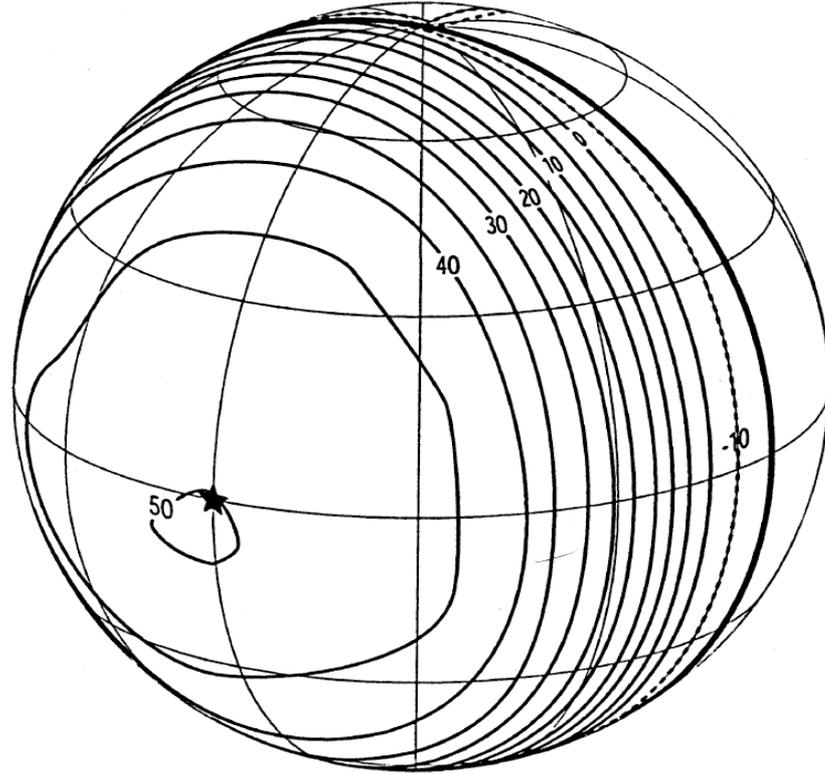
# Wind auf einer Welt mit gebundener Rotation



<https://www.youtube.com/watch?v=QLIRsvR7F78>

# Temperaturverteilung

► Druck: 1 bar



# Dunkelwärts

- ▶ Tag und Nacht herrschen immer an denselben Orten
- ▶ Sonne steht an derselben Position
- ▶ Menschen leben in der Zwiellichtszone

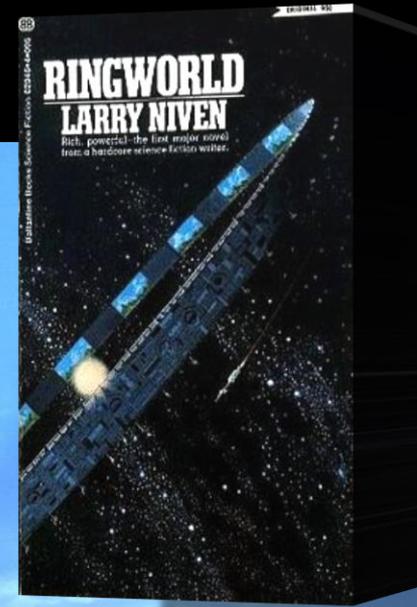


**Was wäre, wenn der Planet die Sonne umschließt ...**

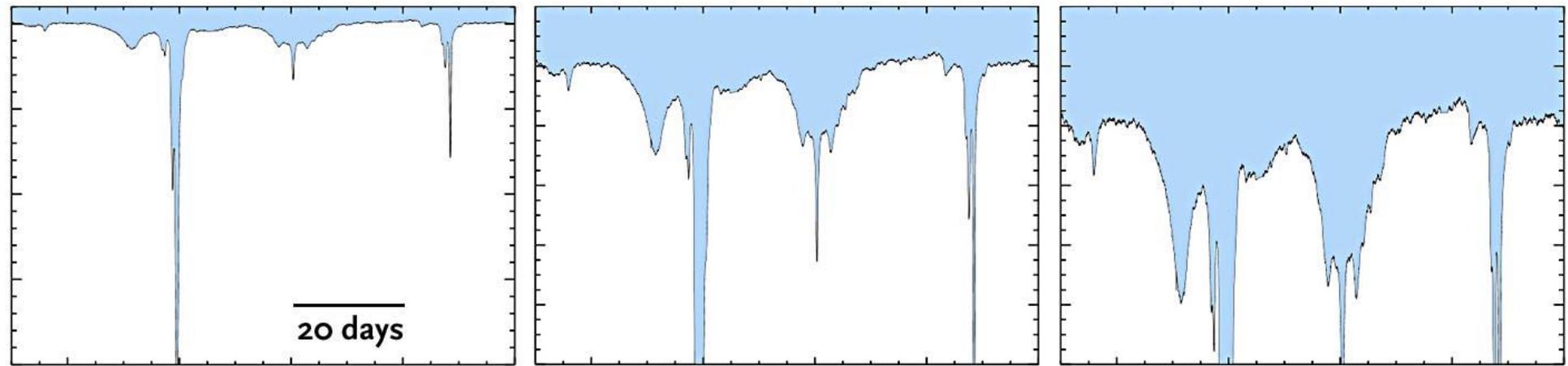
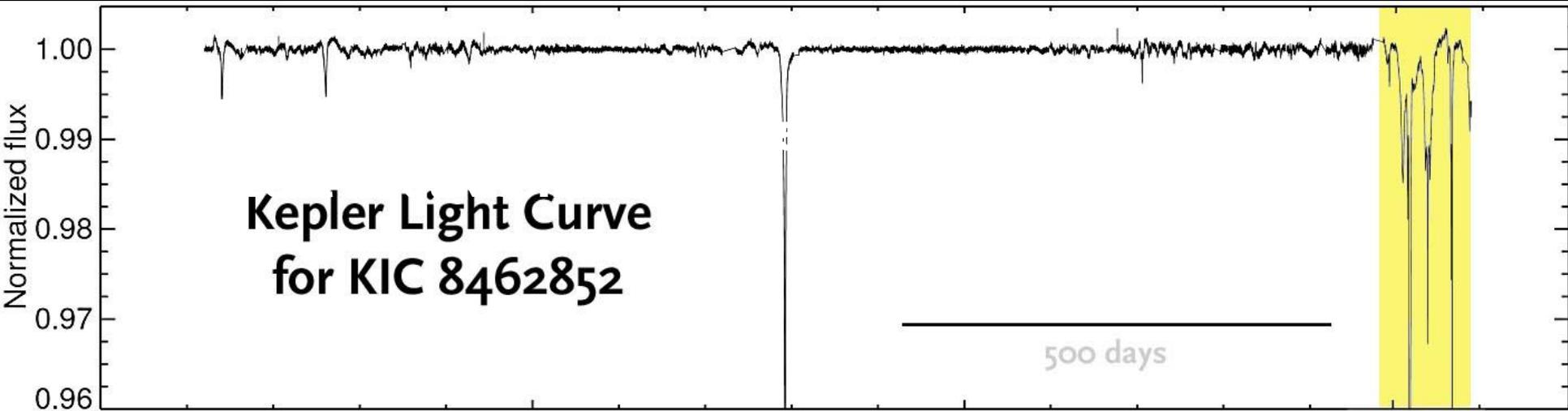
# Ringwelt

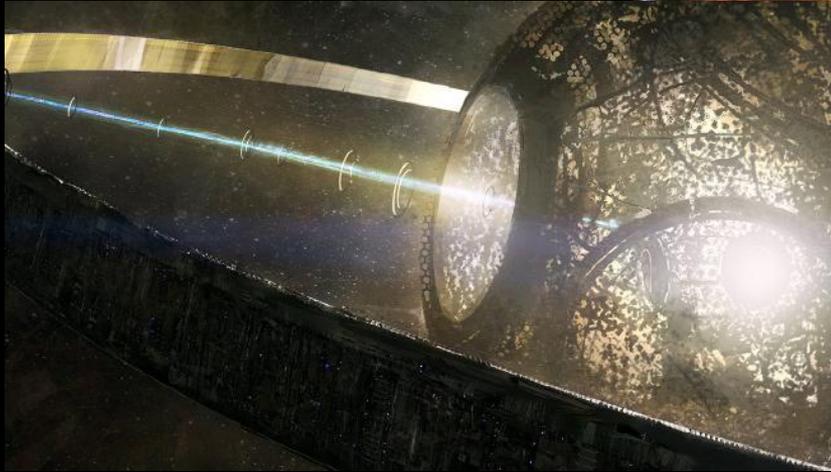
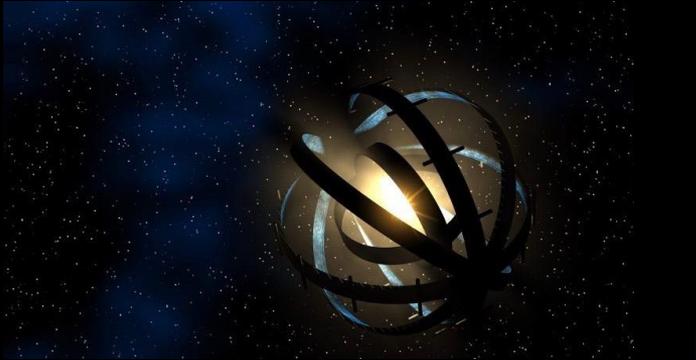
*engl. Ring World*

- ▶ Die Welt umgibt die Sonne wie ein Band



# KIC 8462852 – Tabby's Star





# Zusammenfassung

Mission of Gravity 1953

Dune 1963

Winterplanet 1969  
Ringwelt 1970

Helliconia 1981-85

Dunkelwärts 2014  
Grauwacht 2015

Dimidium

Lich

Draugr, Poltergeist, Phobetor

CoRoT 7b

Gliese 667Cc-e

KIC 8462852

# Ausblick – Exoplaneten

## **TESS (*Transiting Exoplanet Survey Satellite*)**

- ▶ **Start im Dezember 2017 durch SpaceX**
- ▶ **Geleitet vom MIT, mit gesponsert von Google**
- ▶ **4 x 16,8 Millionen Pixel CCD**



## **JWST (*James Webb Space Telescope*)**

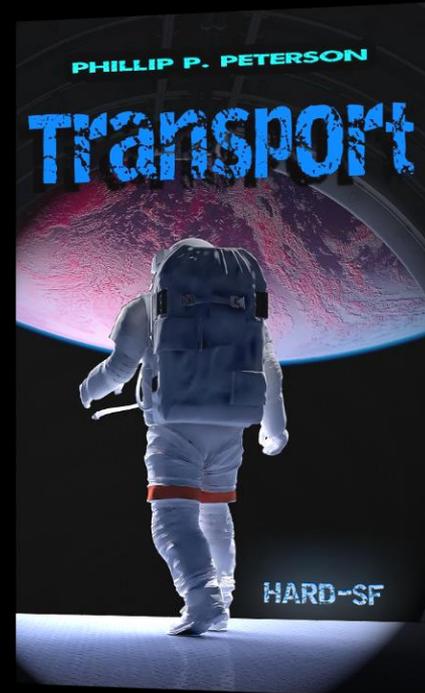
- ▶ **Start in 2018**
- ▶ **6,5 Meter Teleskop (Hubble 2,4 Meter)**
- ▶ **Infrarot-Astronomie**



# Ausblick – Science Fiction

## Transport

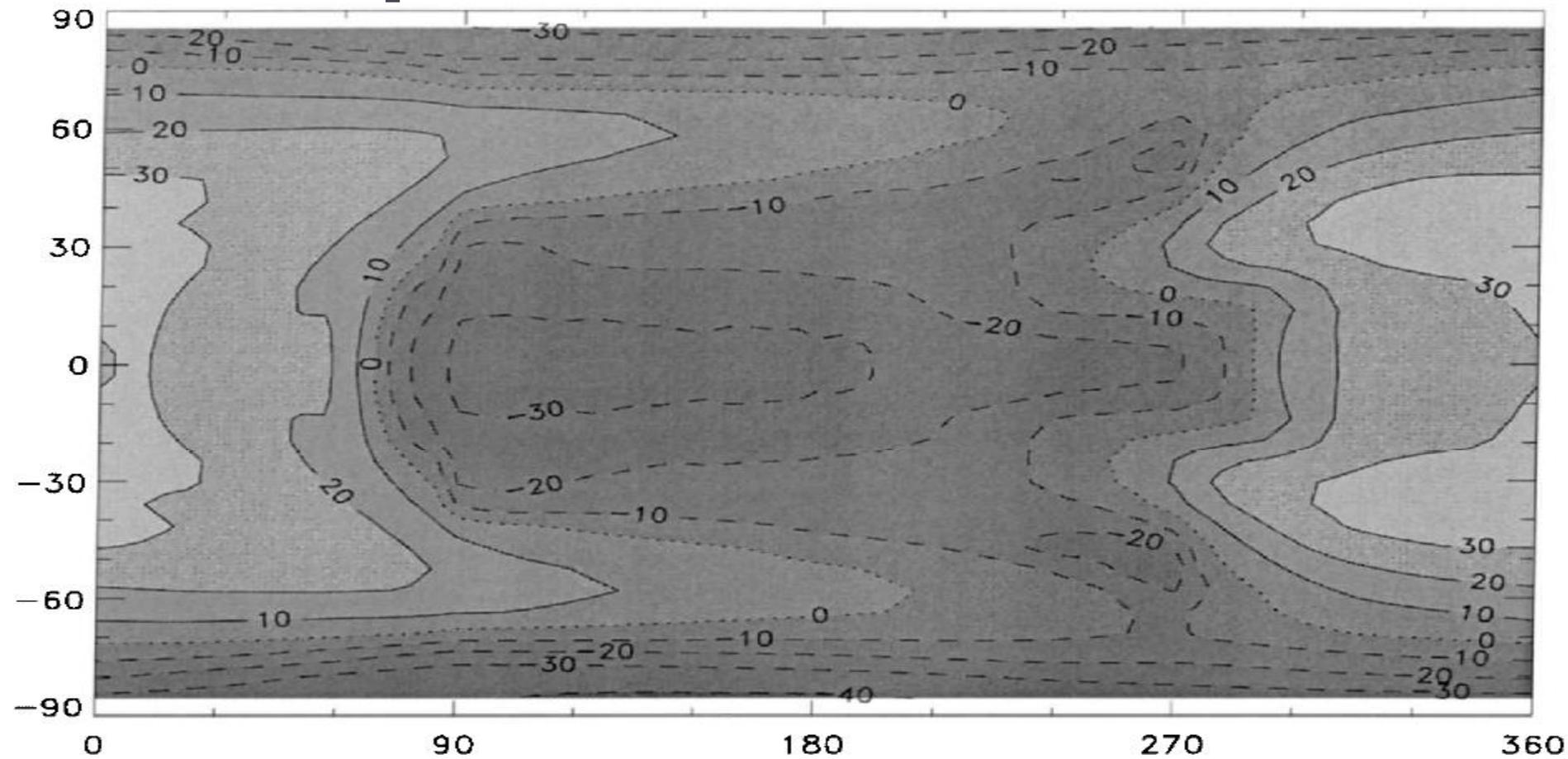
- ▶ **Kugelförmige Sphären werden auf der Erde gefunden**
- ▶ **Sie öffnen Verbindungen zu anderen Welten, lebensfeindlich, Monde oder erdähnlich**
- ▶ **Anklänge an Gateway, Frederik Pohl**



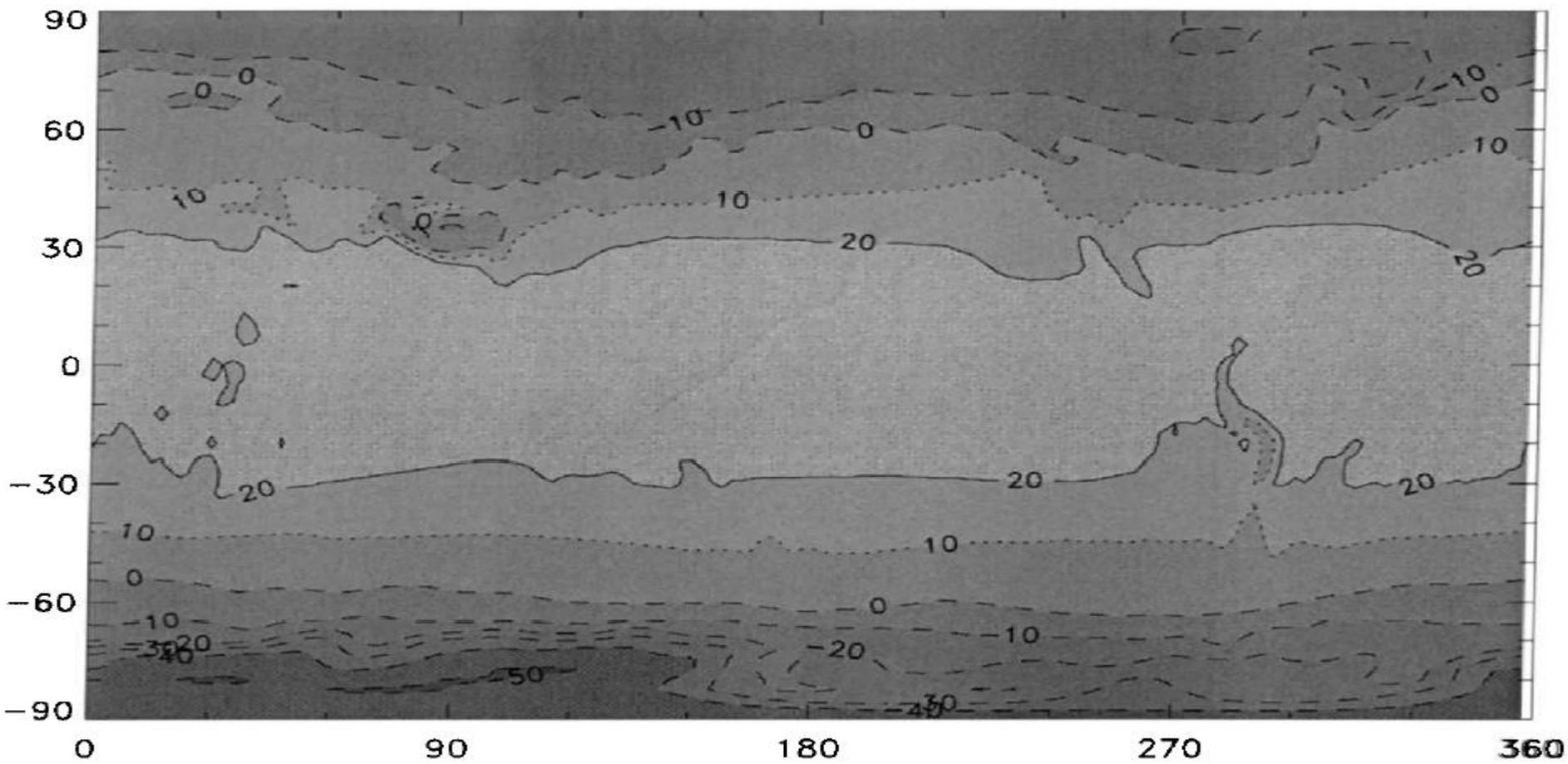


# Appendix

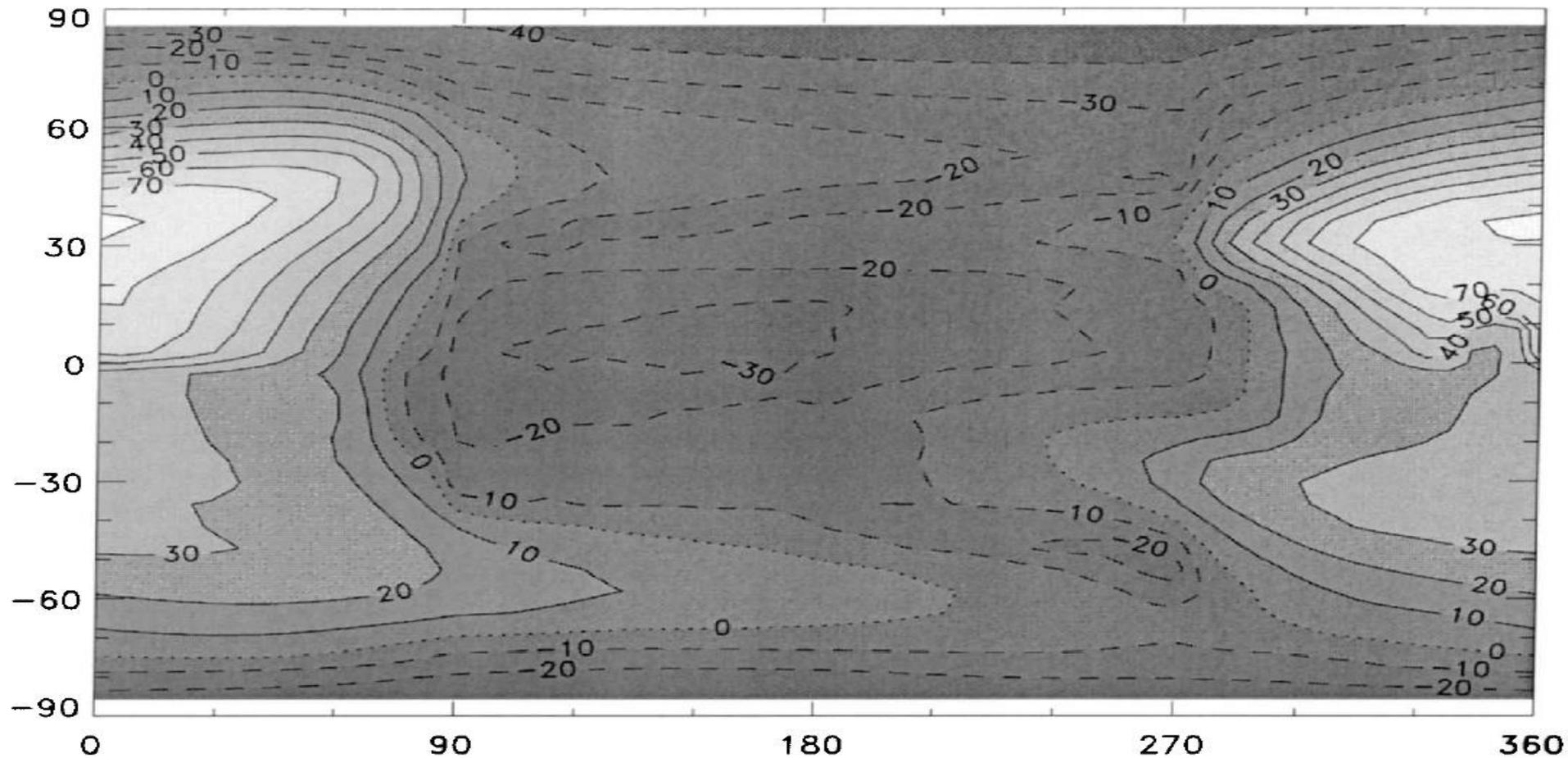
# Wasserplanet



# Erde



# Nordkontinent



# Nur Land

