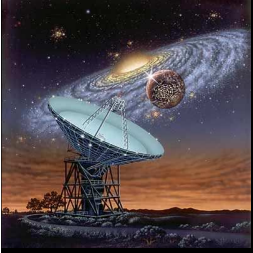


Die Suche nach Exoleben im Lauf der Geschichte

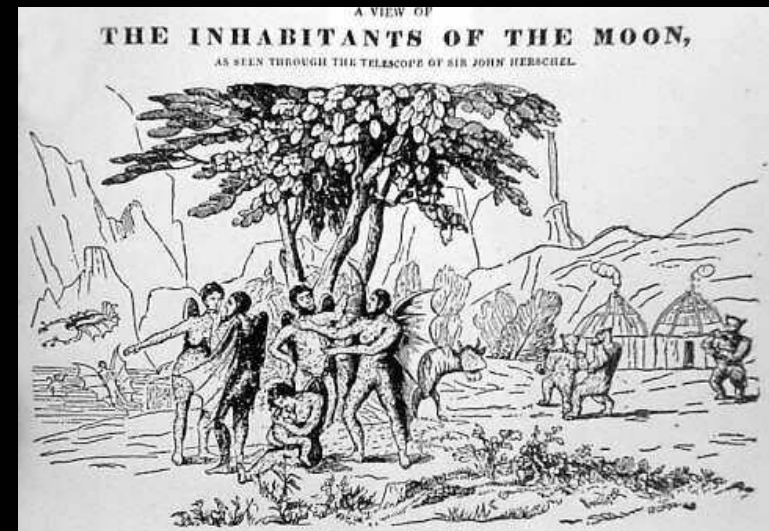


Bianca Zwirner

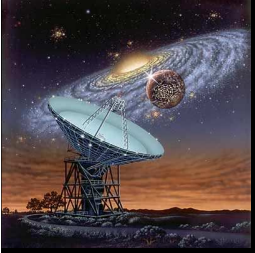


Historische Berichte

- Lukian von Samosata (um 120-180 n. Chr.) „Ἀληθεῖς Ἱστορίαι“ (Wahre Geschichten)
- 1634 Johannes Kepler (1571-1630), "Somnium" (Der Traum)
- 1686 Bernard le Bovier de Fontenelle, „Entretiens sur la pluralité des mondes“ (Unterhaltungen über die Vielzahl der Welten)
- 1835 „Great Moon Hoax“, in der „New York Sun“



Mondbewohner 1836, Quelle: Sky and Telescope, Oktober 1981



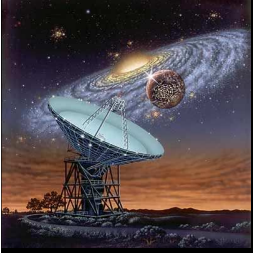
Entstehung von Leben auf der Erde

Chemische Evolution:

Entstehung organischer Molekülen aus
anorganischen Molekülen

Hadaikum (ca. 4,6 – 3,8 Milliarden Jahre)



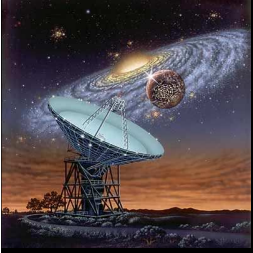


Entstehung von Leben auf der Erde

- ältesten Gesteine wurden in Kanada gefunden und sind ca. 4,2 Milliarden Jahre alt
- Zirkon: älteste bekannte Mineral



Zirkon, Thorfjord, Seiland, Alta, Norwegen,
Quelle:
<http://webmineral.com/specimens/picshow.php?id=2671&target=Zircon>



Entstehung von Leben auf der Erde

Theorie 1: Ursuppe

Oparin-Haldane-Theorie
(1920)

Miller-Urey Experiment
(1953)

Uratmosphäre:

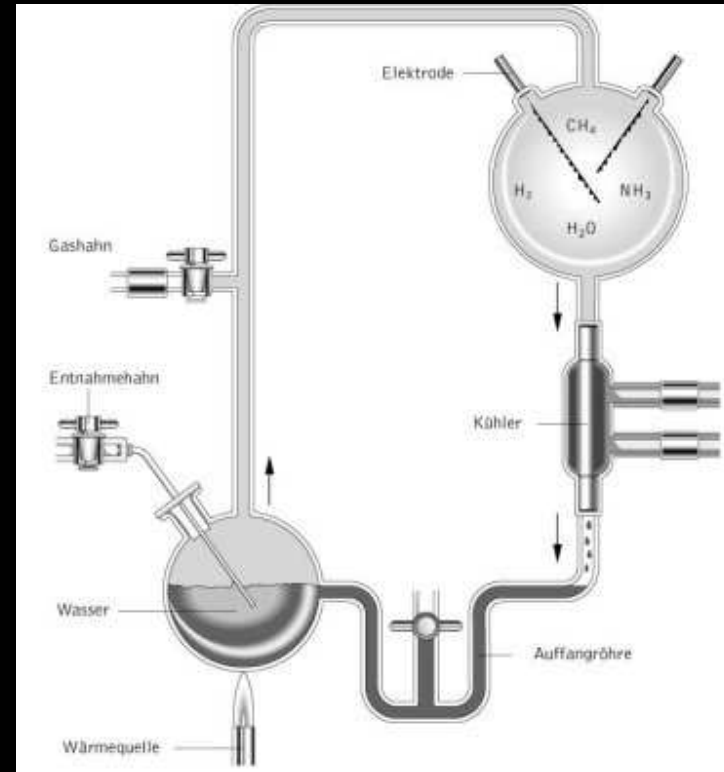
Wasserdampf/-stoff

Kohlenstoffoxide

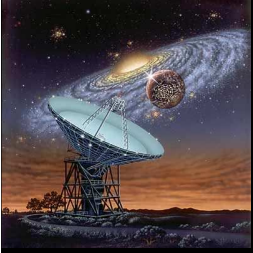
Stickstoff

Methan

Ammoniak



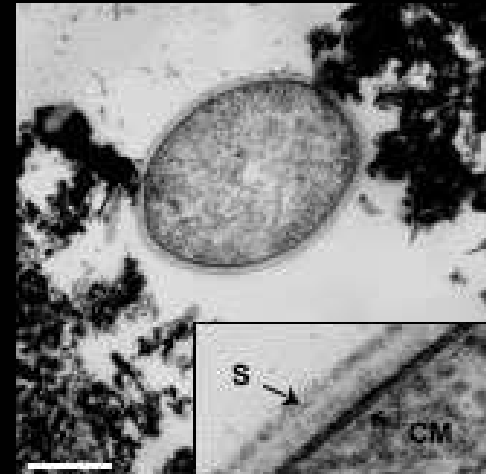
Versuchsaufbau Miller-Urey Experiment, Quelle: spektrumdirekt, 2007



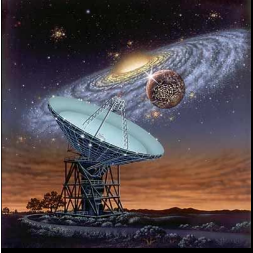
Entstehung von Leben auf der Erde

Theorie 2: Tiefsee

Eisen-Schwefel-Welt
nach Wächtershäuser
(1980):
Leben entstand auf der
Oberfläche von Eisen-
Schwefel-Mineralen



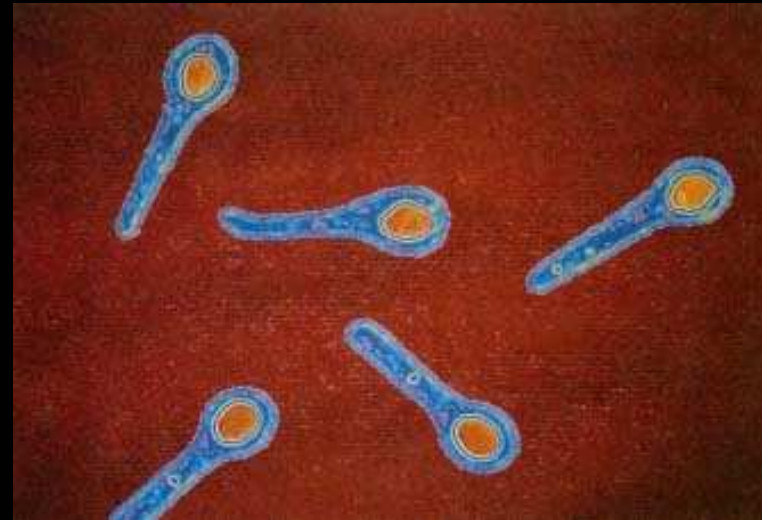
Strain 121, Quelle: Lovley et al., 2003



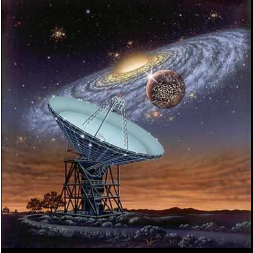
Entstehung von Leben auf der Erde

Theorie 3: All – Panspermie

1. Wie kommt das Leben ins All?
2. Überlebensfähigkeit im Weltraum
3. Überlebensfähigkeit beim Einschlag



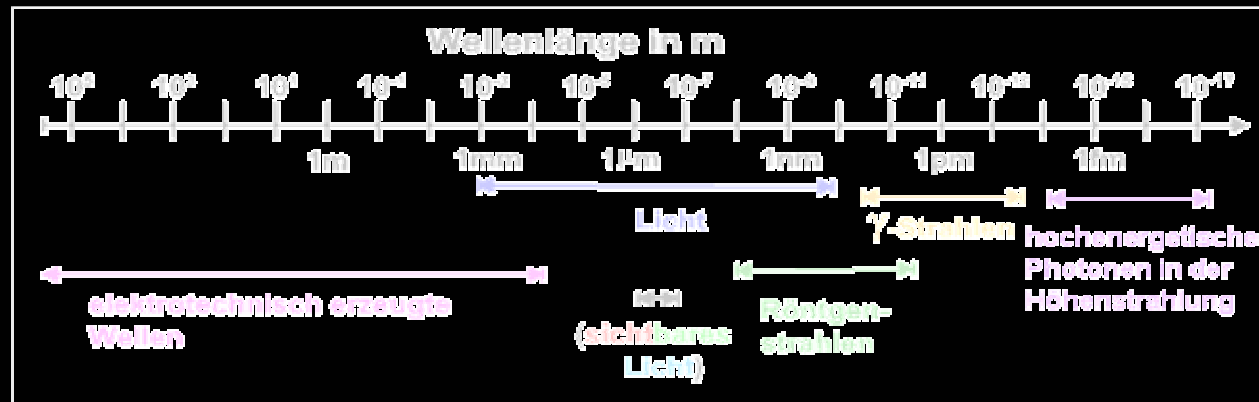
Clostridium tetani, Quelle:
http://www.humanillnesses.com/original/images/hdc_0001_0003_0_img0264.jpg



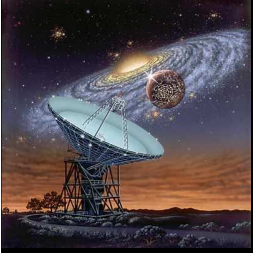
SETI – Search for Extraterrestrial Intelligence

1959: Giuseppe Cocconi und Philip Morrison:
Frequenzen zw. 1 und 10 GHz am besten für die
interstellare Kommunikation geeignet

1.42 GHz: langwellige Bereich der Wasserstofflinie



Elektromagnetisches Spektrum, Quelle:
http://www.physicsmasterclasses.org/erlangen/de/exp_welle/exp_welle_03.html



Radio- und optische Beobachtungen

1960 Project Ozma

Sterne Tau Ceti & Epsilon Eridani,
1,42GHz Frequenz

1985 Project Meta I

1985 Project „Big Ear“

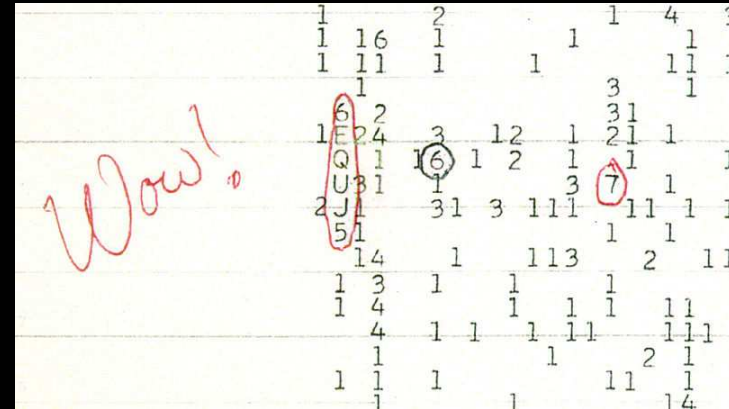
1992 NASA SETI

1995 Project Phoenix

1999 Project SETI@home

gesamte Rechenleistung: 700
TeraFlops - 2,3 Millionen Jahre
Rechenzeit

1990 Beginn des Optical SETI



WOW Computerausdruck, 1977. Quelle:

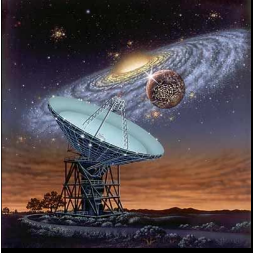
<http://www.seti.net/html/SETINet/Archive/RA19/WOW/wow.htm>

<http://www.seti.org/seti>

Davidson Keay, 1989, *E.T. Phone Earth*, Science Digest, No. 03, S. 24-33

Drake Frank, Sobel Dava, 1997, *Signale von anderen Welten. Mit dem NASA-SETI-Projekt auf der Suche nach fremden Intelligenzen*, Bechtermünz Verlag, Augsburg

Kayser Rainer, 1999, „SETI@home – Wer findet das erste außerirdische Signal?“ Star Observer, No. 11, S.12-29

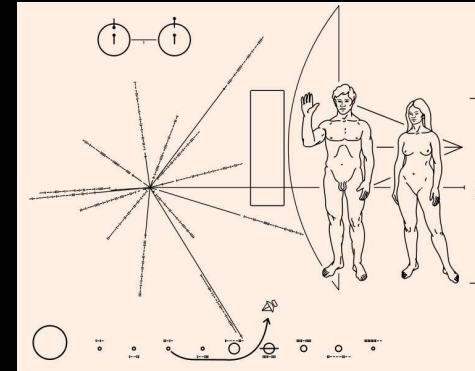


SETI – Signale der Erde

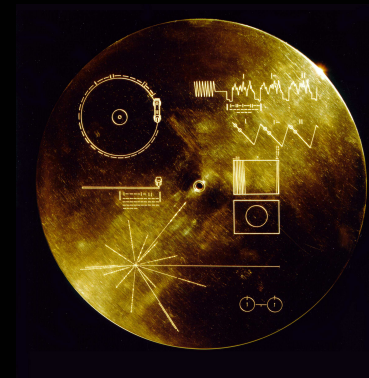
1974: Arecibo-
Botschaft

1972/73: Pioneer 10
und 11

1977: Voyager 1 und 2



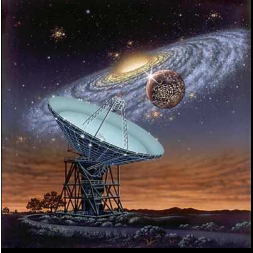
Pioneer Plankete, Quelle: NASA



Voyager Golden Record, Quelle: NASA

Drake Frank, Sobel Dava, 1997, *Signale von anderen Welten. Mit dem NASA-SETI-Projekt auf der Suche nach fremden Intelligenzen*, Bechtermünz Verlag, Augsburg

Fresle Franz, 1989, „Signale der Erde“, Bild der Wissenschaft, No. 9, S. 74-75



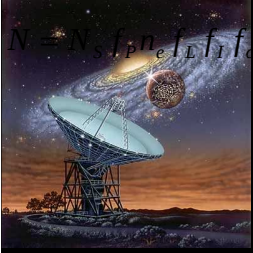
Kommunikation mit ETI - LINCOS

1960 von dem
Mathematiker Hans
Freudenthal
entwickelt
Übertragung besteht
aus:

1. Mathematik
2. Zeit
3. Verhalten
4. Masse, Raum und
Bewegung

Lincos	Bedeutung
. O .	$1 = 1$
.. O ..	$2 = 2$
... O ...	$3 = 3$
. OO ..	$1 < 2$
. OO ...	$1 < 3$
.. OO ...	$2 < 3$
.. OOO .	$2 > 1$
... OOO ..	$3 > 2$

Beispiel aus Kapitel 1.01.1 - 1.01.5, Quelle:
Hans Freudenthal. *Lincos*, S.46



Drake-Gleichung

1961 von Frank Drake entwickelt

$$N = N_S * f_P * n_e * f_L * f_i * f_C * (L/L_S)$$

N_S ...Anzahl an Sternen in der Galaxie, geeignet für Leben

f_P ...Anteil an Sternen mit Planetensystem

n_e ...Anzahl erdähnlicher Planeten

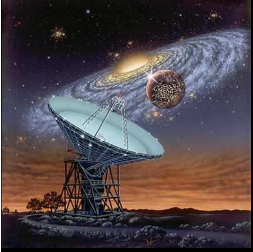
f_L ...Planeten auf denen Leben entstand

f_i ...Planeten auf denen intelligentes Leben entstand

f_C ...Zivilisationen die Radiokommunikation entwickelten

L ...Lebensdauer einer Zivilisation

L_S ...Zeitspanne in der sich erdähnliche Planeten und deren Sterne bildeten

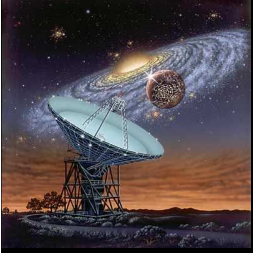


Drake-Gleichung

$$N = N_S * f_P * n_e * f_L * f_I * f_C * (L/L_S)$$

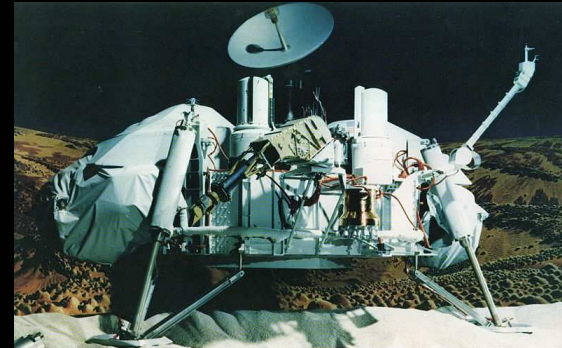
Author	N
Cameron (1963)	2×10^6
Sagan (1963)	1×10^6
Rood & Trefil (1981)	0.003
Goldsmith & Owen (1993)	1×10^6
Ulmschneider (2002)	4×10^3

Abschätzung von N (aus Ulmschneider, 2006 S. 261)



Viking

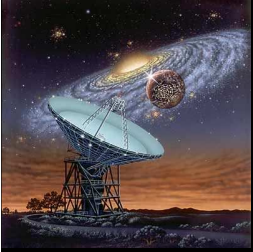
1968: Beginn der
Planung
20.07./ 3.09.1976:
Landung von Viking 1
und 2 auf dem Mars



Lander V1, Quelle: NASA

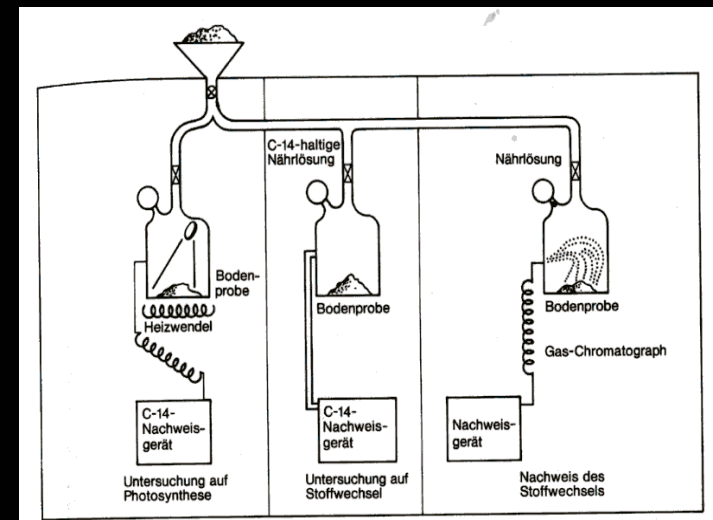


Orbiter V1, Quelle: NASA



Viking

- **Pyrolytic Release Experiment (PR):**
Suche nach Spuren von Photosynthese
- **Labeled Release Experiment (LR):**
Suche nach Spuren, die während des Stoffwechsels auftreten
- **Gas Exchange Experiment (GEX):**
basiert auf der Überlegung, dass Organismen die Zusammensetzung der Atmosphäre durch Stoffwechseltätigkeiten verändert



Schematische Darstellung der biologischen Experimente,
Quelle: <http://www.bernd-leitenberger.de/viking.shtml>

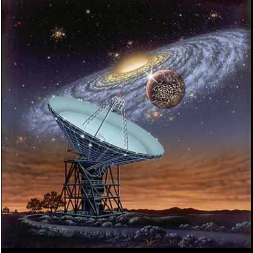
Atreya S. K. et al., 2006, "Oxidant Enhancement in Martian Dust Devils and Storms: Implications for Life and Habitability", *Astrobiology*, 6(3), 439-450

Horowitz N.H. et al., 1977, "Viking on Mars: The Carbon Assimilation Experiments", *Journal of Geophysical Research*, Vol. 82, No. 28, S. 4659-4662

Klein H. P., 1977, "The Viking Biological Investigation: General Aspects", *Journal of Geophysical Research*, Vol. 82, No. 28, S. 4677-4680

Levin Gilbert V. et al., 1977, "Recent Results from the Viking Labeled Release Experiment on Mars", *Journal of Geophysical Research*, Vol. 82, No. 28, S. 4663-4667

Oyama Vance I., et al., 1977, "The Viking Gas Exchange Experiment Results from Chryse and Utopia Surface Samples", *Journal of Geophysical Research*, Vol. 82, No. 28, S. 4669-4676

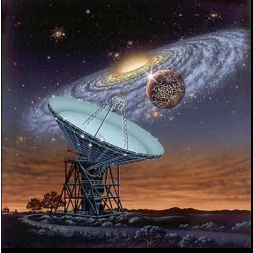


Marsmeteorit ALH 84001

1984 : im Allan-Hills-
Eisfeld in der
Antarktis gefunden
1993: als SNC-
Meteorit klassifiziert
Alter: 4,5 Milliarden
Jahre



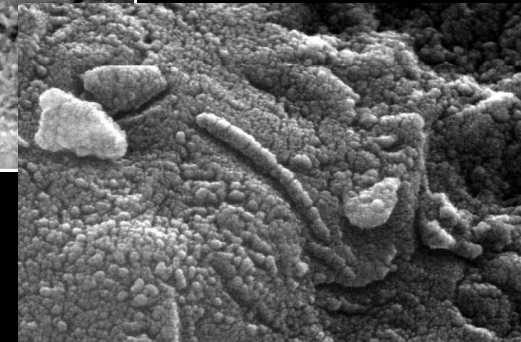
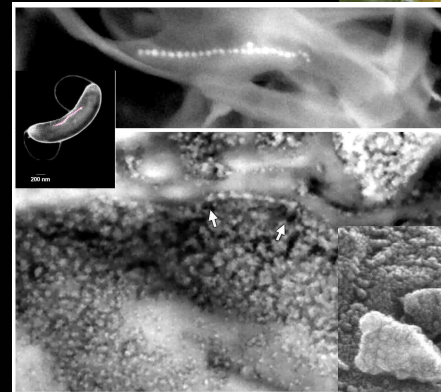
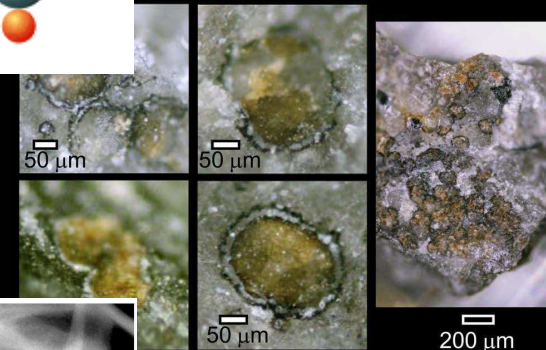
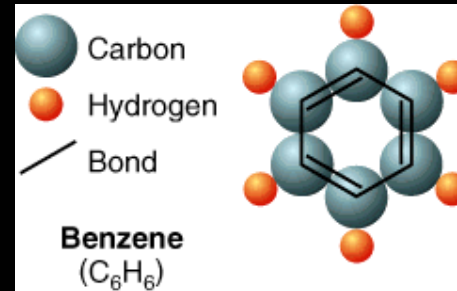
ALH84001, Quelle: NASA Mars Meteorite Compendium
2003

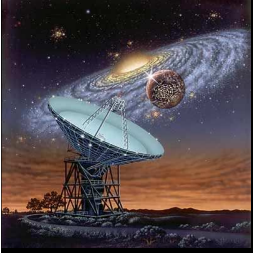


Marsmeteorit ALH 84001

Gesteinsstruktur

- Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe
- Carbonate
- Magnetische Kristalle
- Oberflächenstruktur der Carbonate





Exoplaneten

1989: HD 114762 b

$11.02 M_J$

Zentralstern: HD 114762

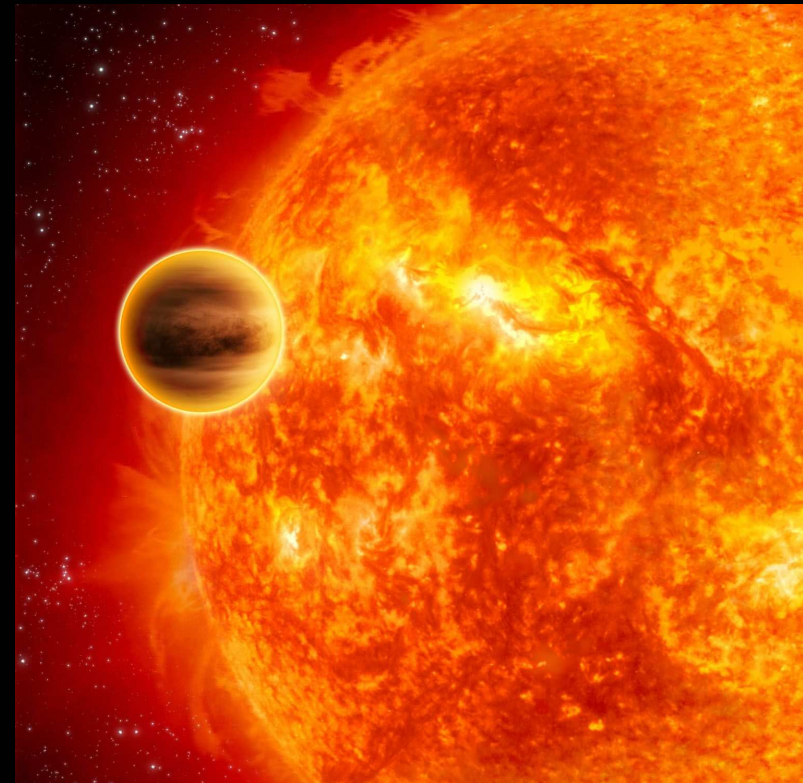
Entfernung: 39.46pc

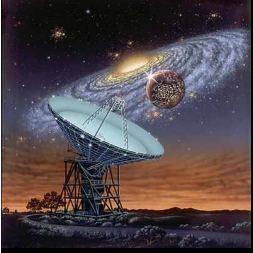
1995: 51 Peg b

$0.468 M_J$

Zentralstern: 51 Peg

Entfernung: 14.7pc





Literatur

- ALH84001. NASA Mars Meteorite Compendium 2003, URL: <http://www-curator.jsc.nasa.gov/antmet/mmc/84001.pdf>
- Dutil Yvan, 1999, „Nicht lauschen, lieber senden“, Star Observer, Spezial No. 3, S. 6
- Drake Frank, Sobel Dava, 1997, *Signale von anderen Welten. Mit dem NASA-SETI-Projekt auf der Suche nach fremden Intelligenzen*, Bechtermünz Verlag, Augsburg
- Evans David, „The Great Moon Hoax“, In: *Sky and Telescope*. September, 1981 (S.196-198); Oktober, 1981 (S. 308-311)
- Ezell Edward Clinton, Ezell Linda Neuman, 1978, „NASA SP-4212 On Mars: Exploration of the Red Planet. 1958-1978“
- Fassung der deutschen Übersetzung des *Somnium* von Ludwig Günther, Druck und Verlag von B. G. Teubner, Leipzig 1898
- Fresle Franz, 1989, „Signale der Erde“, Bild der Wissenschaft, No. 9, S. 74-75
- Freudenthal Hans, 1960, „Lincos: Design of a Language for Cosmic Intercourse“, North-Holland, Amsterdam
- Hart Michael H., Zuckerman Ben, 1982, „Extraterrestrials-Where are they?“, Pergamon Press, New York
- Horowitz N.H. et al., 1977, „Viking on Mars: The Carbon Assimilation Experiments“, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 82, No. 28, S. 4659-4662
- <http://www.seti.org/seti>
- Kayser Rainer, 1999, „SETI@home – Wer findet das erste außerirdische Signal?“ Star Observer, No. 11, S.12-29
- Levin Gilbert V. et al., 1977, „Recent Results from the Viking Label Release Experiment on Mars“, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 82, No. 28, S. 4663-4667
- McKay D. S. et al., 1996, „Search for past life on Mars: Possible relic biogenic activity in martian meteorite ALH 84001“, *Science*, Vol. 273, S. 924-930
- Oyama Vance I., et al., 1977, „The Viking Gas Exchange Experiment Results from Chryse and Utopia Surface Samples“, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 82, No. 28, S. 4669-4676
- Pudritz Ralph, Higgs Paul, Stone Jonathon, 2007, „Planetary Systems and the Origins of Life“, Cambridge University Press, Cambridge
- Soffen Gerald A., 1977, „The Viking Project“, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 82, No. 28, S.3959-3970
- Sagan Carl, 1985, „Cosmos“, Ballantine Books, New York
- Ulmschneider Peter, 2006, „Intelligent Life in the Universe“, Springer Verlag, Berlin, 2. Ausgabe
- Ward Peter, Brownlee Donald, 2000, „Rare Earth“, Springer-Verlag, New York