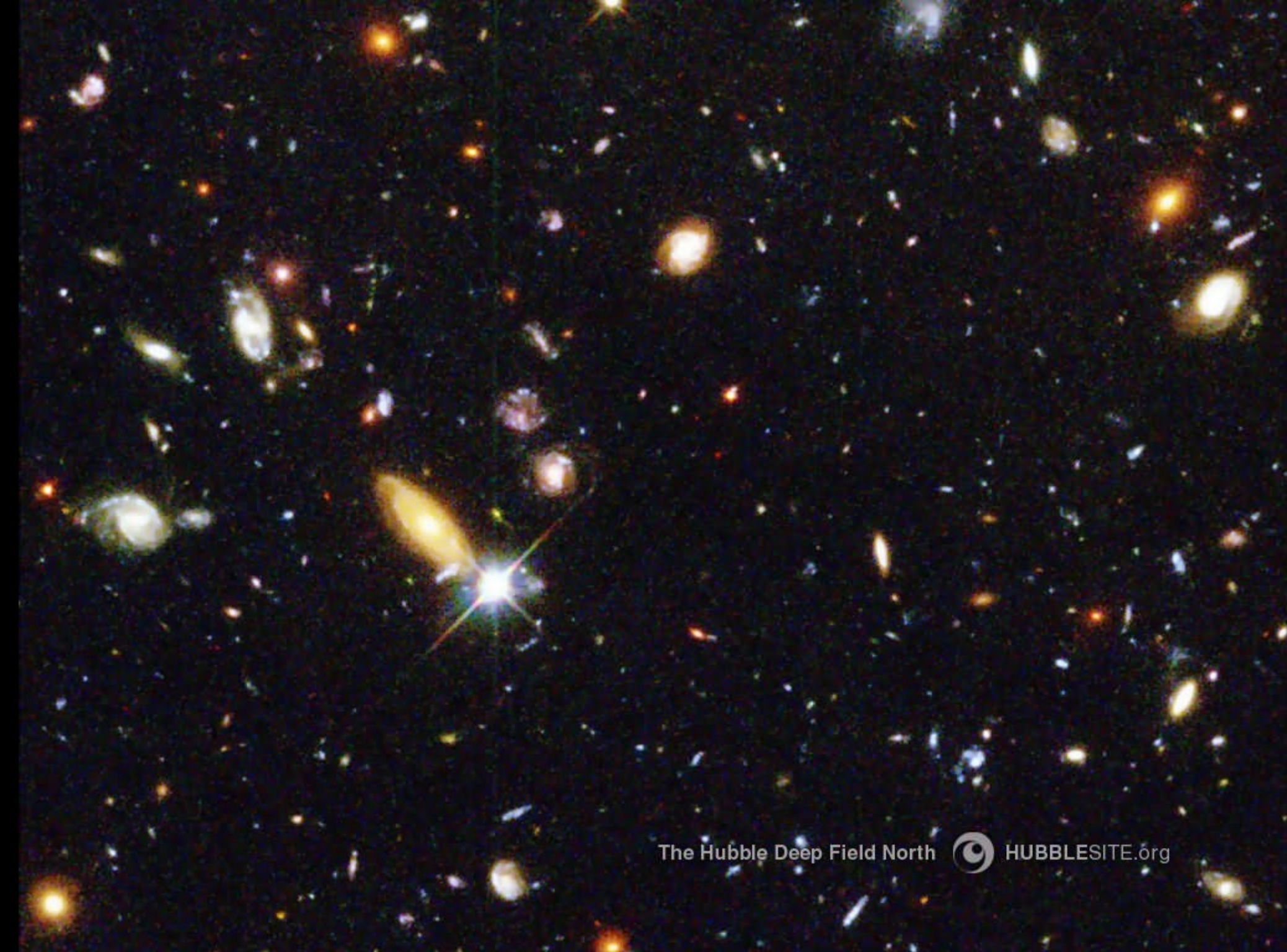



# Hubble Deep Field

Das Hubble Deep Field (mit eigener Homepage) ist ein Projekt, das einen 'typischen' Teil des Himmels möglichst weit in die Vergangenheit abbilden will,

- Querschnittsfläche: 1/30 des Vollmondes
- Galaxien bis zu einer Helligkeit 30m abgebildet
- „We are clearly seeing some of the galaxies as they were more than ten billion years ago, in the process of formation“
- „Wir sehen deutlich Galaxien, die mehr als 10 Milliarden Lichtjahre entfernt sind, bei ihrem Formationsprozess“

Quelle: <http://hubblesite.org/newscenter/newsdesk/archive/releases/1996/01/text/>



The Hubble Deep Field North  HUBBLESITE.org

# Offene Fragen

- ist unser Planet innerhalb unseres Planetensystems typisch?
- gibt es überhaupt andere Planeten (außerhalb unseres Planetensystems)?

in weiterer Folge:

- kann auf diesen Planeten Leben existieren?
- was wissen wir über die Existenz von außerirdischem Leben?

# Extrasolare Planetensysteme

- extrasolar ist missverständlich aber gebräuchlich
- auch Bezeichnung Exoplaneten manchmal verwendet
- 1994: drei einen Pulsar (Neutronenstern) umkreisende Planeten
- Der erste entdeckte Planet rotiert im 4,2-Tagestakt um den ca. 40 Lichtjahre entfernten Stern Pegasus 51 und hat 0,46 Jupitermassen.
- 1995: Planeten um sonnenähnliche Sterne nachgewiesen
- derzeit sind 134 extrasolare Planeten in 118 Systemen bekannt
- meist Gasriesen, die ihren Zentralstern in einer sehr engen Umlaufbahn umkreisen: hot Jupiters
- wie Jupiter, in relativ großem Abstand von ihrem Zentralstern in der Akkretionsscheibe entstanden, dann aber nach innen gewandert
- oder: wie Sterne aus einer Gaswolke kondensiert

Link: Liste der bekannten Planeten (<http://www.obspm.fr/encycl/cat1.html>)

# Detektion

Bislang indirekte Methoden:

1. Helligkeitsschwankung durch Bedeckung des Sterns durch den Planeten
2. mittels Dopplereffekt Nachweis der periodischen Bewegung des Sterns, abwechselnd Rot- und Blauverschiebung
  - nur Untergrenze der Masse so feststellbar
3. periodische Bewegung quer zur Sichtrichtung
  - Obergrenze der Masse feststellbar
4. Microlensing: Gravitationslinseneffekt durch Planeten
  - Daten über die Atmosphäre der Planeten erhält man aus dem Spektrum während eines Sterndurchganges

# Gibt es eine zweite Erde?

- derzeit liegt die Untergrenze der Entdeckbarkeit bei einer Radialgeschwindigkeit von rund 1 m/s
- Planet, der in 1 AU Entfernung um seinen Stern kreist, muss dann eine Masse von ca. 11,2 Erdmassen haben
- d.h. derart kleine Planeten um normale Sterne sind noch nicht bekannt
- HD 160691 d ist der kleinste Exoplanet, 14 Erdmassen
- möglicherweise auch schon direkte Aufnahme eines Planeten bei einem Braunen Zwerg gelungen

# Beispiel 1: Gliese 876

- 2 Planeten
- umkreisen Gliese 876 in 60 bzw. 30 Tagen synchronisiert



## Beispiel 2: Transit von Hd209458

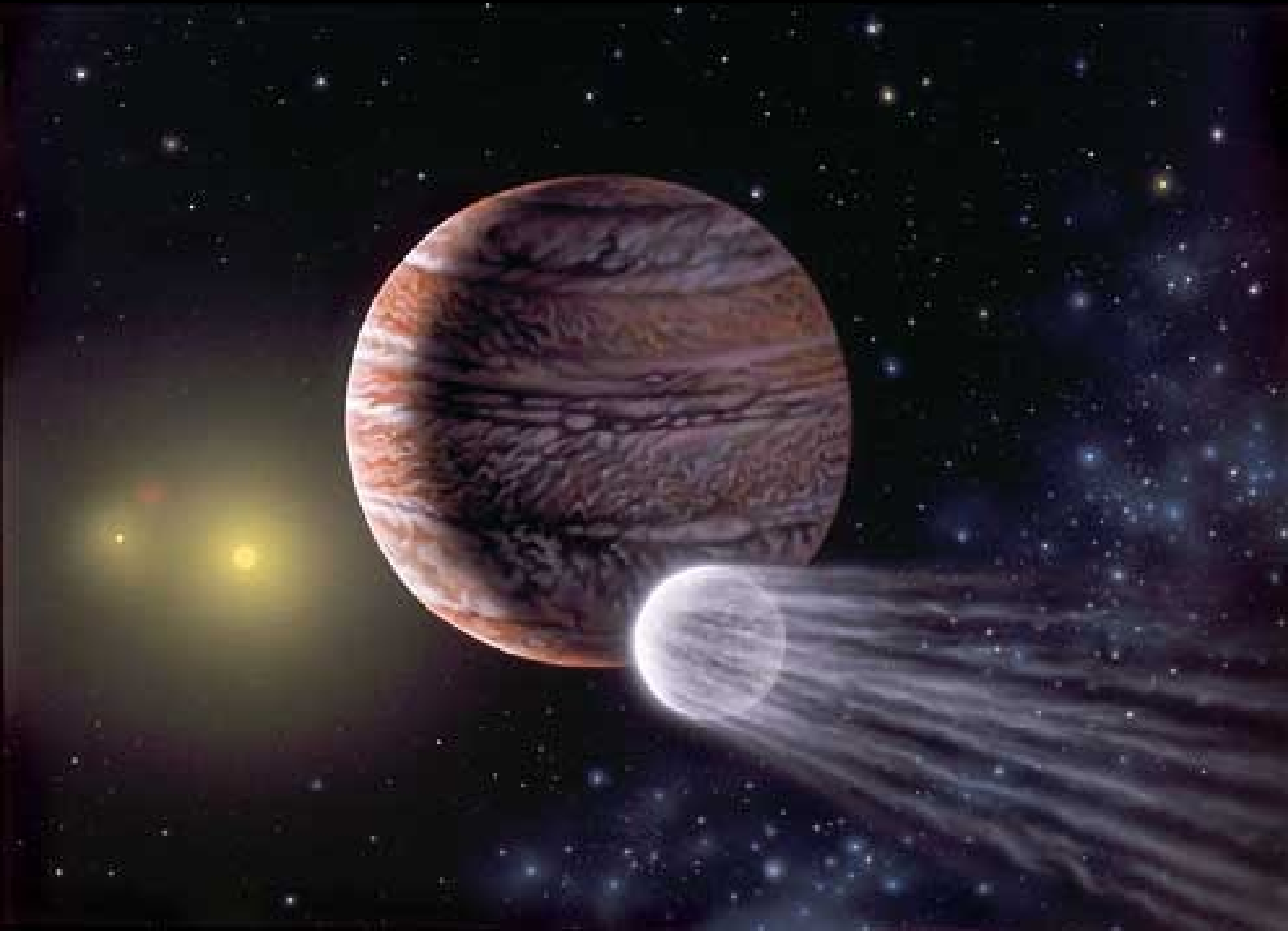
Hier wurde erstmals ein Transit eines Planeten beobachtet und die Messung des Dopplereffektes bestätigt.

Quelle: <http://extrasolar.spaceart.org/extraso2.htm>





## Beispiel 3: 16 Cygni B Planet und hypothetischer Mond



In diesem System gibt es drei Sterne: zwei sonnenähnliche und einen roten Zwerg. Der Planet hat einen sehr exzentrischen Orbit, der in unserem System von der Venus bis zur Marsbahn reichen würde. Ein hypothetischer Mond hätte, hätte er Wasser gehabt, einen Schweif wie ein Komet bei der Annäherung an die Zentralsterne gehabt.

## Beispiel 4: Pulsar Planeten

PSR 1257+12 haben drei Planeten. Der Pulsar könnte regelmäßig mit seiner Radiostrahlung den Planeten überstreichen, die Atmosphäre anregen und leuchtend grüne Auroras erzeugen.



# Beispiel 5: Rote-Zwergen- Doppelsternsystem

... mit ganz viel Phantasie ...

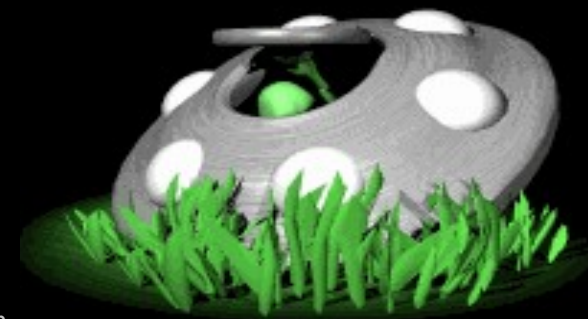
So könnte ein Planet in der bewohnbaren Zone um ein Doppelsternsystem von zwei roten Zwergen aussehen. Es gibt eine Gezeitensperre wie zwischen Mond und Erde. Wolken wandern von der Zwergenseite auf die gegenüberliegende, Flares der Sterne sind im Wasser sichtbar. Die abgewandte Polkappe wird von einem weißen Zwerg beleuchtet.

CM Draconis wäre ein Kandidat für so ein System.



# Die Suche nach außerirdischem Leben

- Neben der Frage: Gibt es intelligentes Leben auf der Erde? :)
- stellt sich die Frage: Gibt es intelligentes Leben außerhalb der Erde?
- Heftig kontrovers diskutiert
- UFO-Logen / Sichtungen / Roswell
- gehe von der Annahme aus, dass es bislang keine Außerirdischen auf der Erde gibt oder gab
- mein Argument: wer so neugierig und hergerüstet ist, hätte auch Kontakt aufgenommen



# Was ist Leben?

Bereits diese Frage ist schwer zu beantworten, denn die Bedingungen:

- hat einen (Kohlenstoff-)Stoffwechsel
- kann sich bewegen
- zeugt Nachkommen von ähnlicher Art
- hat die Fähigkeit zu wachsen
- reagiert auf äußere Einflüsse

... erfüllt auch Feuer.

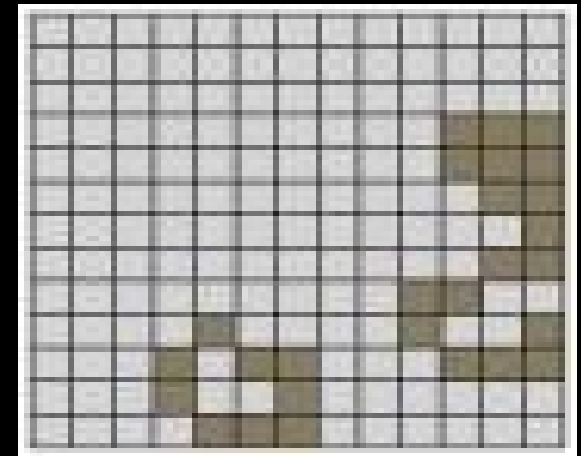
Viren erfüllen diese Bedingungen bei strenger Auslegung nicht.

# Was ist Intelligenz?

Noch schwieriger die Frage nach Intelligenz:

- Turing Test
- Programm Eliza (<http://www-ai.ijs.si/eliza/eliza.html>)
- Conway's Game of Life  
(<http://www.ibiblio.org/lifepatterns/>)

Hier müssen Sie sich wohl  
wieder selbst ein Bild machen ...



Quelle: <http://node99.org/denature/pub/life/img/conway.png>

# SETI

- Wir müssen daher selbst suchen
- SETI = search for extraterrestrial intelligence
- Suche auf der Erde wohl sinnlos (Argument oben)
- → Suche im Weltall
- bei der bekannten Größe alleine der Milchstraße wäre eine Suche nach der sprichwörtlichen Nadel im Heuhaufen ein Leichtes
- → Einschränkung des Suchgebietes

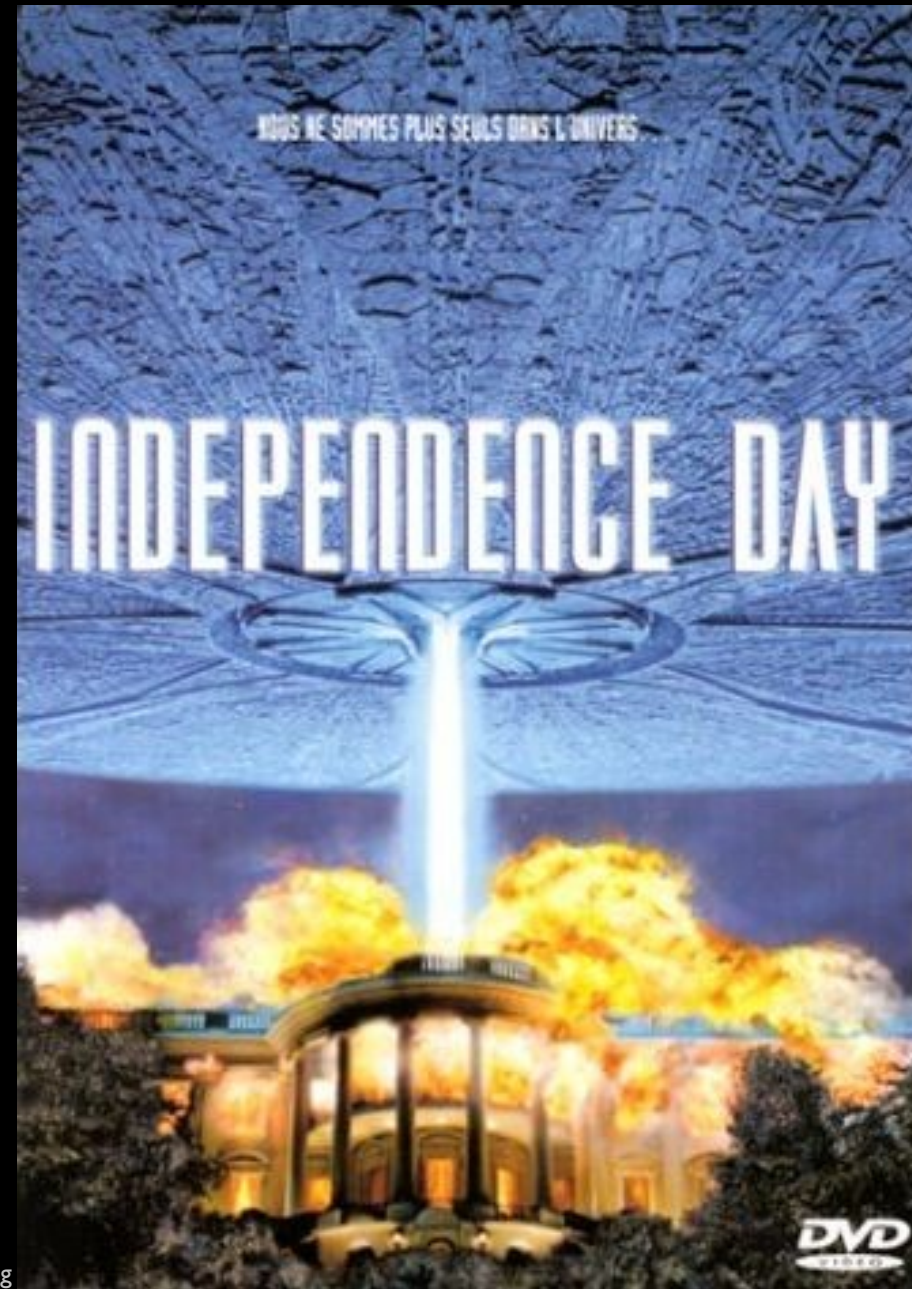
# Einschränkung der Suche

- möglicherweise ist für Leben Kohlenstoff nötig (jegliches Leben auf der Erde beruht auf Kohlenstoff ... oder Stickstoff)
  - komplexe Verbindungen möglich (Ketten, Ringe)
  - viele verschiedene Moleküle durch Verbindungen mit anderen Elementen
- vermutlich ist auch Wasser notwendig
  - gasförmig, flüssig und fest in relativ engem Bereich
  - Anomalie des Wassers
  - Wasserstoffbrückenbindung
  - relativ hohe Schmelz- und Verdunstungswärme
- bislang Suche durch Sonden im Planetensystem relativ erfolglos
- am Mars gefundene Strukturen könnten versteinerte Bakterien sein
- daher ein anderer Weg: Suche am Radio-Wege



# Sollen wir überhaupt selbst suchen?

- Angst vor Zerstörung
- Hoffnung auf Erkenntnisse / Neugier
- Sinnlosigkeit



# Aktive Suche

- Gehen vom Grundsatz der Ähnlichkeit aus
  - Planeten um Sterne als Lebensbasis
- sonnenähnliche Sterne (etwa 10%)
  - Stern zu groß → Zeit für Bildung reicht nicht aus
  - Stern zu klein → Zu wenig Energie → nahe Bahn nötig, aber viel Zeit vorhanden
- gebundene Rotation ist ungünstig
  - bis 100 Lichtjahre Entfernung ergeben sich 1000 Suchkandidaten
- welche Frequenz?
  - Einschränkung auf enges Frequenzband braucht weniger Energie beim Senden
  - ET's müssen ihren Stern überstrahlen

# Das Signal

- Spezifizierung des Signals
  - z.B.: 21cm Wasserstofflinie
  - komplexes Muster
  - völlig regelmäßiges Muster kann natürlichen Ursprungs sein (Pulsare)
- Problem der Entschlüsselung
  - Das Rätsel vom vorletzten Mal
- Energiesparen beim Senden
  - Pulsieren (Laser)
  - nur enger Raumbereich
  - für letzteres nötig, dass wir hier wenigstens erwartet werden, wenn nicht schon bekannt sind
- Störungen, Störungen, Störungen,...
  - selbstgenerierte
  - kosmische

# Wasserstoff - Linie

- günstiger Kandidat: die 21cm Linie des Wasserstoff (Frequenz: 1,42 Gigahertz)
- unter 1 Gigahertz Synchrotronstrahlung von Elektronen in Magnetfeldern
- über 10 Gigahertz stört Atmosphäre
- so auch Dopplereffekt nicht so störend (frequenzabhängig)
- Signal sollte schmalbandiger sein als natürliches Signal

# Die Geschichte von SETI

1919 Marconi empfängt Signale, die er nicht erklären kann, Erfindung der Telegraphie

1960, Frank Drake untersucht mittels eines 25 Meter - Radioteleskop's die beiden Sterne Tau Ceti und Epsilon Eridani. Keine Auffälligkeiten

1961 fand die erste Konferenz zum Thema SETI in Green Bank statt

1971 finanzierte die NASA eine Studie über ein Radio-SETI-Projekt

1974 wurde vom Arecibo Observatorium eine einmalige Radiobotschaft von 1679 Bits Länge ins All in Richtung des Kugelsternhaufens M13 (Entfernung ca. 25000 Lichtjahre) gesendet  
Link zur Entschlüsselung (<http://www.signale.de/arecibo/botschaft.html>)



# Geschichte II

1979 startete die University of California, Berkeley das SETI-Projekt SERENDIP (Search for Extraterrestrial Radio Emissions from Nearby Developed Intelligent Populations)

Carl Sagan et al. gründeten  
1980 die Planetary Society

1985 Projekt META  
(Megachannel Extra-Terrestrial Array)



Carl Sagan

Quelle:

[http://images.google.at/images?q=tbn:lvMKINqLUKMJ:www.the-scientist.com/yr1997/july/jul\\_art/sagan.jpg](http://images.google.at/images?q=tbn:lvMKINqLUKMJ:www.the-scientist.com/yr1997/july/jul_art/sagan.jpg)

# SETI @ Home – forschen Sie selbst!

... ist vielleicht etwas übertrieben,

- jedenfalls: helfen Sie mit!
- Sie brauchen einen PC mit Internetanbindung für das

## Projekt SETI@Home

SETI-Projekt an der Universität Berkeley kam auf die Idee, PC's von Weltrauminteressierten zu nutzen. Daten die am Arrecibo-Teleskop gesammelt werden, werden verteilt analysiert.



# Seti @ Home - Details

- 1,42 Gigahertz - Linie wird relativ schmalbandig untersucht
- Signal darf räumlich nicht von der Erde kommen

Parkes-Teleskop in Australien - Film: The Dish

wurde bereits zur Übertragung der Mondlandung von Apollo 11 verwendet





# Die Drake - Gleichung

- Jede Gleichung halbiert die Anzahl der Leser (Hawking im Vorwort zur kurzen Geschichte der Zeit)
- Daher habe ich mir die Gleichung für den Schluss aufgehoben: die Drake-Gleichung
- Soll die Frage nach der Anzahl der intelligenten Lebensformen in der Galaxie beantworten
- $$N = R \cdot f_p \cdot n_e \cdot f_l \cdot f_i \cdot f_c \cdot L$$
- Voraussetzung: Eiweiß + Kohlenstoff

## R.

- Sternentstehungsrate
- beträgt etwa 1
- Stern wird als Energiequelle benötigt
- Masse ähnlich der Sonnenmasse
- kein Doppelsternsystem (instabile Bahn)
- bleiben etwa 5% der Sterne als Kandidaten

## $f_p$

- Anteil der Sterne mit Planetensystem
- Optimisten meinen 1, da um die meisten entstandenen Sterne rotierende Gas- und Staubscheibe
- immerhin: Planeten wurde bereits entdeckt
- Anzahl nimmt laufend zu

$n_e$

- Anteil der Planeten in der Ökosphäre, manchmal auch Biozone genannt
- schränkt Radius der Planetenbahn ein
  - zu nah: gebundene Rotation
  - zu weit: zu kühl
- etwa 0,8 - 1,2 AE als Radius ist günstig
- sind nun bei etwa 1–2% aller Sterne angelangt

$f_l$

- Anteil der Planeten mit Leben
- auch schnelle Rotation wäre günstig
- ebenso scheint die Neigung der Rotationsachse günstig
- Treibhauseffekt in günstigem Rahmen
- vielleicht auch ein großer Mond günstig
- langgestreckte Bahnen anderer Planeten können stören
- schützende Atmosphäre
- vielleicht noch etwa 0,5% der Sterne erfüllen die Bedingungen
- unberücksichtigt: ob sich überhaupt Leben gebildet hat...

$f_i$

- Anteil der Planeten mit intelligentem Leben
- da wir intelligentes Leben nur auf unserem Planeten kennen, ist keinerlei Statistik oder Abschätzung möglich

$f_c$

- Anteil der Planeten mit interstellarer Kommunikation
- man könnte hoffen, das intelligente Neugier bedingt ...
- ... und Neugier den Wunsch nach Kommunikation
- Auf unserem Planeten ging der Sprung von der Intelligenz zum Versuch der interstellaren Kommunikation ja recht rasch

L

- Lebensdauer einer technischen Zivilisation
- Frage nach der Selbstzerstörungstendenz
- Frage nach der Möglichkeit einer Zerstörung durch Umwelteinflüsse des Planeten (Vulkan, Erdbeben, Krankheiten)
- Frage nach der Zerstörung durch galaktische Einflüsse (Bahnstabilität, Meteoriten, Explosionen)
  
- Hat es Sinn zu suchen?

# Kommen Sie wieder!

Sollten Ihr Interesse an SETI geweckt worden sein, so kommen Sie doch zu meinem Vortrag ...

- am 2.Juni 2005
- an der Kuffner Sternwarte

... der sich mit den aktuellen Ergebnissen der SETI-Projekte beschäftigt!

Auf Wiedersehen nächste Woche (trotz Formel am Schluss)!