

Die Drake Gleichung

Utopie oder Wissenschaft ? Rarität oder Regel ?

Die Drake Gleichung soll einen Ansatz zur Lösung einer Frage geben, über die die Menschen schon seit langem rätseln. Sind wir die einzigen intelligenten Lebewesen in diesem Universum ? Utopie oder Wissenschaft ? Es wird viel über Sinn und Unsinn bei der Suche nach extraterrestrischem Leben gestritten. Die Anzahl, der Menschen die sich ernsthaft mit diesem Thema beschäftigt, steigt an, und die Projekte werden größer und umfangreicher. Ohne jemanden desillusionieren zu wollen, aber ich halte es für absolut unwahrscheinlich, dass extraterrestrische Zivilisationen die Erde erreichen können, da es nach intensiven Überlegungen und Rechnungen unmöglich ist, Energie zur Überwindung von Strecken einiger Lichtjahre aufzubringen. Eine Kommunikation über diese Distanzen hinweg, ist jedoch nicht hundertprozentig auszuschließen, die Chance auf einen Erfolg in dieser Richtung ist aufgrund der Größenordnungen im Universum jedoch marginal. Natürlich steht es jedem frei zu "glauben", dass die Physik gekippt wird und es Möglichkeiten gibt sich schneller im Raum zu bewegen als das Licht. Ich halte das so wahrscheinlich wie morgen Lotto-Millionär zu werden ohne Lotto zu spielen. Die Tatsache das Kommunikation nicht ausgeschlossen ist, ist der Hauptgrund für meine überhöhte Stromrechnung

Die Gleichung wurde von Dr. Frank Drake entworfen und 1961 in Green Banks, einer bekannten Sternwarte in West-Virginia vorgestellt. Diese Formel gilt seither als Grundlage aller weiterführenden Diskussionen.

Wer ist Dr. Frank Drake ?

Dr. Frank Drake ist Präsident des SETI Institutes. 1960 startete er die ersten Radio - Astronomischen Versuche. Er ist Mitglied der National Academy of Sciences. Er arbeitet als Präsident der Astronomical Society of the Pacific, war 1964-84 Professor der Astronomie in der Cornell University und Direktor des Arecibo Observatoriums.



Um welche Art Lebensform handelt es sich im Bezug auf die Drake - Gleichung ? Leben kann sich unter bestimmten Bedingungen aus Eiweiß + Kohlenstoff + Unsicherheitsfaktor entwickeln. Ein Planet auf dem sich solches Leben entwickeln soll muss also bestimmte astronomische und physikalisch-chemische Voraussetzungen haben:

sonnenähnliche Einzelsterne der zweiten oder dritten Generation

- ➔ Nur in ihrer Umgebung gibt es genügend gesteinsbildende schwere Elemente.
- ➔ Nur sie haben eine Lebensdauer von mehreren Milliarden Jahren um der Evolution hinreichend Zeit zu geben.
- ➔ Nur sie brennen gleichmäßig -> Strahlungsausbrüche (Superflares) würden jedes Leben vernichten
- ➔ Sterne mit mehr Masse werden nicht so alt
- ➔ leichtere Sterne liefern zu wenig Energie

ausreichende Distanz vom Galaktischen Zentrum

- ➔ gefährliches schwarzes Loch
- ➔ hohe Sternendichte -> Störung der Planetenbahnen

Umlaufbahn

- ➔ ungefähr kreisförmig
- ➔ Die Rotationsperiode muss kurz genug sein um eine gleichmäßige Bestrahlung zu gewährleisten.

Rotationsachse

- ➔ Die Rotationsachse darf nicht zu stark geneigt sein, damit es keine großen jahreszeitlichen Unterschiede gibt.

Planetenmasse

- ➔ groß genug um eine Atmosphäre zu halten
- ➔ nicht zu groß -> Treibhauseffekt

Planetares Magnetfeld

- ➔ Schutz vor kosmischen Teilchen (kosmische Strahlung, Sternwind)

Atmosphäre

- ➔ Luftdruck und Ozon-Schutzschicht müssen passen

Plattentektonik

- ➔ Bildung von Landmassen
- ➔ geochemischer Karbonat-Silikat-Zyklus als langfristiger Thermostat -> Sonneneinstrahlung wird kompensiert
- ➔ Voraussetzung: radioaktive Nuklide im Kern die für genügend Hitze und innere Dynamik sorgen

Ozeane

- ➔ nicht zu viele, aber auch nicht zu wenige

Mond

- ➔ richtige Umlaufbahn für eine stabile Neigung der Rotationsachse -> stabiles Klima

Planetenumlaufbahnen

- ➔ Die Umlaufbahnen aller planeten müssen stabil und geordnet sein, damit sie sich nicht gegenseitig in die "quere" kommen und ein orbitales Chaos verursachen.

Gasriese

- ➔ Ein Gasriese (bei uns Jupiter) wird als "Türsteher" benötigt um Kometen abzufangen oder abzulenken

Meteoriteneinschläge

- ➔ einige sind als "Evolutionsbeschleuniger nötig"

Weiterhin muss es Klimagebiete geben in den Eiweißfreundliche Temperaturen von -25 bis +60°C herrschen und es muss Wasser in flüssiger Form geben. Schwefel und Silizium basierendes Leben werden in diesen Betrachtungen nicht berücksichtigt.

Die Gleichung - $N = R_* f_s f_p n_e f_l f_i f_c L$

Zur Drake Gleichung findet man sehr viele Informationen in Büchern, Zeitschriften und im Netz. Ich habe mindestens 5 verschiedene Arten der Gleichung gesehen. Das Prinzip ist aber immer gleich. Es wurden lediglich die Faktoren anders benannt. Die zwei häufigsten die ich gesehen habe sind $N = R_* f_s f_p n_e f_l f_i f_c L$ und $N = S A_p A_b A_l A_i A_e L$. Bei der zweiten Version wurde der Faktor f_s weggelassen, warum weiß ich nicht. Ich verwende in diesen Betrachtungen die erste Formel. Ich habe leider nicht herausfinden können welche die originale Gleichung ist, da das jede von sich behauptet. Die Gleichung die ich bevorzuge habe ich am häufigsten gelesen und in Vorträgen gehört. Bei den weiteren Betrachtungen wird sich auch zeigen, dass der fehlende Faktor kein großes Problem darstellt. Es ist nur ein weiterer unbekannter Faktor.

Frank Drake formulierte seine Gleichung 1961 um herauszufinden wie groß oder wie klein seine Aussichten bei der Seti-Forschung sind. Die Gleichung ist gut durchdacht und sie könnte relativ genau angeben, wie viele intelligente Lebensformen in unserer Galaxie existieren, wenn nicht 7 von 8 Faktoren so gut wie unbekannt wären. Durch die Multiplikation wird der Fehler immer größer. Wenn ein Faktor in wirklichkeit 1 ist (was wir nicht wissen) und wie nehmen an das er 2 ist, dann ist das Ergebnis schon doppelt so groß und liegt weit von der Realität. Mit den momentanen Erkenntnissen hängt N vom Optimismus bzw. Pessimismus des Betrachters ab.

Die Gleichung $[N = R_* f_s f_p n_e f_l f_i f_c L]$ - Das Produkt

N Anzahl

der Technischen "Intelligenten" Zivilisationen in unserer Galaxie.

Die Gleichung $[N = R_* f_s f_p n_e f_l f_i f_c L]$ - Die Faktoren

R_{*} *mittlere Sternentstehungsrate pro Jahr*

Der einzige mit 1 relativ genau bekannte Faktor.

f_s *Anteil sonnenähnlicher Sterne*

Wie viele der pro Jahr entstehenden Sterne sind unserer Sonne ähnlich? Viele Sterne sind größer und leuchtstärker als die Sonne und verbrauchen ihren Brennstoff bereits in weniger als einer Milliarde Jahre, so dass für die Entwicklung von Leben auf geeigneten Planeten gar nicht genug Zeit bleibt. Es wird deshalb nach Sternen gesucht, die mit unserer Sonne vergleichbar sind, da man ja davon ausgeht, dass die Entwicklung von Leben wie auf der Erde etwa eine Milliarde Jahre dauert. Außerdem muss der Bereich der Ökosphäre, d.h. die Zone im Planetensystem wo die Parameter zur Existenz für flüssiges Wasser ec. gegeben sind, genügend groß sein. Die komplette Bahn eines Planeten muss in dieser Zone liegen. Eine große Anzahl der Sterne sind leuchtschwache rote Zwergsterne. Zwar haben diese Sterne eine Lebensdauer, die um eine Größenordnung höher ist als die der Sonne, dafür ist ihre Leuchtkraft, ihre Masse und Gravitationskraft wesentlich geringer. Weiterhin ist ca. jede 2. Entstehung ein Doppel- oder Mehrfachsternsystem. D.h. es handelt sich hierbei um zwei oder mehr Sterne, die sich gegenseitig umkreisen, genauer gesagt um ihren gemeinsamen Schwerpunkt rotieren. Physikalische Simulationen haben gezeigt, dass Planeten in solchen Systemen eine äußerst instabile Bahn haben, und früher oder später in eine der Sonnen abstürzen oder gänzlich aus dem System hinausgeschleudert werden (Drei- und Mehrkörperproblem). Eine Ausnahme bilden Planeten, die von ihren Sonnen so weit entfernt sind, dass die Anziehungskraft der beiden Sterne auf den Planeten wie die eines einzelnen Sterns zu wirken scheint und der Planet dadurch wieder eine stabilere Bahn hat (Zweikörperproblem). Die Wahrscheinlichkeit das ein Mehrfachsternsystem überhaupt längere Zeit Planeten hat, ist deshalb eher klein. Bei diesem Faktor beginnt schon die Raterie. Ich bevorzuge den Faktor 0,25 was bedeutet das alle vier Jahre ein Sonnenähnlicher Stern entsteht.

f_p *Anteil an Sternen mit Planetensystem*

Es wird vermutet, dass ungefähr die Hälfte aller Sterne Planetensysteme wie unsere Sonne haben können. Seit 1995 wurden mit sehr empfindlichen Detektoren durch Messung der Radialgeschwindigkeit von sonnenähnlichen Sternen bereits über 30 extrasolare Planeten entdeckt. Der Stand Februar 2002: 70 Planeten bei 60 Sternen. Mit zunehmender Genauigkeit der Instrumente, neuen Methoden und größeren Teleskopen werden sicherlich noch ein paar dazu kommen. Einen Wert von 0.5 scheint für mich realistisch zu sein.

n_e *Anzahl der Planeten in der Ökosphäre*

Wenn wir unser System als Beispiel nehmen, so kommen Venus, Mars und die Erde in Frage. Es ist bewiesen, das auf der Venus Eiweiß und Kohlenstoff basierendes Leben nicht den Ansatz einer Chance zur Existenz hat [Klimabedingungen]. Mit Erde und Mars sieht es rein von der Platzierung im System nicht schlecht aus.
--> $n_e = 2$

f_l *Planeten mit Leben*

Auf wie vielen Planeten in der Ökosphäre könnte Leben entstehen. Auch hier beziehe ich mich auf unser Sonnensystem und gebe $f_l = 1$ an.

f_i Planeten mit intelligentem Leben

Wenn sich auf einem Planeten Leben entwickelt, so muss es nicht gleich intelligent sein. Diese Schätzung ist sehr schwierig und es kann deshalb nur vorsichtig geraten werden. Einen Faktor von 0,25 für jeden 4. Planeten ist aus meiner Sicht vertretbar.

f_c Interstellare Kommunikation

Wie viele der Intelligenten Zivilisationen haben Interesse an Kommunikation mit anderen Individuen ? Denn nur wenn Sie Interesse an Kommunikation haben besteht für uns die Möglichkeit sie zu finden. Man kann davon ausgehen, dass Intelligente Wesen auch auf die Suche nach extraterrestrischen Leben gehen. --> $f_c = 1$

L Lebensdauer einer technischen Zivilisation

Die Lebensdauer einer sog. technischen Zivilisation, die also fähig ist, ein Radiosignal aus dem Weltraum zu empfangen und zu senden, ist durch externe und interne Faktoren bedroht. Eine komplette Zerstörung kann durch Ereignisse ausgelöst werden, die in der Erdgeschichte schon mehrmals zu Massenaussterben geführt haben. Dazu zählen drastische Klimaveränderungen durch massive Vulkanausbrüche und Einschläge von Kometen oder Kleinplaneten. Die größte Gefahr ist jedoch die Selbstzerstörung. Technisch gesehen ist unsere Zivilisation gerade einmal 100 Jahre alt und es gab schon zwei Weltkriege, ich bin der Meinung, sie wird 400 Jahre nicht überschreiten. $L = 400$.

Die Rechnung

Ich setze nun meine genannten Faktoren in die Gleichung ein.

$$N = R_* f_s f_p n_e f_l f_i f_c L$$

$$N = 1 * 0,25 * 0,5 * 2 * 1 * 0,25 * 1 * 400$$

$$N = 25$$

Es gibt natürlich Menschen die Ergebnisse im vier und fünfstelligen Bereich erreichen. Bei meinem Vortrag in Weimar beim 2. deutschsprachigen Seti@home Treffen [1] fand ich die größten Pessimisten. Gerade die Leute die an den Projekten arbeiten errechneten die geringsten Ergebnisse. Einige zweifelten mit ihren Ergebnissen sogar unsere eigene Existenz an ;-). Meine Prognose sind also 25 technische Zivilisationen in der Milchstraße. Das würde bedeuten, wenn wir uns der Länge nach durch die Milchstraße bewegen, könnten wir ca. alle 3913,8 Lichtjahre eine technische Zivilisation antreffen. Wenn das keine guten Aussichten sind ?

[1] <http://www.seti-treffen.de>

Copyleft (c) 2002 ST.

Es wird die Erlaubnis gegeben dieses Dokument zu kopieren, verteilen und/oder zu verändern unter den Bedingungen der GNU Free Documentation License, Version 1.1 oder einer späteren, von der Free Software Foundation veröffentlichten Version. Eine Kopie dieser Lizenz ist im Netz unter <http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html> zu finden.

Eine deutschsprachige Version gibt es hier:
<http://nautix.sourceforge.net/docs/fdl.de.html>

Der Begriff copyleft ist ein neuer, von GNU eingeführter Begriff. Es ist ein Wortspiel eines englischen Wortes, das aus "copyright" "copyleft" macht, und damit ausdrückt dass es kopieren nicht verbietet, sondern erlaubt unbeschränkt unter vertraglichen Bedingungen zu kopieren.
<http://www.gnu.org/copyleft/copyleft.de.html>

Dieses Script gibt es als html- und pdf- Version sowie die Quelldatei als StarOffice Dokument im Netz unter <http://st23.de>

Auch das Berechnungsprogramm, die Quellcodes und Folien von meinem Vortrag in Weimar sind dort zu finden.

Qellen:

Vorlesungen an der Archenhold Sternwarte Berlin [D.Fürst]

Bild der Wissenschaft

Lexikon der Astronomie [Spektrum - Akademischer Verlag]

www.google.com

Für Hinweise, Kritik und Fehlermeldungen bin ich jederzeit dankbar.

Ansonsten, viel Erfolg und Spass am Gerät ;-) ...

[STephan]

st@st23.de