

"DIE SELTENHEIT DES LEBENS":



Aus: <http://www.final-frontier.ch/GaiaIllusion>

Vor 4.5 Milliarden Jahren, kurz nach ihrer Entstehung, war die Erde ein absolut fremdartiger Ort: Eine dichte Atmosphäre aus Kohlendioxid (CO₂), Stickstoff, Methan und Wasserdampf umhüllte einen heißen, planetenweiten Ozean. Am Himmel stand ein riesiger (weil sehr viel näherer) Mond, noch immer

glutflüssig von der Energie der Planetenkollision, die zu seiner Entstehung geführt hatte. Die Sonne strahlte nur knapp drei Viertel so stark wie heute, nur der Treibhauseffekt einer dichten Atmosphäre bewahrte die Erde vor einer planetenweiten, kilometertiefen Eiskruste. Der Meeresboden brodelte an den unzähligen Rissen in der jungen, dünnen Erdkruste darunter - und irgendwo dazwischen entstand vermutlich das erste Leben. Ein Teil des CO₂ löste sich schliesslich - in den folgenden Jahrmilliarden - im Ozean, und photosynthetische, sauerstoffbildende Bakterien lösten die früheren Methanbildner ab - gerade rechtzeitig, um die Häufigkeit des Treibhausgases Methan in der Atmosphäre absinken zu lassen und die

Temperaturen, die wegen der langsam zunehmenden Sonnenstrahlung bereits im Steigen begriffen waren, auf einem für Lebewesen angenehmen Niveau zu stabilisieren. Im Verlauf der Zeit fiel die Konzentration des Treibhausgases CO₂ stets gerade so stark ab, dass die durchschnittlichen Oberflächentemperaturen der Erde trotz stetig steigender Sonneneinstrahlung im lebensfreundlichen Bereich von 0 - 40 Grad blieben. Kurz, obwohl die Sonne in den letzten 4.5 Milliarden Jahren fast 30% an Leuchtkraft zugelegt hat, ist die Oberflächentemperatur der Erde bemerkenswert stabil geblieben.

Ohne Leben wäre die Erde heute

nicht lebensfreundlich. So spielt etwa das Leben eine wichtige Rolle bei der Verwitterung der Gesteine. Da Verwitterung eine CO₂-Senke ist, hilft das Leben also mit, die atmosphärische Konzentration von CO₂ und damit die Temperatur auf der Erdoberfläche tief zu halten. Weiter hat das Leben auf der Erde einen grossen Teil des von irdischen Vulkanen ausgestossenen CO₂s aufgenommen: In der heutigen und ehemaligen (man denke an Kohle- und Öllagerstätten) Landbiosphäre ist eine grosse Menge Kohlenstoff gespeichert. Mikroorganismen im Meer bilden zudem ständig winzige Kalkschalen, die nach ihrem Ableben auf den Grund des Ozeans sinken, Kalkstein bilden und somit ebenfalls CO₂ aus der Atmosphäre entfernen: über die Geschichte der

Erde wurden so rund 50 bar CO₂
im Gestein gebunden
(Kalkausfällung funktioniert auch
ohne lebende Organismen - bloss
ist sie bei weitem nicht so effizient).

Auf der Venus, wo kein solcher
Prozess am Werk ist, befindet sich
all das CO₂ in der Atmosphäre, mit
der Folge, dass die Venus aufgrund
des "durchgedrehten"

Treibhauseffekts eine
Oberflächentemperatur von rund
480 Grad aufweist (eine
erdähnliche Venus ohne
Treibhauseffekt hätte aufgrund des
geringeren Sonnenabstands eine
Temperatur von ~40-60 Grad). Es
scheint also, dass das Leben auf die

Stabilisation der
Oberflächentemperaturen der Erde
hinwirkt - und damit auch sein
eigenes Fortbestehen sicherstellt.

Ähnliches gilt für den

Sauerstoffgehalt der Luft: er wird allein von lebendigen Organismen (über die Photosynthese) aufrecht erhalten, und trotzdem ist er im Verlauf der Erdgeschichte relativ konstant geblieben. Zudem sorgt der viele Sauerstoff in der Atmosphäre für die Bildung einer Ozonschicht, welche die UV-Strahlung der Sonne grösstenteils blockiert.

James Lovelock war der erste, der auf die stabilisierende Wirkung des Lebens hinwies. In seiner "Gaia-Hypothese", die er erstmals in den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts formulierte, heisst es: "Gaia ist ein komplexes System, das die irdische Biosphäre, Atmosphäre, die Ozeane und den Boden einbezieht, und insgesamt über Feedbackschlaufen

die optimale phsikalische und chemische Umgebung für Leben auf diesem Planeten sucht." Eine Feedbackschlaufe ist ein Prozess, der sich selber bremst, wenn er von einem bestimmten Gleichgewicht wegbewegt wird. So sorgt etwa eine erhöhte Sonnenstrahlung dafür, dass mehr Wasser verdampft, worauf sich mehr Wolken bilden, die einen grösseren Anteil der Sonnenstrahlung ins All zurückreflektieren, womit die Temperatur auf der Erde wieder sinkt. Das System der Erde besteht aus unzähligen, ineinander verzahnten Feedbackschlaufen, und in vielen von ihnen spielen lebende Organismen eine wichtige oder sogar führende Rolle.

Die Frage ist nicht, ob die "Gaia-

Hypothese" im Moment auf der Erde zutrifft: es ist erwiesenermassen so, dass das Leben auf der Erde ein unverzichtbarer Teil des ganzen Erdsystems ist und dieses massgeblich beeinflusst und stabilisiert. Die Frage ist vielmehr, ob es so sein MUSS: ob die Entstehung von Leben auf einem Planeten immer zu einer "Gaia" führt. Ist es ein allgemeines, dem Phänomen Leben innewohnendes Prinzip, dass es sich selber die lebensfreundlichen Bedingungen schafft, um weiterbestehen zu können? Oder anders gesagt: Kann man erwarten, auch auf anderen, einigermaßen erdähnlichen Planeten "Gaias" zu finden? Erhöht dies unsere Chance, belebte Planeten mit komplexem Leben zu

finden?

Die einfachste Antwort ist natürlich, dass wir es nicht wissen, nicht wissen können, weil wir bloss einen einzigen erdähnlichen Planeten kennen. Doch ganz so einfach ist es nicht. Schauen wir uns nochmals die Venus an: durch ihre helle, reflektierende Wolkendecke hat sie an der Obergrenze der Atmosphäre tatsächlich eine reale Temperatur von -40 Grad. Wie oben erwähnt, hätte eine Venus mit einer erdähnlichen Albedo (Rückstrahlungsvermögen oder "Weissheit") eine Temperatur von ca. 50 Grad. Das heisst, mit der richtigen Kombination von Treibhausgasen und Wolkenbedeckung könnten auch

auf der Venus lebensfreundliche Temperaturen herrschen. Zudem hatte die Venus in der Frühzeit des Sonnensystems einen klaren Vorteil gegenüber der Erde: als die Sonne noch deutlich kühler war, sorgte sie auch ganz ohne Treibhausgase für angenehme, lebensfreundliche Temperaturen auf der Venus. In ihrer Frühzeit rotierte die Venus auch noch deutlich schneller als heute, vermutlich sogar prograd (dh, vorwärts, wie alle anderen Planeten) um ihre eigene Achse. Ist die Venus vielleicht ein ehemals lebensfreundlicher Planet, auf dem sich ganz einfach keine stabilisierende Gaia entwickelt hat? Oder ist die Intensität der Sonnenstrahlung bereits zu hoch (ca. 2 x jene auf der Erde), als dass die Venus-Gaia noch mithalten

konnte?

Wir wissen von der Erde, dass die Entwicklung von komplexem Leben oder zivilisationsfähigen Spezies mindestens Milliarden von Jahren (vielleicht aber auch deutlich mehr) braucht. Dies liegt daran, dass sich komplexe Organismen nicht einfach durch Zellteilung fortpflanzen können wie Bakterien, sondern "Nachwuchs" zeugen und aufziehen müssen. Dies verlängert natürlich die Reproduktionszyklen. Das wiederum stellt strenge Anforderungen an die Stabilität des Klimasystems, denn die Variationen zwischen den Generationen dürfen nicht allzu gross sein, sonst hat die Spezies gar keine Zeit, sich evolutionär an die neuen Bedingungen anzupassen.

Gleichzeitig sind komplexe Lebensformen, was die Umgebungsbedingungen angeht, evolutionär schon sehr viel stärker "festgefahren" als Bakterien. Alle heute lebenden komplexen Lebensformen wie Tiere und Pflanzen brauchen einen ganz bestimmten Temperaturbereich, einen bestimmten Sauerstoffpartialdruck, ein bestimmtes Nahrungsangebot und so weiter, um zu überleben. Kein Wunder also, ist die Geschichte des komplexen Lebens auf der Erde von Massenaussterben geprägt: wann immer sich die Bedingungen des Erdklimasystems geringfügig änderten, starben die komplexen Lebensformen mit hohen Ansprüchen an die Stabilität ihrer Umwelt aus. Je höher diese Ansprüche, desto stärker ist eine

Spezies (man vergleiche mal den Panda, der nur ganz spezielle Bambussorten frisst, mit einer Ratte) vom Aussterben bedroht.

So gesehen leuchtet es absolut ein, dass wir Menschen, das Produkt einer jahrmilliardenlangen Evolution, nur auf einem Planeten entstanden sein können, dessen Klima durch ein komplexes Feedbackschlaufen-System "gepuffert" ist: nur so lässt sich die Stabilität des Erdklimas über Jahrmilliarden gewährleisten. Das Leben auf der Erde ist im Verlaufe der Jahrmilliarden ein wichtiger Faktor des Feedbackschlaufen-Systems geworden - angesichts seiner Verbreitung ist das kein grosses Wunder. Das ist die Welt, die wir sehen. Was wir aber (noch?)

nicht sehen, sind all die gescheiterten Welten: Welten, deren "Gaia" nur für einige Milliarden Jahre lang funktionierte, bevor ein Faktor des komplexen Feedbackschlaufen-Systems aus dem Ruder lief - und alle komplexen Lebensformen ausstarben. Welten, auf denen sich entwickelnde Bakterien ein bestehendes Feedbackschlaufen-System so störten, dass die Lebensfreundlichkeit des Planeten komplett zerstört wurde. Welten, deren anfängliche Lebensfreundlichkeit schon nach wenigen Millionen Jahren verloren ging, lange bevor sich eine Gaia entwickeln konnte. Jede dieser Welten ist problemlos denkbar, und keine davon kann unserer eigenen entsprechen. "Gaia" ist kein universelles Prinzip, keine dem

Leben innewohnende Eigenschaft, sich selbst die lebensfreundlichen Bedingungen zu schaffen, sondern schlicht und einfach eine zwingende Eigenschaft unseres eigenen Planeten. Wäre das Erdsystem nicht durch komplexe Feedbackschlaufen gepuffert, wären wir nicht hier, um es zu beobachten und um uns darüber zu wundern.

Es mag wohl so sein, dass es da draussen im Univerum irgendwo auch andere Planeten gibt, auf denen die Bedingungen so zusammenspielen, dass ein anderes, vielleicht ähnliches Feedbackschlaufen-System das Klima auf dem Planeten so stabilisiert, dass es während Jahrmilliarden stabil bleibt und so

die Entwicklung von komplexem, vielleicht sogar intelligentem Leben ermöglicht. Doch wenn man sieht, wie stark dieses Feedbackschlaufen-System auf der Erde von den exakten Anfangsbedingungen abhängt (richtige Planetengrösse, richtige Atmosphärendichte und -zusammensetzung, richtige Wassermenge, richtige Entfernung zum Stern, Mond vorhanden, etc), dann ist die Feststellung, dass es ein solch komplexes Feedbackschlaufen-System braucht, um komplexes Leben hervorzubringen, eher entmutigend: allzu viele Planeten werden diese strengen Bedingungen nicht erfüllen (das gilt ganz allgemein: natürlich kann es sein, dass das Feedbackschlaufen-System anderer Planeten von jenem

der Erde abweicht, also andere Anfangsbedingungen braucht, die dann irgendwo auch alle erfüllt sind - es ist jedoch nicht davon auszugehen, dass diese anders gearteten Feedbackschlaufen-Systeme generell weniger hohe Anforderungen an ihre Anfangsbedingungen haben als die Erde, also weniger "wählerisch" sind).

Es mag sein, dass das Leben in Einzelfällen einen Weg findet, sich an total veränderte Bedingungen anzupassen: Aber das kann nicht immer gut gehen. Die Evolution von Lebewesen basiert auf Mutation und Selektion: während die Selektion die eigentliche Entwicklung vorantreibt und von Umweltbedingungen abhängt, ist

die Mutation rein zufällig: wenn die für das Überleben der Spezies dringend benötigte Mutation nicht kommt, dann kommt sie eben nicht und die Spezies stirbt aus. "Das Leben findet immer einen Weg" ist eine berühmte, aber grundfalsche Dokumentarfilm-Floskel: es kann sein, dass Leben mit einer Situation, die sich ihm stellt, total überfordert ist und restlos eingeht. Das gilt für einzelne Spezies genauso wie für grosse, komplexe Feedbackschlaufen-Systeme, in denen Lebewesen eine kritische Komponente bilden. Bloss ist das auf der Erde bisher nicht geschehen, sonst wären wir nicht hier. Wir sehen und kennen nur ein einziges Beispiel, eine einzige, (zwingend) erfolgreiche Entwicklungsgeschichte eines Planeten, der komplexes Leben

beherbergt. Daraus zu schliessen, dass alle Entwicklungsgeschichten erfolgreich sein müssen (wie das die Gaia-Hypothese letztlich vorschlägt), ist naiv und kurzsichtig. Wenn ein Mensch über ein Minenfeld läuft und überlebt, ist er kein intuitiv hochbegabter Minenausweicher, sondern hatte einfach Glück. Es heisst auch nicht, dass andere Menschen, die über das gleiche Minenfeld laufen, genauso viel Glück haben werden.

Damit hat uns die genauere Betrachtung der Gaia-Hypothese gerade zum gegenteiligen Schluss geführt, den einige vielleicht erwartet hatten: Die Beobachtung, dass sich die Menschheit auf der Erde nur entwickeln konnte, WEIL das Erdklima von einem komplexen

Feedbackschlaufen-System ("Gaia")
mit hohen Anforderungen an die
Anfangsbedingungen stabilisiert
wird, zeigt uns, dass komplexes
Leben im Universum äusserst
selten sein dürfte.

*

Anm.:

Ein grossartiger Bericht über die
Wahrscheinlichkeit der Seltenheit
von Leben,
- aus der Sicht der
Naturwissenschaft. -

"Gaia" indes ist weniger auf eine
Bewegungsschleife zu reduzieren,
- als auf das Gewahrsein einer

kommunizierenden Existenz, und
somit

eine Erfahrung, die Millionen
Menschen seit Anbeginn unserer
Existenz verbindet,

- lange ehe es die Idee eines
"männlichen Gottes" gab. -

- Natürlich gibt es ein Wechselspiel
zwischen diesem Planeten und
dieser Existenz,

- und insofern auch ein
Wechselspiel zwischen obigen
Erkenntnissen und Jener,

- insofern kann man Gaia als ein
"komplexes System" bezeichnen,

- aber Ich bitte Sie, nennen Sie
diesen Artikel "DER IRRTUM DER
GAIA-THEORIE",

- und nicht "DIE GAIA-

ILLUSION", - denn wenn sie die
geeinte Erfahrung von
Millionen als "Illusion"
bezeichnen, - wird nicht mehr viel
an "Realität"

übrigbleiben, - und "real" ist
letzlich "was man wie erlebt", und
weniger

"was einem wie erklärt wird". -

- meint Adamon von Eden. -