

Leben im All?

Teil I – Und immer wieder Drake

von Thomas Eversberg

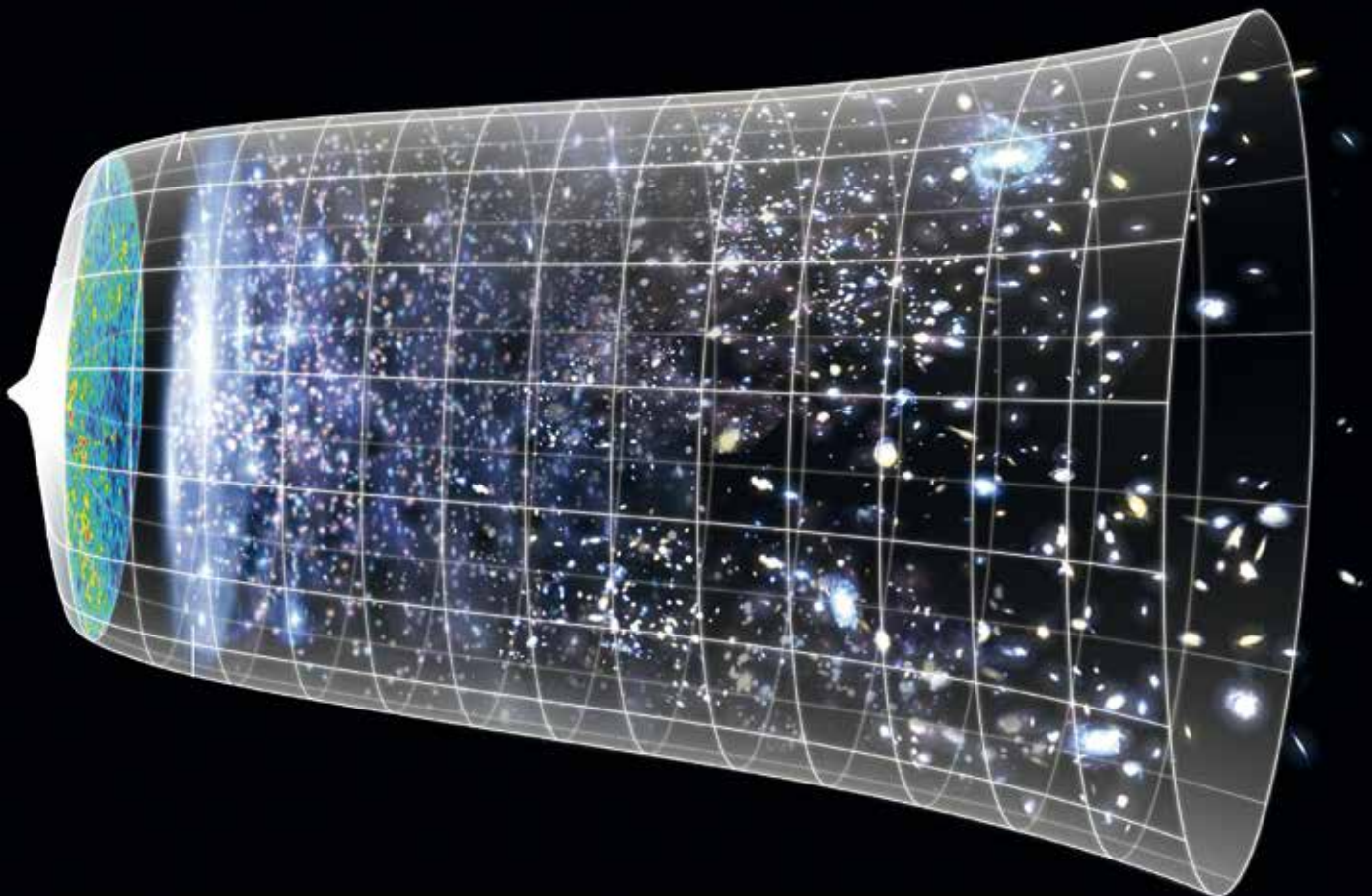
Gibt es außerirdisches Leben auf einer „zweiten Erde“ in einem anderen Sternsystem? Gibt es dort vielleicht sogar intelligentes Leben? Und wenn ja, können wir Kontakt aufnehmen? Mit der Entdeckung extrasolarer Planeten (Exoplaneten) liefert die Forschung nicht nur spektakuläre Ergebnisse, die unser kosmisches Weltbild revolutionieren. Darüber hinaus wird spekuliert, dass das Weltall vor Leben nur so wimmelt - die physikalischen Gesetze gelten ja überall. Ist dieser Ansatz jedoch richtig? Kann man die Wahrscheinlichkeit für extrasolares Leben überhaupt verlässlich abschätzen? Und wie wahrscheinlich ist ein Kontakt mit einer anderen Zivilisation?

Dieselben Gesetze = außerirdisches Leben? – Das anthropische Prinzip

Im Jahre 1973 diskutierte der theoretische Physiker Brandon Carter die Eigenschaften des beobachtbaren Universums. Insbesondere setzte er fundamentale Naturkonstanten in Relation zur Entwicklung von Leben im Universum, speziell zur Existenz des Menschen, der dieses Universum beobachtet. Das sogenannte anthropische Prinzip besagt im Prinzip, dass der Aufbau des Universums in seiner von uns beobachteten Form überhaupt erst die Voraussetzung für diese Beobachtung ist [1].

Oder anders gesagt: Das Weltall muss so sein wie wir es sehen, weil es ansonsten

keine Beobachter gäbe¹. Ein gut verständliches Beispiel ist die Expansionsrate des Universums. Sie darf natürlich nicht zu klein sein, weil sonst das Universum noch vor der Entwicklung sekundärer Sterne mit höheren Elementen wieder in sich zusammenfällt. Das Leben hätte keine Zeit zu entstehen. Andererseits darf die Expansion auch nicht zu schnell geschehen, damit die Materie dabei nicht zu stark ausdünn und die Kontraktion von Materiewolken zu Sternen gar nicht erst möglich ist. Ähnlich verhält es sich mit der Mindestlebensdauer von Protonen. Wäre sie kürzer als etwa 10^{16} Jahre, könnte es angesichts der dann überall auftretenden radioaktiven Strahlung kein Leben geben. Weitere Beispiele



sind die kosmologische Konstante, die Abstimmung der Massen von Proton und Elektron sowie die Größen von elektromagnetischer und starker Kernkraft. Kurz: Hätten die Naturkonstanten nur sehr geringfügig andere Werte, als wir beobachten, würde es kein Leben im All geben.

Es ist jedoch zu beachten, dass aus dem anthropischen Prinzip nicht gefolgert werden kann, dass im gesamten Weltall gleichermaßen gültige Gesetze automatisch bedeuten, dass es auch woanders Leben gibt. Es besagt in seiner einfachsten Form lediglich, unter welchen kosmologischen Bedingungen Leben überhaupt entstehen kann. Es sagt aber nicht, dass dies zwangsläufig geschehen muss. Daher kann man nicht folgern, dass überall gültige physikalische Gesetze auch zwangsläufig überall Leben hervorbringen. Einen solchen kausalen Zusammenhang gibt es nicht.

Kennen wir alle Voraussetzungen für Leben?

Als Urvölker in den letzten Jahrhunderten ihren ersten Kontakt mit der sog. zivilisierten Welt erlebten, empfanden alle diese Menschen die Welt, in der sie lebten, als die schönste denkbare. Und ihnen war völlig klar, dass die restliche Welt, so sie es denn gäbe, genauso aussehen und paradiesisch beschaffen sein musste, wie ihre eigene [2]. Dies sagten die arktischen Inuit wie die Yanomami des Amazonas-Dschungels. Für diese Menschen war es eine erschütternde Erfahrung, dass dies nicht der Wahrheit entsprach und die fremden Welten völlig anders aussahen. Daraus können wir schließen, dass wir bei der Abschätzung der Wahrscheinlichkeit für außerirdisches Lebens sehr vorsichtig agieren sollten. Dies insbesondere, wenn über die fremden Welten außerordentlich unsichere Informationen vorliegen. Darüber hinaus sollten wir nicht der Illusion verfallen, alle Voraussetzungen für Leben zu kennen oder diese gar mit Wahrscheinlichkeiten zu belegen. Die berühmte Drake-Gleichung, die in den entsprechenden Diskussionen gern herangezogen wird, verdeutlicht dies.

Im Jahre 1961 entwarf der Astrophysiker Frank Drake einen Ansatz zur Bestimmung der Wahrscheinlichkeit für entwickelte Zivilisationen im All, die in

der Lage sind, über Radiowellen mit uns Kontakt aufzunehmen [3]. Diese Wahrscheinlichkeit N sollte sich aus folgendem Produkt ergeben:

$$N = R_* \cdot f_p \cdot n_e \cdot f_l \cdot f_i \cdot f_c \cdot L$$

Dabei ist R_* die mittlere Sternentstehungsrate in unserer Galaxis, f_p der Anteil der Sterne mit Planeten, n_e die mittlere Zahl an Planeten in einem Sternsystem, die auch Leben hervorbringen können, f_l die Zahl der Planeten, die dann auch tatsächlich Leben hervorbringen, f_i die Zahl an Planeten, die dann intelligente Zivilisationen hervorbringen, f_c die Anzahl an Zivilisationen, die entsprechende Sendetechniken entwickeln, sowie L die Zeitdauer, in der entwickelte Zivilisation Signale an uns senden können.

Drake war natürlich völlig klar, dass seine simple Multiplikation von teilweise unbekanntem Faktoren keine verlässliche Aussage machen kann. Er hatte sie lediglich als Diskussionsgrundlage für das SETI-Projekt (Search for Extraterrestrial Intelligence) eingebracht. Eine genaue Betrachtung der Gleichungsparameter macht dies deutlich: Die mittlere Sternentstehungsrate in unserer Galaxis ist relativ genau bekannt, sie liegt bei drei bis fünf sonnenähnlichen Sternen pro Jahr. Seit einigen Jahren lassen sich auch erste Angaben für den Anteil der Sterne mit Planeten machen. So wird angesichts der bisherigen Entdeckungen geschätzt, dass dieser bei etwa 20 Prozent (also 0,2), manchmal auch bei 40 Prozent liegt. Die Genauigkeit dieser beiden Parameter ist mit rund 20% erstaunlich hoch. Das ändert sich jedoch schlagartig für alle nun folgenden Parameter.

Für die Zahl der Planeten in einem Sternsystem, die auch Leben hervorbringen können, wird generell die „habitable Zone“ um den Heimatstern herangezogen, also derjenige Bereich, in dem moderate Temperaturen herrschen, die Leben begünstigen sollen, wie wir es auf der Erde kennen. Doch in Wirklichkeit stecken hinter der mittleren Zahl an Planeten in einem Sternsystem, der Zahl der Planeten, die dann auch tatsächlich Leben hervorbringen, und der Zahl an Planeten, die dann auch intelligente Zivilisationen hervorbringen, ein Abgrund möglicher Einflüsse, von denen die meisten nicht einmal abgeschätzt werden

können. Einige beispielhafte Fragen von vermutlich sehr vielen, die wir bis heute nicht beantworten können:

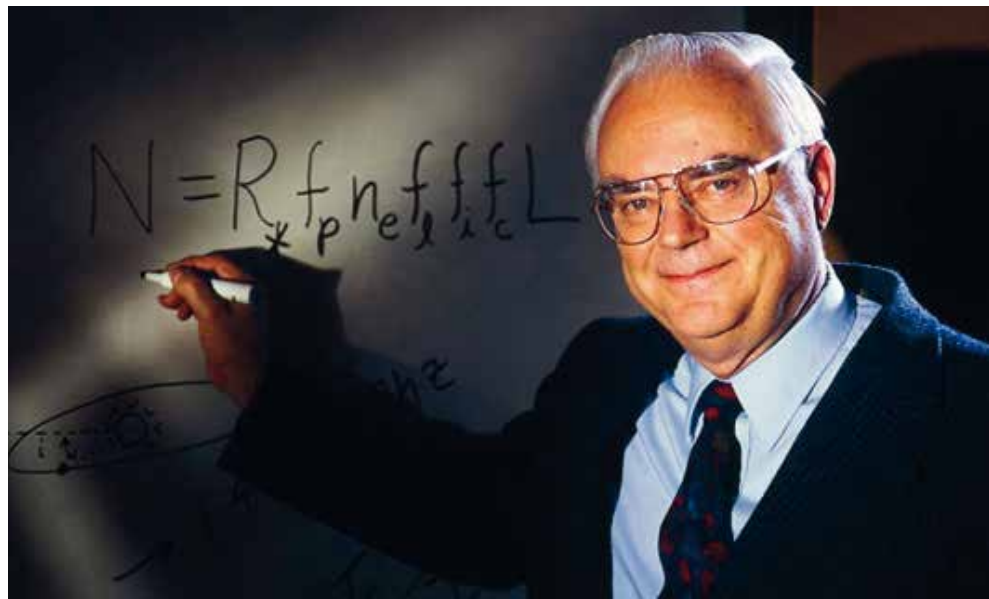
- Unter welchen Bedingungen und mit welcher Wahrscheinlichkeit entwickelten sich frühe Einzeller?
- Können sich Mikroben auch bei höheren Temperaturen zu intelligentem Leben entwickeln?
- Sind Gezeitenkräfte, ausgelöst von einem relativ großen Mond, für die Entwicklung frühen Lebens nötig, und wenn ja, in welchem Maße?
- Reduzieren oder erhöhen globale Vereisungszyklen von Planeten, wie sie in der Erdurzeit auftraten, die Wahrscheinlichkeit von Leben?
- Wie stark wirken globale Katastrophen wie die vulkanischen Hekatomben des Perm und der Meteoriteneinschlag am Ende der Kreidezeit?

Man darf davon ausgehen, dass die Anzahl der Einflussfaktoren auf die Entwicklung von intelligentem Leben massiv wachsen wird, wenn verschiedene wissenschaftliche Disziplinen herangezogen werden (Astronomie, Biologie, Geologie etc.). Dazu nur zwei Beispiele aus der Astronomie:

- Um die Anzahl von Planeten zu bestimmen, simulierte Erik Zackrisson von der Universität Uppsala das Universum mit Hilfe aktuellster Modelle zur Galaxien-, Stern- und Planetenentstehung und wandte diese auf ein realistisches Früh-Universum an. Dabei stellte sich u.a. nicht nur heraus, dass es 720 Trillionen Gesteinsplaneten geben sollte, sondern auch, dass Gesteinsplaneten typischerweise um M-Sterne kreisen und das mittlere Alter der Planeten mit rund acht Milliarden Jahren rund doppelt so hoch ist wie das unserer Erde. Damit hätte das Leben dort jedoch Milliarden Jahre Zeit für den Aufbau einer interstellaren Zivilisation gehabt. Da keine solche bekannt ist, scheint intelligentes Leben seltener zu sein, als die Drake-Gleichung behauptet.
- Ausgerechnet bei M-Sternen entdeckte Scott Fleming vom Space Telescope Science Institute mit dem „Galaxy Evolution Explorer“ (GALEX) eine erhöhte Anzahl schwacher Flares. Da schwache Flares relativ oft vorkommen, haben sie einen potenziell negativen Einfluss auf potenzielles Leben in der habitablen Zone.

Die beiden Beispiele zeigen, dass eine für die Abschätzung von intelligentem Leben wirklich brauchbare Drake-Gleichung statt sieben Faktoren mit Sicherheit sehr viel mehr Parameter unbekannter Anzahl mit extrem hohen Unsicherheiten besitzt. Diese können wiederum multiplikativ oder vielleicht auch exponentiell oder differentiell auf das Ergebnis wirken. Damit dürfte nachvollziehbar sein, dass auch die letzten beiden Parameter der Gleichung (die Anzahl an Zivilisationen, die entsprechende Sendetechniken entwickeln, sowie die Zeitdauer, in der entwickelte Zivilisation Signale an uns senden können) eine außerordentliche Unsicherheit haben. Die originale, von Drake aufgestellte Gleichung mit nur sieben Faktoren muss also sehr unvollständig sein. Damit ist sie jedoch quantitativ aussagelos und kann nur einen kritischen Diskurs anregen, genauso, wie es Drake auch wollte.²

Multiplizieren wir nur die aus der Drake-Gleichung bekannten Parameter, so kommen wir schon auf diese Weise auf extrem geringe Wahrscheinlichkeiten für weiteres Leben im All sowie einen Kontakt mit außerirdischen Zivilisationen. Darüber hinaus sind diese Wahrscheinlichkeiten auch noch hoffnungslos ungenau. Als Konsequenz wirken sich die beiden ersten Faktoren (Sternentstehungsrate und der Anteil der Sterne mit Planeten) auf das Ergebnis so gut wie nicht mehr aus – man kann sie getrost vernachlässigen. Die restlichen Faktoren – und wie gesagt, es müssen weitaus mehr sein, als Drake angegeben hatte – dominieren das Ergebnis durch ihre Anzahl und geringe Größe. Ein Beispiel: Wenn wir eine mittlere Wahrscheinlichkeit von 5% für nur 20 Faktoren annehmen (Bsp.: rund 5% des marinen Lebens überlebt ein Ereignis ähnlich der Perm-Katastrophe), kommen wir auf eine Gesamtwahrscheinlichkeit für alle Faktoren von 10^{-26} . Wir würden also rein statistisch einen belebten Planeten unter ungefähr 10^{26} Sternen erwarten können. Da es je nach Abschätzung etwa 10^{22} Sterne im Universum gibt, wäre das eine Gesamtwahrscheinlichkeit für einen belebten Planeten von 1 zu 10.000 im gesamten Universum. Doch noch einmal: Solche Zahlen sind notwendigerweise extrem unsicher und die Drake-Gleichung hilft uns eigentlich nicht weiter. Und damit spielt der Anteil der



2

Frank Drake mit seiner nach ihm benannten Gleichung (Foto: SETI Institute)

Sterne mit Planeten im Gesamtkontext eine weitaus geringere Rolle als erwartet. Noch schlimmer wird es natürlich, wenn nur ein Parameter eine extrem geringe Wahrscheinlichkeit besitzt und damit das Endergebnis drastisch beeinflusst. Sollte nur ein Parameter den Wert Null besitzen, würde sich jede Diskussion erübrigen. Dieser Sachverhalt steht im drastischen Gegensatz zu reißerischen Versprechungen vieler Medien über eine „zweite Erde“, aber auch die von einzelnen Wissenschaftlern, die ihre Forschung an Exoplaneten suggestiv mit der Suche nach Leben im All verbinden. Man darf davon ausgehen, dass es hier lediglich um die Akquise von Forschungsgeldern mittels spektakulärer PR geht. Zumindest ist mir dies bei der Evaluierung von Forschungsanträgen bei der Europäischen Kommission mehrfach aufgefallen.

Im SETI-Kontext wird gern mit der schier Anzahl an Sternen argumentiert. Motto: Es gibt so viele Sterne mit Planeten, da muss es im Weltall vor Leben nur so wimmeln. Das mag durchaus sein, wissen können wir das aber nicht. Mit der obigen Betrachtung bricht dieses immer wieder angeführte Argument aus statistischer Sicht (und nur darum geht es) jedenfalls in sich zusammen. Das Anzahlargument ist reiner Glaube. Wir sehen also, wie ungeeignet die Drake-Gleichung für die Abschätzung der Wahrscheinlichkeit von Leben im All

ist. Wir kennen weder alle Elemente der Gleichung noch wissen wir hinreichend viel über deren Genauigkeiten.

Fußnoten:

- 1 Es gibt eine Reihe von Varianten des anthropischen Prinzips, auf die ich hier nicht eingehen kann.
- 2 Genau diese Intention Drakes wird i.d.R. ignoriert und seine Gleichung oft als verlässliche Abschätzung verkauft.

Literaturhinweise:

- [1] Carter, B., 1974, In: *Confrontation of cosmological theories with observational data; Proceedings of the Symposium, Krakow, Poland, September 10-12, Dordrecht, D. Reidel Publishing Co., p. 291-298*
- [2] Diamond, J., 2006, *Arm und Reich: Die Schicksale menschlicher Gesellschaften, Auflage: 9 – 2006, ISBN 3596172144*
- [3] Drake, F., Sobel, D., 1998, *Signale von anderen Welten – die wissenschaftliche Suche nach außerirdischer Intelligenz. Droemer, Knaur, München 1998, ISBN 3-426-77351-1*

Leben im All?

– II. Sehnsucht nach Kontakten

von Thomas Eversberg

Gibt es außerirdisches Leben auf einer „zweiten Erde“ in einem anderen Sternsystem? Gibt es dort vielleicht sogar intelligentes Leben? Und wenn ja, können wir Kontakt aufnehmen? Mit der Entdeckung extrasolarer Planeten (Exoplaneten) liefert die Forschung nicht nur spektakuläre Ergebnisse, die unser kosmisches Weltbild revolutionieren. Darüber hinaus wird nun spekuliert, dass das Weltall von Leben nur so wimmelt – die physikalischen Gesetze gelten ja überall. Ist dieser Ansatz jedoch richtig? Kann man die Wahrscheinlichkeit für extrasolares Leben überhaupt verlässlich abschätzen? Und wie wahrscheinlich ist ein Kontakt mit einer anderen Zivilisation? (*Teil I des Beitrags erschien im VdS-Journal für Astronomie 64 (I-2018), S. 119*)

Verloren in Raum und Zeit

Ein spezieller Parameter der Drake-Gleichung ist die Zeitdauer, in der entwickelte Zivilisationen Signale an uns senden können. Er hat insofern einen besonderen Charakter, da er sowohl von der Distanz zu anderen Zivilisationen als auch von der Zeit abhängig ist, die ein ausgesendetes Signal zu uns braucht. Eine Zivilisation am „anderen Ende unserer Galaxis“ wird angesichts der Signalübertragungsdauer von rund 100.000 Jahren, gelinde gesagt, nur recht veraltete Nachrichten übermitteln können, und eine sinnvolle Unterhaltung ist unmöglich. Darüber hinaus müssen entsprechende zivilisatorische Epochen übereinstimmen. Der Sender muss senden und der Empfänger entsprechend verspätet empfangen können, beides jeweils in Zeitaltern, in der die entsprechende Technik auch zur Verfügung steht. Für die Erde sind das die letzten 150 Jahre, also knapp ein 25-tausendstel der Zeit seit dem Auftritt des Menschen vor rund 4 Millionen Jahren. Und da das für eine Unterhaltung wechselseitig möglich sein muss, stößt man hier zwangsläufig auf Probleme verschiedener Epochen in der Entwicklung und Existenz von intelligenten Spezies. Auf jeden Fall dürften die Dialogpartner nicht zu weit entfernt voneinander leben, ansonsten wäre ein Gespräch wiederum sinnlos (Abb. 1). Darüber hinaus hängt



1

Der Andromeda-Nebel mit einer ähnlichen Struktur und Größe wie unsere Galaxis (Wikipedia)

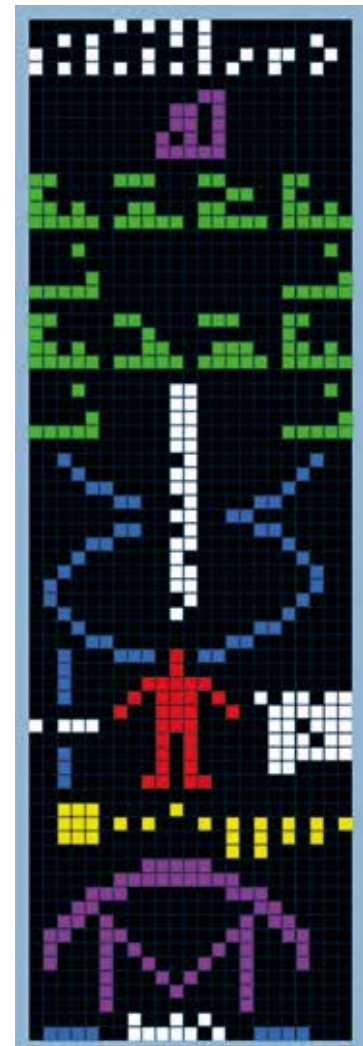
die Zeitdauer, in der entwickelte Zivilisationen Signale an uns senden können (der Faktor L in der Drake-Gleichung – siehe Teil I) wieder von den im ersten Teil angesprochenen Unsicherheiten ab. Wer weiß schon, ob und wann die Radiotechnik generell entwickelt wird. Und wie lang eine Spezies überhaupt existieren kann, hängt dann wiederum von vielen unbekanntem Parametern ab, wie wir es an unseren unsicheren Zukunftsaussichten durchaus ablesen können. Mit diesen Überlegungen kann sich die Gesamtunsicherheit der Drake-Gleichung wiederum nur erhöhen, nicht aber verringern.

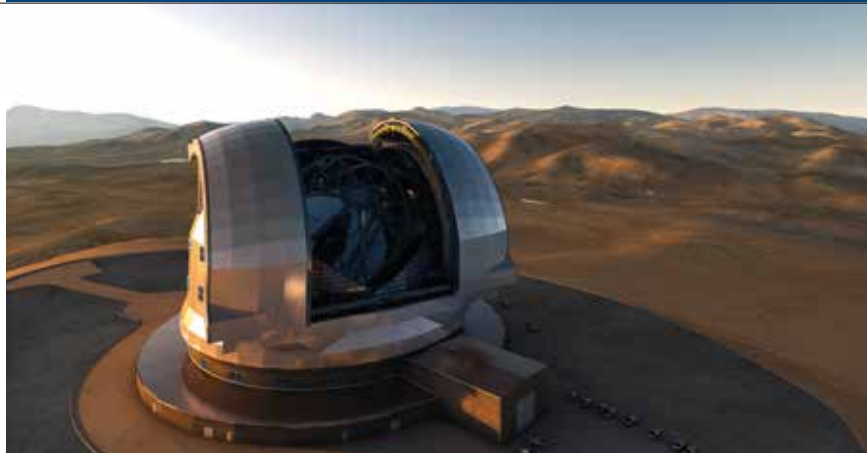
Worüber wollen wir reden?

Man mag nun einwenden, dass entwickelte Zivilisationen durchaus zum richtigen Zeitpunkt in unserer kosmischen Nachbarschaft innerhalb weniger hundert Lichtjahre entstanden sein könnten. Das ist natürlich völlig korrekt, auch wenn man das nicht wissen kann. Abgesehen von der ungemein geringen Wahrscheinlichkeit dieser Situation muss man dann jedoch nach dem „Unterhaltungswert“ eines Dialogs fragen, bei dem die

2

Die in Richtung M 13 gesendete und korrekt decodierte Arecibo-Botschaft (Wikipedia)





3 Das im Bau befindliche European Extremely Large Telescope (Wikipedia)

Antworten um einige hundert Jahre verzögert wären. Oder anders ausgedrückt: Würde uns die Antwort auf eine Frage interessieren, die wir vor 1.000 Jahren an eine 500 Lichtjahre entfernte Zivilisation gestellt haben?

Man mag einwenden, dass eine fremde Zivilisation für uns interessante Informationen quasi in einer Einbahnstraße senden könnte. Die Wahrscheinlichkeit für solch ein Handeln sowie für den Empfang solch einer Nachricht dürfte jedoch sehr gering sein. Die Menschheit hat das schon einmal durchgeführt, als sie am 16. November 1974 mit dem Arecibo-Radioteleskop eine codierte Nachricht in Richtung des Kugelhaufens M 13 sendete. Abgesehen davon, dass diese von Frank Drake und Carl Sagan initiierte „Arecibo-Botschaft“ [4] (Abb. 2) den Sternhaufen wegen der abfallenden Signalstärke nicht erreichen kann, wäre ein Dialog mit rund 50.000-jähriger Verzögerung inhaltslos, selbst wenn eine solche Nachricht relativ komplexe Informationen liefern kann, falls sie entschlüsselt wird. Egal, die Arecibo-Botschaft war eine reine Werbeveranstaltung. Ich will damit nicht sagen, dass der Versuch, fremde Nachrichten mit Radioschlüsseln zu empfangen, prinzipiell zum Scheitern verurteilt ist. Ob die Finanzierung entsprechender Radioteleskope angesichts der vom SETI-Projekt zugrunde gelegten Drake-Wahrscheinlichkeiten (SETI erwartet 300 Zivilisationen in der Milchstraße) und völlig unsicheren realen Faktoren der Öffentlichkeit zu vermitteln ist, ist dabei eine ganz andere Frage. Insbesondere, wenn es um Kosten von mehreren Milliarden Dollar geht, wie sie 1971 für das vorgeschlagene Zyklop-Projekt (ein Antennenpark mit 1.500 Teleskopen von rund 100 Metern Durchmesser) veranschlagt wurden. Darüber hinaus sollte man fragen, ob ein

Kontakt mit einer hochentwickelten Zivilisation für uns gut ist. Beim Aufeinandertreffen unterschiedlicher Kulturen auf der Erde folgten beinahe durchweg Mord und Totschlag, so dass Douglas Adams in „Per Anhalter durch die Galaxis“ wohl den Kern der Sache getroffen hat. Die Vogonenraumschiffe sprengten die Erde jedenfalls zugunsten eines intergalaktischen Highways ...

Glauben und Wissen

Wir müssen also davon ausgehen, dass gleiche physikalische Gesetze und die Drake-Gleichung für die Frage nach außerirdischem Leben oder gar außerirdischer Intelligenz keine befriedigenden Antworten liefern können. Eine zumindest näherungsweise Abschätzung der Wahrscheinlichkeit für Leben im All ist schlicht unmöglich. Dazu fehlen uns zum einen die entsprechenden statistischen Fakten (es gibt nur ein einziges uns bekanntes Beispiel für Leben auf einem Planeten, unsere Erde) und zum anderen das Wissen um die Voraussetzung niedrigen oder gar intelligenten Lebens. Bekannt sind lediglich einige Faktoren, die im Laufe von rund vier Milliarden Jahren Evolution allgemein wichtig gewesen sein könnten. Die potenziellen Varianten unterschiedlicher geologischer und evolutionärer Entwicklungen sind jedoch so zahlreich, dass sie keine verlässlichen Szenarien liefern können. Man kann durchaus der Idee nachhängen, dass es „dort draußen“ doch Leben geben müsse – ich gebe offen zu, dass auch ich nicht frei bin von dieser romantischen Vorstellung. Man sollte sich dann aber klar machen, dass man damit prinzipiell den Vorstellungen von Urvölkern und damit unseren Ursprüngen folgt. Das ist insofern wenig überraschend, da wir entwicklungsgeschichtlich unser Verhalten nicht wesentlich weiter entwickelt

haben, obwohl wir natürlich extrem viele Erkenntnisse angesammelt haben. Wir stehen eben immer noch „mit dem einen Bein im Marskanal, mit dem anderen im Neandertal“ (Udo Lindenberg), was angesichts der geringen zeitlichen Distanz zu unseren Vorfahren nicht überrascht. Betrachtet man jedoch die Fakten im wissenschaftlichen Sinn, sollten wir Glauben und Wissen stets scharf voneinander trennen. Das bedeutet jedoch, dass wir einfach nicht wissen, ob es außerirdisches Leben gibt. Und vermutlich wird sich das in absehbarer Zeit nicht ändern.

Helfen moderne Teleskope weiter?

Per heute (Februar 2018) kennen wir rund 3.700 Exoplaneten, überwiegend Gasplaneten. Dies ist zweifellos modernen Teleskop- und Detektortechnologien zu verdanken. Spektroskopische Messungen liefern mittlerweile sogar Daten zur Zusammensetzung der Atmosphären einiger Exoplaneten. Die Vermutung liegt daher durchaus nahe, entscheidende Durchbrüche inklusive einer Entdeckung von Lebenssignaturen stünden kurz bevor. Das ist angesichts wissenschaftlicher Öffentlichkeitsarbeit wenig überraschend, werden entsprechende Fantasien von im Feld aktiven Wissenschaftlern durchaus befördert, um, wie schon dargestellt, Forschungsgelder für entsprechende Grundlagenforschung zu erhalten [5]. In der astrophysikalischen Fachliteratur spielen diese Fantasien jedoch keine wesentliche Rolle. Warum ist das so?

Die Antwort findet sich wieder einmal in den finanziellen und physikalischen Randbedingungen. Wissenschaftlern ist zunächst klar, dass auch extrem große Teleskope (Abb. 3) keine Quantensprünge in Sachen Datenqualität liefern können. Schon jetzt meinen die meisten Forscher, dass neue Exoplaneten nur noch mit großen Teleskopen ab etwa 4 m Apertur entdeckt werden können. Darüber hinaus scheinen fundamentale Untersuchungen physikalischer Parameter von Exoplaneten nicht auszureichen, um das entsprechende Forschungsgebiet und dazu notwendigerweise riesige Teleskope in der Öffentlichkeit zu legitimieren. Die Astronomie hat sich völlig analog zur Hochenergiephysik auf den Pfad teurer Großforschung begeben und auch Astronomen werden wohl bald an ihre „natürlichen finanziellen Grenzen“ stoßen,

wie es bei Teilchenbeschleunigern schon geschehen ist. Der Zugang zu den Geldtöpfen ist eben limitiert. Außerdem darf man aus physikalischen Gründen nicht erwarten, dass uns zukünftige Großteleskope der 40-Meter-Klasse Informationen liefern, die die oben beschriebenen prinzipiellen Probleme überwinden. Größere Teleskope, ob im All oder auf der Erde, werden zwar bessere Daten mit kleineren Fehlerbalken liefern. Doch Teleskopoptiken sind im Wesentlichen von zwei Faktoren dominiert, dem geometrischen bzw. spektralen Auflösungsvermögen und dem Bildkontrast (dem Signal-zu-Rausch-Verhältnis der Daten). Beide Parameter hängen vom Spiegeldurchmesser ab und nicht von dessen Fläche. Das heißt, das kommende E-ELT wird die Datenqualität im Vergleich aktueller Großteleskope linear etwa um den Faktor 4 verbessern, nicht jedoch um Potenzen, wie es mit dem Begriff „Quantensprung“ so gern suggeriert wird. Da sind laienhafte Fantasie und die Sehnsucht nach anderen Erden bei der Akquise von Forschungsgeldern durchaus hilfreich.

Sehnsucht nach Kontakten?

Meine Betrachtungen dürften für manche Enthusiasten ziemlich ernüchternd sein. Wir sind nicht in der Lage, irgendetwas Verlässliches zur Wahrscheinlichkeit von Leben im All zu sagen. Außerdem verhindern die überwältigenden Distanzen zwischen den Sternen jeden sinnvollen Dialog, falls es denn andere Zivilisationen geben sollte. Daher bleiben uns nur fundamentale Untersuchungen fremder Welten durch Messungen. Im Sinne einer integren Wissenschaft sollten wir uns von fantastischen Vorstellungen eines Kontakts mit anderen Zivilisationen realistischerweise verabschieden.

Das scheint Vielen schwer zu fallen. Die Diskussion über belebte Exoplaneten und der Wunsch nach einem interstellaren Kontakt werden rege geführt. In den meisten Fällen geschieht dies unter völliger Ignorierung der wissenschaftlichen Fakten, sei es aus Enthusiasmus oder Unkenntnis. Diese Sehnsucht muss jedoch einen Grund haben. Dazu ist zu sagen, dass der Mensch entwicklungs-geschichtlich ein Herdentier ist. Ob bei der Jagd oder bei der Aufzucht des Nachwuchses – nur in Gruppen konnte unsere Spezies über Jahrmillionen derma-

Ben erfolgreich sein (Abb. 4). Und dabei waren wir stets Wanderer auf der Suche nach neuen Welten. Es liegt also nahe, uns generell eine Neigung zur Hinwendung zu anderen Menschen und Welten zu unterstellen. Oder anders: Da wir auf einem technologisierten, komplett entdeckten und vernetzten Planeten leben, sind wir entwicklungspsychologisch vielleicht sogar gezwungen, unsere Neigungen auf das unbekannte Weltall zu verlegen. Diese Neigung ist vermutlich auch der psychologische Treiber für die bemannte Raumfahrt. Dass dies alles an den überwältigenden Distanzen im All scheitert, beinhaltet eine gewisse Tragik und wir werden die Unerfüllbarkeit dieser Sehnsucht intelligent und rational kompensieren müssen. In dieser Hinsicht überlasse ich dem Science-Fiction-Autor Stanislaw Lem das letzte Wort. In seinem Roman Solaris [6] gibt er einen Hinweis auf unsere Natur sowie auf die Herausforderungen, die in Wirklichkeit auf uns warten.

„Wir wollen gar nicht den Kosmos erobern, wir wollen nur die Erde bis an seine Grenzen erweitern. Die einen Planeten haben voll Wüste zu sein, wie die Sahara, die anderen eisig wie der Pol oder tropisch wie der brasilianische Urwald. Wir sind humanitär und edel, wir wollen die anderen Rassen nicht unterwerfen, wir wollen ihnen nur unsere Werte übermitteln und, als Gegengabe, ihrer aller

Erbe annehmen. Wir halten uns für die Ritter vom heiligen Kontakt. ... Menschen suchen wir, niemanden sonst. Wir brauchen keine anderen Welten. Wir brauchen Spiegel. Mit anderen Welten wissen wir nichts anzufangen. Es genügt unsere eine, und schon ersticken wir an ihr.“

Literaturhinweise:

- [1] B. Carter, 1974: in *“Confrontation of cosmological theories with observational data”*, *Proceedings of the Symposium, Krakow, Poland, September 10-12, Dordrecht, D. Reidel Publishing Co.*, p. 291-298
- [2] J. Diamond, 2006: *„Arm und Reich: Die Schicksale menschlicher Gesellschaften“*, 9. Auflage, ISBN 3596172144
- [3] F. Drake, D. Sobel, 1998: *„Signale von anderen Welten – die wissenschaftliche Suche nach außerirdischer Intelligenz“*, Droemer, Knaur, München ISBN 3-426-77351-1
- [4] *The Staff at the National Astronomy and Ionosphere Center, 1975: „The Arecibo message of November, 1974“*, *Icarus* 26, p. 462
- [5] L. Kaltenegger, 2013: *„Die Suche nach der zweiten Erde“*, *Sterne und Weltraum* 9-2013
- [6] S. Lem, 1961: *„Solaris“*, Roman, Wydawnictwo Ministerstwa Obrony Narodowej (MON), Warschau (Erstausgabe)

