

Ist da jemand?

Sind wir die einzigen intelligenten Wesen in der Galaxis – oder haben wir Nachbarn und kennen sie nur noch nicht? Lange schon suchen Astronomen nach Hinweisen auf fremde Zivilisationen. Doch bis jetzt haben Forscher nur unwirtliche Planeten gefunden, die um ferne Sonnen kreisen

W

enn Frank Drake, 75, nachts zum Himmel aufschaut, sieht er nicht einfach nur Sterne – er sieht in seiner Fantasie 10 000 bewohnte Welten. Seit mehr als vier Jahrzehnten sucht der amerikanische Radioastronom nach Signalen außerirdischer Intelligenzen, und er ist davon überzeugt, dass sie irgendwo da draußen sein müssen und dass die Menschheit schon bald Kontakt mit ihnen aufnehmen wird: „In etwa 20 Jahren“, so der Physiker, „werden wir irgendwo im Band der Milchstraße auf eine Zivilisation stoßen.“

Das Thema bewegt Denker und Forscher seit Jahrtausenden. Bereits im 4. Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung schrieb Metrodoros von Chios, ein Schüler des Philosophen Demokrit, das unbegrenzte Universum sei bevölkert von einer unbegrenzten Vielzahl unterschiedlicher Welten – was auf der Vorstellung beruht, dass es nicht logisch wäre, wenn ein riesiger Acker nur eine einzige Ähre hervorbrächte. Für ähnliche Überzeugungen starb der italienische Naturphilosoph Giordano Bruno noch zu Beginn des 17. Jahrhunderts auf dem Scheiterhaufen der Inquisition in Rom.

Doch seither hat die Frage, ob die Erde samt ihren Bewohnern ein Unikat in den Weiten des Alls ist oder ob es anderswo noch erdähnliche, vielleicht sogar bewohnte **Planeten** geben könnten, Philosophen wie Astronomen nicht mehr losgelassen.

Schon als junger Physiker glaubte Frank Drake fest an die zweite Möglichkeit. Und so unternahm er als einer der Ersten den Versuch, mit hochwertiger Technik systematisch Beweise dafür zu sammeln. Er startete ein Experiment, das bis heute andauert.

Früh erkannte Drake, dass die Radioastronomie (Seite 108) ein Weg sein könnte, um intelligentes Leben in anderen Sternensystemen zu entdecken. Seine Überlegung: Jede technische Zivilisation gelangt im Laufe ihrer Entwicklung an den Punkt, wo sie die Wellen des **elektromagnetischen Spektrums** zur Kommunikation einsetzt. Sollten Astronomen im All also auf Radiosignale stoßen, die offensichtlich nicht natürlichen Ursprungs sind, könnten diese nur von einer fremden Intelligenz stammen.

Wie aber sollten diese Signale zu erkennen sein? Und vor allem: Wo müsste man mit der Suche beginnen?

Frank Drake entschied sich für unsere unmittelbare galaktische Nachbarschaft: Im Jahr 1960 richtete er die 26 Meter große Antennenschüssel des Radioastronomie-Observatoriums von Green Bank, West Virginia – wo er als Forscher beschäftigt war –, auf die nahen, sonnenähnlichen Sterne Tau Ceti (11,9 Lichtjahre entfernt) und Epsilon Eridani (10,5 Lichtjahre entfernt). Denn mit dieser Antenne, so hatte er berechnet, müssten noch **Radiowellen** aufzuspüren sein, die in einer Entfernung von ungefähr zehn

Lichtjahren versendet worden waren – etwa zur Kommunikation oder Navigation. Doch das Projekt blieb ergebnislos, und die Messungen wurden nach drei Monaten wieder eingestellt.

Aber der Anfang war gemacht, und im Jahr darauf trafen sich in Green Bank Wissenschaftler unterschiedlicher Disziplinen zu einer Konferenz, um über die Möglichkeit zu diskutieren, außerirdische Intelligenzen mithilfe der Radioastronomie zu finden. Aus der anfangs als Spleen belächelten Idee einzelner Astronomen wurde innerhalb von zehn Jahren ein zwar kleiner, aber anerkannter Bereich der astronomischen Forschung, den man SETI nannte: „Search for Extraterrestrial Intelligence“, Suche nach außerirdischer Intelligenz.

Das Verfahren, mit dem Wissenschaftler seither vernunftbegabte Wesen im All aufzuspüren versuchen, folgt einem einfachen Gedanken: Weil sich elektromagnetische Wellen mit **Lichtgeschwindigkeit** ausbreiten, würde beispielsweise ein aus der Nähe von Tau Ceti abgestrahltes, künstliches Signal für den Weg zur Erde fast zwölf Jahre benötigen. Umgekehrt könnte eine technische Zivilisation, die weiter als 100 Lichtjahre von der Erde entfernt ist, von der Menschheit noch gar nichts wissen – denn seit etwa 100 Jahren versenden die Menschen überhaupt erst Informationen mittels Radiowellen.

Also begannen die Forscher mit ihrer Suche bei jenen Sternen, die nicht allzu

Text: Rainer Kayser; Illustration: Tim Wehrmann



Darstellung eines Planeten außerhalb des Sonnensystems: ein zerfurchter Mond (rechts) begleitet einen riesigen Himmelskörper aus Gas. Astronomen haben bisher rund 170 exosolare Planeten entdeckt, doch Leben wäre wohl nur auf einem festen, erdähnlichen möglich

weit von der Sonne entfernt sind – und sie konzentrierten sich auf ganz bestimmte Frequenzen.

Dabei verfahren sie bis heute wie bei der Sendersuche in einem Autoradio. Denn jede Radiostation funkt in ihrem eigenen, schmalen Frequenzbereich, und nur ein kleines Stückchen neben dieser Frequenz ist der Sender schon nicht mehr zu empfangen.

Auch bei der Fahndung nach außerirdischen Intelligenzen spüren die Wissenschaftler mit ihren Antennen nur nach ähnlich schmalbandigen, periodisch modulierten Radiosignalen mit einem erkennbaren Muster. Derartige

Signale kommen in der Natur nicht vor. Fände man sie, wären sie mit großer Sicherheit künstlichen Ursprungs.

1984 wurde auf Drakes Initiative in Mountain View, Kalifornien, das SETI-Institut gegründet: eine private, gemeinnützige Einrichtung, die den Ursprung und die Verbreitung von Leben im Universum erforschen und erklären will. Ihre Projekte werden überwiegend von Unternehmen und Privatpersonen finanziert, aber auch von renommierten Institutionen wie dem Jet Propulsion Laboratory der NASA in Pasadena.

Bei ihrer Fahndung nach Außerirdischen nutzen die SETI-Wissenschaftler

unter anderem eins der größten **Radio-teleskope** der Welt in Arecibo auf Puerto Rico. Bei der Auswertung der dort anfallenden immensen Datenmengen helfen heutzutage mehr als fünf Millionen PC-Besitzer in aller Welt: Ein kostenlos im Internet bereitgestelltes, kleines Programm durchforstet Datensätze, die paketweise auf die Privat-PCs übermittelt wurden, nach verdächtigen Signalen. Die SETI-Rechner in Mountain View allein würden dafür viele Jahre brauchen.

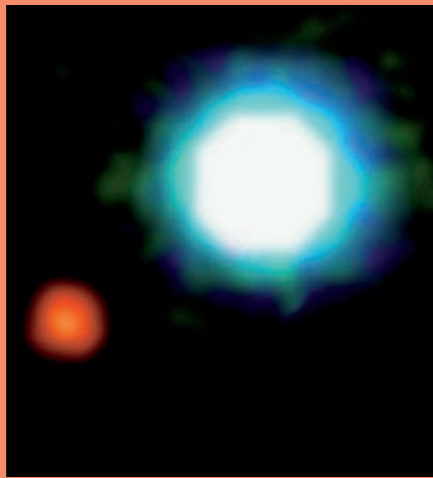
Allerdings steht die Arecibo-Antenne den Jägern der Außerirdischen nicht ständig zur Verfügung. Auch deshalb errichtet das SETI-Institut derzeit ge-

meinsam mit der Berkeley University im Nordosten Kaliforniens eine gewaltige Empfangsanlage mit 350 Antennen, die vor allem der SETI-Forschung dienen soll. Nach der Fertigstellung 2008 wird das Teleskop eine Million Sterne auf Millionen von Frequenzkanälen systematisch nach gefunkten Lebenszeichen abhören können.

Die Erfolgsaussichten einer solchen Suche abzuschätzen, das versuchte Frank Drake bereits 1961. Mit der „Drake-Gleichung“ schuf er eine Formel, dank welcher sich die Zahl der technisch fortgeschrittenen Zivilisationen in der Milchstraße annähernd berechnen ließe, wenn sie eines Tages nicht mehr – wie heute – vor allem aus Unbekanntem bestünde (Kasten rechte Seite).

Halbwegs bekannt sind lediglich zwei Größen dieser Formel: die Entstehungsrate neuer Sterne in der Milchstraße (gäbe es in der Galaxis nur alte Sterne, würde man dort wahrscheinlich keine Zivilisationen mehr antreffen) und die Zahl der Planetensysteme: Nach neuesten Erkenntnissen bringen die Gaswolken der Galaxis pro Jahr durchschnittlich sieben neue Sonnen hervor, und schätzungsweise fünf bis zehn Prozent aller Sterne sind von Planeten umgeben.

Dagegen weiß nach dem derzeitigen Forschungsstand niemand, wie viele von diesen für Lebewesen geeignet sind, mit welcher Wahrscheinlichkeit sich auf einem Planeten überhaupt Leben und schließlich Intelligenz entwickeln oder wie lange eine Zivilisation, die technische Hilfsmittel zur Kommunikation nutzt, durchschnittlich besteht. So vermuten „Optimisten“ Millionen technischer Zivilisationen in der Galaxis,



Das erste Bild einer fremden Welt, fotografiert im April 2004: Der Braune Zwerg 2M 1207 wird in etwa 8,2 Milliarden km Entfernung von einem rötlich erscheinenden Planeten umkreist

während die „Pessimisten“ mit lediglich einer einzigen rechnen: unserer eigenen.

Denn das Gebiet in der Milchstraße, in dem sich erdähnliche und für die Entwicklung von Leben geeignete Planeten bilden könnten, ist begrenzt: ein Ring zwischen Mitte und äußerem Rand, in dem die dafür nötigen **schweren Elemente** vorkommen. Zu weit außen gibt es davon nicht genug, und zu weit in der Mitte ist die Galaxis zu unruhig. Sternexplosionen sowie heiße Gas- und Staubwolken machen dort den Kosmos zur lebensfeindlichen Zone.

Auftrieb erhielt die SETI-Forschung vor zehn Jahren, als die Schweizer Astronom Didier Queloz und Michel Mayor den ersten Planeten in der Umlaufbahn um einen sonnenähnlichen Stern aufspürten: Er umkreist den 50 Lichtjahre entfernten Stern 51 Pegasi – ein mit bloßem Auge gerade noch erkennbares Gestirn im Sternbild Pegasus.

Erstmals war bewiesen, dass unser Sonnensystem keine Ausnahme ist und auch andere Sterne von Planeten umrundet werden. Bis Ende 2005 hatten Astronomen bereits bei fast 150 Sternen insgesamt rund 170 so genannte **Exoplaneten** entdeckt, und fast monatlich kommt ein neuer hinzu.

Allerdings zeigen die bislang entdeckten Exoplaneten kaum Ähnlichkeiten mit jenen in unserem Sonnensystem. Und dass es auf ihnen höheres Leben gibt, ist wegen der dort herrschenden Bedingungen ebenfalls wenig wahrscheinlich. Denn ein Großteil von ihnen sind Riesen mit der mehrfachen Masse des Jupiter, die auf extrem engen und stark elliptischen Bahnen um ihre Sterne kreisen.

Das Problem beim Nachweis von Exoplaneten liegt im beschränkten Instrumentarium, das den Astronomen auf der Erde zur Verfügung steht. Weil derart weit entfernte Planeten zu schwach leuchten, um neben den hellen Sternen selbst in großen Teleskopen sichtbar zu sein, sind die Wissenschaftler auf indirekte Nachweismethoden angewiesen (Kasten Seite 155). Lediglich in drei Fällen, so vermuten Astronomen, ist es ihnen bisher geglückt, Fotos von Exoplaneten aufzunehmen.

Dennoch gelingt es ihnen immer häufiger, selbst kleinere Planeten aufzuspüren. Ende 2005 entdeckten Astronomen an der Europäischen Südsternwarte (ESO) in Chile in der Nähe eines 20,5 Lichtjahre entfernten Zwergsterns im Sternbild Waage einen Planeten von der Masse des Neptun. Er braucht für eine Sonnenumrundung nur 5,4 Tage, denn er ist durchschnittlich gerade einmal sechs Millionen Kilometer von seinem Zentralgestirn entfernt; das ist etwa ein Zehntel des Abstandes zwischen unserer Sonne und Merkur. „Auf dieser Welt muss es sehr heiß sein – etwa 150 Grad Celsius“, schrieben ihre Entdecker in der offiziellen ESO-Mitteilung.

Das bislang kleinste bekannte Exemplar ist ein Planet mit dem etwas sperrigen Namen OGLE-2005-BLG-390Lb. Er hat nur die 5,5fache Masse der Erde (Jupiter: 320fache Erdmasse) und umkreist einen rund 22 000 Lichtjahre entfernten Stern im Schützen, der aber nur ein Fünf-

tel der Sonnenmasse besitzt und deswegen entsprechend kühler ist. Zehn Jahre benötigt der Planet für einen Umlauf um den Mutterstern, hat wahrscheinlich eine dünne Atmosphäre – allerdings auch eine Oberflächentemperatur von minus 220 Grad Celsius. Damit scheidet er als Heimat für höheres Leben aus.

Erdähnliche Planeten in einer Distanz zu ihrem Stern, die etwa die Existenz von flüssigem Wasser oder die Bildung einer Atmosphäre zuließe, haben Astronomen bislang noch nicht entdeckt. Natürlich wären solche Planeten für die Suche nach Leben am interessantesten. Denn immerhin ist schon einmal unter ähnlichen Bedingungen höheres Leben entstanden: auf der Erde.

Selbst in dem Fall aber, dass nur wenige Sterne erdähnliche Planeten haben sollten: Angesichts von über 100 Milliarden Sonnen allein in unserer Milchstraße könnte es gleichwohl Zehntausende lebensfreundlicher Welten geben. Bleibt die Frage, ob günstige Bedingungen immer auch zur Entstehung von Leben führen – und zu intelligenten Wesen mit einer technischen Zivilisation. Die Erde war immerhin drei Milliarden Jahre lang nur von Bakterien bevölkert, ehe sich Pflanzen und Tiere entwickelten.

Viele Wissenschaftler glauben deshalb, dass die Entstehung komplexen Lebens nur ein seltenes, von vielen Zufällen abhängiges Ereignis sei.

So hat die Erde einen großen Mond, der mit seiner Anziehungskraft ihre Rotationsachse stabilisiert, wodurch das Klima über lange Zeiten relativ konstant

Und schließlich hat unser Planet auch die richtige Entfernung zur Sonne, um flüssiges Wasser und damit Leben zu ermöglichen.

Forscher wie Frank Drake halten es trotz dieser so unterschiedlichen Ausgangssituationen für denkbar, dass sich die Evolution anderswo ganz ähnlich abgespielt und zu dem gleichen Endergebnis geführt habe: der Entstehung intelligenten Lebens.

Denn die Umweltbedingungen auf einem Planeten, so der NASA-Experte David Grinspoon, entwickelten sich stets gemeinsam mit dem Leben, das Leben selbst verändere die Umwelt. Tatsächlich reicherten Bakterien auf der Erde einige Milliarden Jahre lang die Luft mit Sauerstoff an, was überhaupt erst die Ausbildung komplexen Lebens ermöglichte.

Doch auch eine solche „optimistische“ Sicht führt zu Problemen, wie sie der Physiker Enrico Fermi bereits 1943 formuliert hat. Nach Fermi könnte eine raumfahrende Spezies innerhalb weniger Millionen Jahre die gesamte Milchstraße besuchen. Die Außerirdischen müssten inzwischen also schon überall ihre Spuren hinterlassen haben. Für Fermi war die Sache damit klar: Wir sehen diese Spuren nicht – also gibt es keine fremden Intelligenzen. Der Gegenbeweis wird wohl erst erbracht sein, wenn die gewaltigen Radioantennen tatsächlich außerirdische Signale empfangen.

Ein anderes Ziel werden die Forscher vermutlich schneller erreichen: die intensive Beobachtung und wissenschaftliche Untersuchung von Exoplaneten.

Denn die Jagd nach ihnen findet jetzt auch im All statt. Schon von 2006

an soll der französische Satellit „Corot“ und ab 2008 der NASA-Satellit „Kepler“ nach Helligkeitsschwankungen von Sternen suchen und dadurch selbst erdgroße Planeten entdecken können, die

diese Sonnen umkreisen. Erste Bilder von erdähnlichen Exoplaneten könnte ab 2015 dann das europäische Weltraumteleskop „Darwin“ liefern.

Die Analyse des von den Exoplaneten reflektierten Lichtes würde dann möglicherweise zeigen, ob es dort Leben gibt. Ein hoher Sauerstoffanteil in der Atmosphäre etwa könnte ein Zeichen für eine belebte Welt sein. Und vielleicht ließe sich dadurch irgendwann sogar die Existenz einer anderen technischen Zivilisation in der Galaxis beweisen: Wenn

Die Drake-Gleichung

Eine Formel gegen die Einsamkeit

Die Formel, mit der Frank Drake die Anzahl der Zivilisationen in unserer Milchstraße (N) berechnen will, die mit technischen Hilfsmitteln kommunizieren, ist ein Produkt aus sieben Faktoren: $N = R_* \times f_p \times n_e \times f_l \times f_i \times f_c \times L$.

Drakes eigenes Rechenbeispiel: In der Galaxis entstehen pro Jahr fünf neue Sterne ($R_* = 5$). 50 Prozent aller Sterne haben Planeten ($f_p = 0,5$). In jedem dieser Systeme gibt es im Durchschnitt zwei Planeten mit lebensfreundlichen Bedingungen ($n_e = 2$). Angenommen wird, dass, wo Leben möglich ist, auch welches entsteht ($f_l = 1$), was in 20 Prozent der Fälle zu einer intelligenten Spezies führt ($f_i = 0,2$). Jede von ihnen entwickelt auch eine mit technischen Mitteln kommunizierende Zivilisation ($f_c = 1$), die im Durchschnitt 10 000 Jahre existiert ($L = 10 000$). Daraus ergäbe sich für die Milchstraße eine Zahl von 10 000 entwickelten Zivilisationen. Unter Astronomen ist Drakes Gleichung als wissenschaftlich seriöse Formel anerkannt. Allerdings: Nur die ersten beiden Werte sind annähernd bekannt – alles andere ist bislang Spekulation. *Jürgen Bischoff*

sich nämlich bei der Analyse herausstellen würde, dass sich in der Atmosphäre eines Exoplaneten Stoffe befinden, die nicht auf natürliche Weise entstanden sein konnten. Chlorierte Kohlenwasserstoffe zum Beispiel, die auf der Erde zur Zerstörung der Ozonschicht beitragen.

Gut möglich also, dass *wir* es sind, die zuerst entdeckt werden: wenn nach vielen hundert Jahren das heute von der Erde reflektierte Licht eine andere Zivilisation erreicht, die mit Teleskopen das All durchforstet – auf der unermüdlichen Suche nach Kontakt zu Anderen. □

Dr. Rainer Kayser, 48, war Astrophysiker an der Hamburger Sternwarte und arbeitet heute als Wissenschaftsjournalist in Hamburg.

Leben verrät sich, denn es verändert die Umwelt