

„Die Jagd ist eröffnet“

Gibt es intelligentes Leben in fremden Welten? Melden sich Außerirdische über Funk? Mit verfeinerten Meßmethoden und Geräten fahnden Astronomen nach benachbarten Zivilisationen. Erstmals wurde außerhalb des Sonnensystems, im Sternbild Pegasus, ein Planet entdeckt – zu unwirtlich allerdings für die Entstehung von Leben.

So muß es in der Hölle aussehen. Zwischen glühenden Gesteinshügeln brodeln Seen aus kochendem Aluminium. Luft und Wasser sind längst verdampft. Dazu herrscht eine Schwerkraft wie ein Keulenschlag: Landete ein Besucher von der Erde auf der Oberfläche dieser Welt, hätte er das Gewicht eines Rindviehs.

Ein ungastlicher Ort – doch die Astronomen sind begeistert wie lange nicht mehr. Nach quälend langer Suche sind sie zum erstenmal in einem fremden Sonnensystem auf einen Planeten gestoßen: Wie sich die Erde um die Sonne dreht, so umkreist der heiße Himmelskörper den Fixstern Pegasus 51.

Entdeckt wurde der Sternbegleiter von den Schweizer Astronomen Michel Mayor und Didier Queloz vom Observatorium Genf. Die Astroforscher, die ihren Fund Anfang Oktober auf einer Tagung in Florenz präsentierten, beobachteten ihn allerdings nicht direkt. Mit hochempfindlichen Instrumenten registrierten sie winzige Schlingerbewegungen von Pegasus 51, die nur durch die Gegenwart eines Trabanten hervorgerufen werden können.

„Pegasus 51 ist ein stinknormaler Stern wie unsere eigene Sonne“, sagt Mayor. Und doch unterscheidet sich das nur 45 Lichtjahre entfernte Sonnensystem in krasser Weise von dem irdischen: Der neu entdeckte Trabant braucht nicht ein Jahr, wie



Menschheitsmythos Himmelswesen*: Verwurzelter Glaube

die Erde, um seine Sonne zu umrunden, sondern nur vier Tage.

In 20mal geringerer Entfernung als die Erde um die Sonne taumelt er um sein Zentralgestirn herum – die Sternenforscher mochten zu nächst kaum glauben, daß der heiße Atem des Sterns diesen Begleiter nicht längst in den eisigen Leerraum gepustet hat. „Es ist schon seltsam“, wundert sich der Münchner Astrophysiker Gregor Morfill, „daß man als erstes auf einen solchen Exoten gestoßen ist.“

Doch amerikanische Astronomen haben die Wackel-Messungen mit ihren Teleskopen inzwischen wiederholt und die Ergebnisse überprüft. „Die Daten fügen sich zusammen wie die Perlen auf einer Schnur“, bestätigt Paul Butler von der Universität von Kalifornien in Berkeley. „Eine wilde Sache, es gibt keine andere Erklärung, als daß es ein Planet ist“, jubelt sein Kollege Geoffrey Marcy.

„In den letzten Jahren gab es eine Reihe von Falschmeldungen, weil die Messungen zu ungenau waren“, sagt Steven Beckwith, Direktor des Heidelberger Max-Planck-Instituts für Astronomie. „Aber jetzt sieht wirklich alles nach einem Planeten aus.“

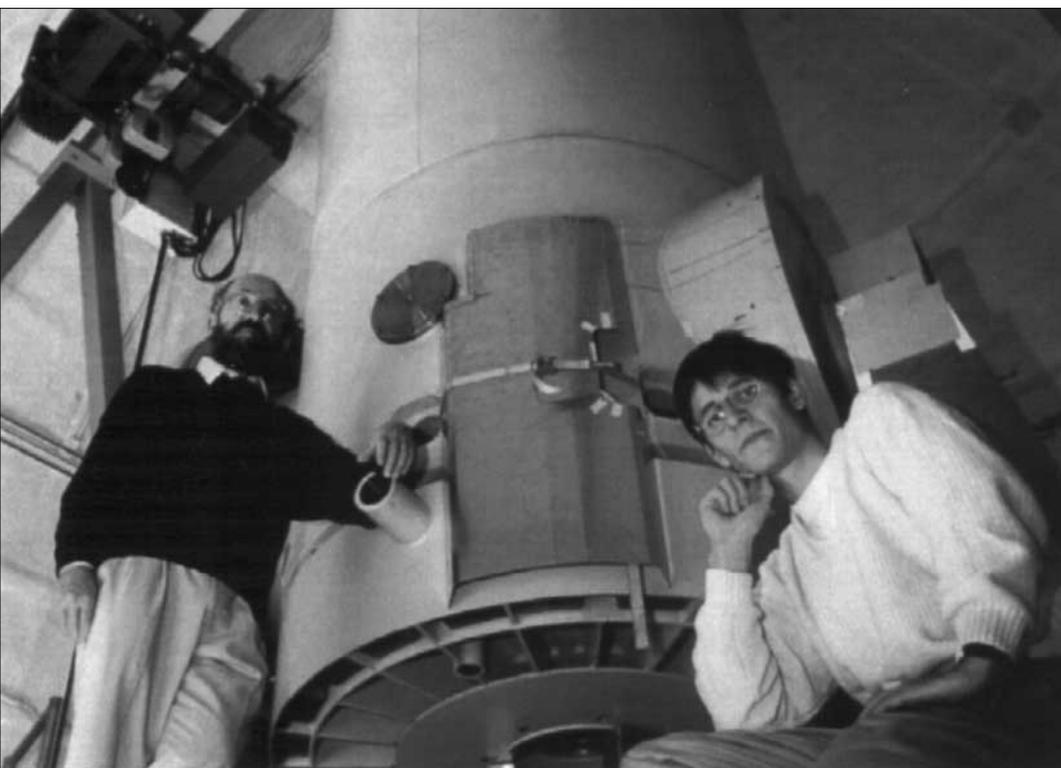
Der Sensationsfund kommt nicht aus heiterem Himmel. Eingeweihte sehen darin nur den Auftakt für eine abenteuerliche Epoche der Fernerkundung neuer Welten. Meß- und Analysegeräte haben jetzt eine solche Genauigkeit erreicht, daß sich damit bereits Riesenplaneten von der Masse

* Darstellung der Auffahrt des Propheten Elia zum Himmel; russische Ikonenmalerei aus dem 17. Jahrhundert.



Pferdekopfnebel (im Sternbild Orion): Hocken auch anderswo bierbäuchige Gestalten abends vor der Glotze?

SCIENCE PHOTO LIBRARY / FOCUS



Planetenentdecker Mayor, Queloz: Das Zittern einer Sonne führte zum Sensationsfund

REUTERS

des Jupiter oder des Saturn nachweisen lassen – und in den nächsten Jahren sollen noch schärfer-sichtige Weltraumaugen aufgestellt werden.

Eine wachsende Anzahl von Astronomen beteiligt sich an der Planeten-Fahndung. Beckwith: „Die Jagd ist eröffnet.“

Gespeist wird das Entdeckerfieber der Sternenforscher nicht aus dem buchhalterischen Ehrgeiz, neben den vielen schon bekannten Galaxien, Gasnebeln oder Quasaren noch ein paar weitere Punkte auf ihre dicht gesprenkelten Sternenkarten einzutragen – es geht um eine weit größere Frage. Planeten sind etwas ganz Besonderes: Nur auf der Oberfläche eines Planeten kann, wenn dieser von seiner Sonne moderat beheizt wird, Leben entstehen und sich zu immer höheren Formen emporentwickeln.

So geht es den Astronomen mit ihrer rastlosen Suche nach fernen Planeten im Kern darum, ein uraltes Menschheitsrätsel zu lösen: Sind wir allein in der „Leichen-

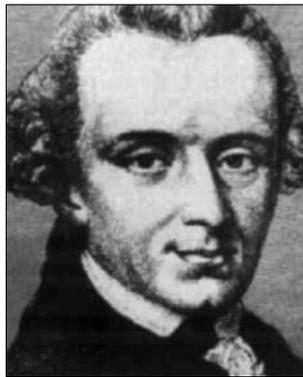
gruft des Alls“ (Jean Paul)? Oder gibt es noch andere von intelligenten Lebewesen bewohnte Welten? Hocken auch anderswo bierbäuchige Gestalten allabendlich vor der Glotze?

Auf dem nun entdeckten, 1300 Grad heißen Planeten ganz sicher nicht. Gut möglich jedoch, daß um Pegasus 51 noch kleinere kosmische Brocken schwirren, die sich mangels Masse der Entdeckung entziehen.

Was den erstmaligen Planeten-Fund so aufregend macht, ist der damit erreichte Durchbruch prinzipieller Art. „Bislang mußten wir stets mit der Möglichkeit rechnen, daß es außer dem unseren gar kein Planetensystem gibt“, sagt der US-Astronom George Gatewood von der University of Pittsburgh. Diese lähmende Ungewißheit sei nun gewichen.

Bestätigt fühlen sich Forscher wie Beckwith, der immer schon davon ausging, „daß es in der Galaxie Planeten im Überfluß gibt“, darunter viele mit „günstigen Lebensbedingungen“.

Aufatmen können auch die Himmelskundler bei der Nasa. Allen voran hat die amerikanische Weltraumbehörde



Philosoph Kant, Astronom Kopernikus
„Vollkommenere Wesen“ leben auf anderen Planeten



die Fahndung nach einer „anderen Erde“ und nach außerirdischem Leben zu ihrer wichtigsten Aufgabe für das nächste Jahrhundert erklärt. „Was für eine Offenbarung wäre das“, verkündete Nasa-Chef Dan Goldin letztes Jahr pathetisch. „Es würde das Streben und Denken der Menschen tief im Innern aufwühlen.“

Die Nasa plant, nach dem Vorbild des Hubble-Weltraumteleskops, ein Ein-Meter-Spezialfernrohr in eine Erdumlaufbahn zu hieven, das sich ausschließlich der Planetensuche widmen soll. Die europäische Raumfahrtagentur Esa will

ein ähnliches High-Tech-Instrument ins All schießen. Geschätzte Kosten: mindestens eine Milliarde Mark. Und gleich auf mehreren hohen Berggipfeln entsteht derzeit eine neue Generation von Superteleskopen, etwa das „Very Large Telescope“ der europäischen Südsternwarte in Chile.

In fünf bis zehn Jahren könnte sogar bislang für unvorstellbar gehaltenes möglich sein: die direkte Beobachtung und Erforschung ferner Planeten.

Abermals würde dadurch das Weltbild der Menschheit nachhaltig erschüttert werden: Das Licht, das der Begleiter eines Sterns abstrahlt, enthält gleichsam Fingerabdrücke der chemischen Elemente auf seiner Oberfläche. „Aus dem Sauerstoffgehalt in seiner Atmosphäre können wir sofort herauslesen, ob dort Leben existiert“, erläutert Astronom Beckwith.

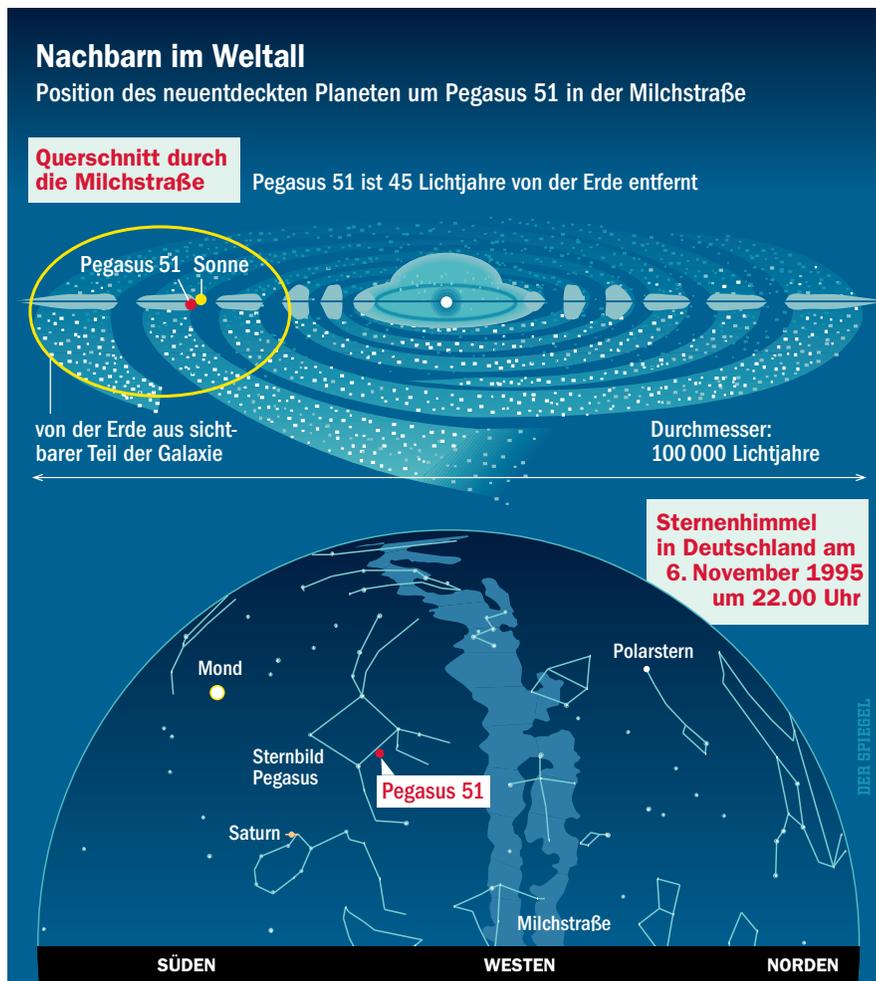
Eine kleine Gruppe von zumeist amerikanischen Astroforschern hält es gar nicht für nötig, auf einen solchen Nachweis zu warten. Mit riesigen Radioteleskopen lauschen sie nach Funkbotschaften von Brudervölkern im Weltall. Der Astronom Frank Drake, 65, ist von der Überzeugung durchdrungen, daß „jede Minute“ Funkwellen auf die Erde treffen, die „von anderen intelligenten Zivilisationen ausgestrahlt werden“. Doch bislang haben die Astronomen noch kein verräterisches Signal empfangen.

Eine wachsende Schar von Ufo-Gläubigen behauptet sogar, sie seien schon einmal leibhaftigen Außerirdischen begegnet. Manche beschreiben die Fremdlinge als nett und zuvorkommend, andere berichten, sie seien von den Aliens entführt, vergewaltigt oder grausamen medizinischen Experimenten unterzogen worden (siehe Seite 224).

Was die Ufo-Berichte ins Reich der Fabeln und Legenden verweist, ist allein schon die Tatsache, daß die beschriebenen Außerirdischen zumeist in verblüffender Weise den Erdenmenschen gleichen: etwas zarter gebaut zwar und mit Wasserköpfen, ansonsten aber wie Menschen mit vier Gliedmaßen und freundlichen Bambi-Augen ausgestattet (siehe Seite 229). Dazu stecken sie in Raumanzügen, die sie von amerikanischen Astronauten ausgeliehen haben könnten.

Sowenig sich Aussagen über Außerirdische treffen lassen, menschenähnlich werden sie jedenfalls ganz sicher nicht aussehen: „Wenn es irgendwo im All anderes Leben gibt“, glaubt der Schweizer Astrophysiker Gustav Tammann, „dann ist es so anders, daß wir es vermutlich nicht einmal erkennen können.“

Unvorstellbar groß sei die Vielfalt an Erbinformationen, erklärt auch der Mi-



krobiologe und Nobelpreisträger Werner Arber, die allein mit dem aus vier Buchstaben bestehenden genetischen Alphabet, wie es auf der Erde entstand, codiert werden könnte. Nur ein „winziger Bruchteil“ aller möglichen biologischen Lebensformen sei auf der Erde bislang „ausprobiert“ worden, so Arber.

Der Ufo-Wahn entspringt denn auch dem uralten, sehr irdischen Glauben an übermächtige, höhere Wesen, die im Himmel leben. Schon in früheren Kulturen war der Himmel, der Raum über der Erde, der Wohnsitz der Götter, von wo aus diese das Schicksal der Menschen bestimmten. In Form von unerklärlichen Himmelserscheinungen übermittelten die fremden Überwesen den Menschen Zeichen und Botschaften.

In den jüdisch-christlichen Religions-traditionen benutzten die Engel von heftigen Leuchterscheinungen begleitete „Fahrzeuge“, wenn sie als Boten auf die Erde herabstiegen. Der Prophet Elia fuhr in einem Feuerwagen gen Himmel.

So tief sind solche mythischen Vorstellungen in der Menschheitskultur verwurzelt, daß sich im Atomzeitalter nur die Begriffe änderten. Nach Beginn der Luft- und der Raumfahrt wurden die Himmelsphänomene auf einmal als „metallische, scheibenförmige Flugkörper“ beschrieben – auch wenn es sich nur um Nordlichter, Meteoriten oder Kugelblitze handelte.

Der Außerirdischen-Mythos mag gewiß auch damit zusammenhängen, daß Menschen zu allen Zeiten die Vorstellung als bedrückend empfunden haben, womöglich die einzigen denkenden Geister in einem schier endlosen Weltall zu sein. Schon im vierten vorchristlichen Jahrhundert schrieb der Philosoph Metrodorus: Anzunehmen, die Erde sei der einzig bewohnte Himmelskörper im All, „ist so absurd wie der Gedanke, daß auf einem mit Hirse besäten Feld nur ein einziges Saatkorn aufgeht“.

Im Mittelalter beharrte die Kirche – wider inzwischen gewonnenes besseres Wissen – darauf, daß die Erde einmalig und der Mittelpunkt des Universums sei, um den sich alle anderen Gestirne zu bewegen hätten.

Erst als der Astronom Kopernikus das herrschende Weltbild erschütterte, indem er zeigte, daß die Erde sich wie alle anderen Planeten um die Sonne dreht und mithin ein ganz gewöhnlicher Ort ist, gingen spätere Generationen von Gelehrten wie selbstverständlich von der Existenz Außerirdischer aus. „Mit Bestimmtheit sind die meisten Planeten bewohnt“, schrieb Immanuel Kant 1755, und zwar von „vollkommenen Wesen“. Der englische Astronom Wilhelm Herschel (1738 bis 1822) machte sich sogar Gedanken, wie es Lebewesen im Innern der Sonne aushalten könnten.

Ihr besonderes Augenmerk richteten die Astronomen stets auf den Nachbarplaneten Mars. Ende letzten Jahrhunderts entdeckte der Mailänder Astronom Giovanni Schiaparelli mit seinem kleinen Fernrohr auf dem Mars seltsame geometrische Strukturen, die aussahen, als wären sie künstlich angelegt worden. Er nannte sie „canali“, womit er vermutlich (und damit zutreffend) „Gräben“ sagen wollte, was aber im Ausland als „Kanäle“ übersetzt wurde. Die von Schiaparelli 1878 veröffentlichte Mars-Karte wurde zur Weltsensation.

Der Glaube an Marsmenschen gewann rasch viele Anhänger. Der reiche Amerikaner Percival Lowell interpretierte

Angler von Planeten müssen viele Netze auswerfen

tierte Schiaparellis Kanäle als ein gigantisches künstlich angelegtes Bewässerungssystem, mit dem die Bewohner der Wüstenwelt das Wasser der vereisten Polkappen in die trockene Äquatorgegend umleiteten. Lowell widmete sich fortan mit all seiner Kraft der Marsforschung und ließ in Arizona eigens einen Spähposten, die Flagstaff-Sternwarte, bauen.

Von der Marsbegeisterung inspiriert, verfaßte der Romanautor H. G. Wells 1897 die Science-fiction-Erzählung „Der Krieg der Welten“, in der die Marsmenschen die Erde zu erobern trachten und nahe London landen. Gegen ihre Strahlenkanonen vermag die britische Armee nichts auszurichten; nur irdische Bazillen, gegen die die Marsianer keine Abwehrkräfte besitzen, retten die Menschheit vor der Versklavung.

Bis Mitte des Jahrhunderts fürchteten die Menschen ein solches Alien-Szenario als eine durchaus reale Bedrohung. 1938 kam es in New York zur Panik, als im Radio eine (von Orson Welles produzierte) Hörspielfassung vom „Krieg der Welten“ gesendet wurden. Hunderte hielten den Bericht für echt und flüchteten aus der Stadt.

Und noch Ende der fünfziger Jahre schlug der gebürtige Pole George Adamski, einer der Väter der Ufo-Bewegung, ein Massenpublikum in seinen Bann, als er von seinen Weltraumreisen mit Außerirdischen zur Venus erzählte: Die Venusianer (1,65 Meter groß) hausten in den Tropen ihres Heimatplaneten, würden tausend Jahre alt und „arbeiten zwei Stunden täglich, weil alles automatisiert ist“; selbst Milchkühe gebe es auf der Venus (SPIEGEL 24/1959).

Zu diesem Zeitpunkt hatten die Astronomen mit ihren Meßgeräten von der Erde aus längst Hinweise gefunden,

daß auf den Nachbarwelten Mars und Venus allenfalls primitive Pflanzen oder Mikroorganismen existieren könnten.

Als in den sechziger und siebziger Jahren Spähsonden die Planeten vor Ort erkundeten, zerschlugen sich auch diese vagen Hoffnungen: Der Mars entpuppte sich als steriler Frostbrocken, auf dem gewiß keine kleinen grünen Männchen herumlaufen. Und auf der Venus hat der Treibhauseffekt die Temperaturen auf über 400 Grad Celsius hochgeheizt. Gewaltige Stürme aus Säurewolken jagen über die Oberfläche. Innerhalb des Sonnensystems, so stellte sich nach und nach heraus, ist allein die Erde belebt.

Nach diesen niederschmetternden Befunden richteten die Planetenkundler ihren Blick um so intensiver auf die übrigen 100 Milliarden Sonnen der Milchstraße. In den letzten Jahren haben sie für das weltumspannende Suchprogramm trickreiche Methoden entwickelt und ihre Teleskope immer weiter verbessert.

Das einfachste Verfahren besteht darin abzuwarten, bis sich ein Planet vor seine Sonne schiebt und so ihre Helligkeit verringert.

Aufgrund der großen Entfernung vom irdischen Beobachter ist diese Art von Finsternis allerdings nur sehr schwach ausgeprägt. Die Erde etwa würde die Sonne, von einem Fixstern aus betrachtet, lediglich um 0,01 Prozent verdunkeln. Das Ereignis tritt zudem sehr selten auf, im Beispiel Erde/Sonne nur einmal im Jahr für ganze sechs Stunden.

Viel Geduld müssen deshalb die Planeten-Angler aufbringen – und möglichst viele Netze auswerfen: Das „Fresip“-Projekt der US-Raumfahrtbehörde Nasa sieht vor, nach der Jahrhundertwende jenseits der Mondbahn ein Spiegelteleskop auszusetzen, das die Helligkeitsschwankungen von 5000 sonnenähnlichen Sternen registrieren soll.

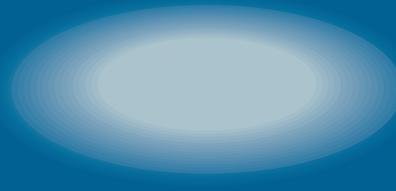
Als erfolgreicher hat sich demgegenüber erwiesen, nach Sternen Ausschau zu halten, die eine tänzelnde Bewegung vollführen. Aus der exakten Messung dieser minimalen Schwankungen läßt sich auf einen unsichtbaren Begleiter schließen, der mit seiner Gravitationskraft das Sonnenzittern auslöst. Je nachdem, ob sich der schwankende Stern nähert oder fortbewegt, verändern sich die Frequenzen seiner Lichtwellen – ähnlich wie die Tonhöhe eines Martinshorns, wenn ein Krankenwagen vorüberfährt.

Schon 1844 hat der deutsche Astronom Friedrich Wilhelm Bes-

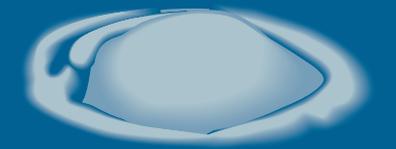
Geburt aus dem Nebel

Entstehung eines Planetensystems

Durch die Galaxie ziehen Gas- und Staubwolken. Zur Sternerzeugung kommt es, wenn diese Nebelschwaden an einigen Stellen geringfügig verklumpen.



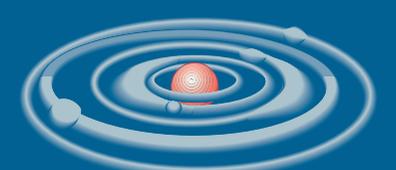
Unter ihrer eigenen Schwerkraft stürzen die Gasteilchen dort aufeinander zu. Immer stärker zieht sich die Materie zusammen.



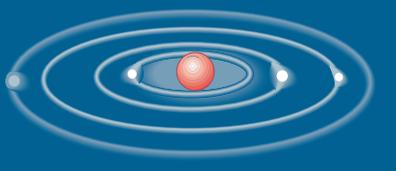
Durch diesen Prozeß heizt sich das Wasserstoffgas auf, bis am Ende die Atomkerne miteinander verschmelzen und so das atomare Sternenfeuer entfacht wird. Innerhalb weniger Tage verwandelt sich die schummrige Gaskugel in einen gleißenden Stern.



Um ihn herum rasen als diskusförmige Scheibe die übrigen – nicht in den Schwerkraftwirbel hineingerissenen – Gas- und Staubeilchen.



Aus diesen Gas- und Staubeilchen bilden sich im Laufe von Jahrmillionen Planeten.



sel auf diese Weise herausgefunden, daß Sirius, der hellste Stern am Firmament, mit einer lichtschwächeren Sonne ein Sternen-Tandem bildet. Der Schweizer Planeten-Entdecker Michel Mayor hat die Empfindlichkeit dieses klassischen Meßverfahrens in den letzten Jahren so weit gesteigert, daß er noch zu erkennen vermag, wenn sich eine ferne Sonne im Mopedtempo (von 36 km/h) hin- und herbewegt.

Diese „un glaubliche Genauigkeit“ (Beckwith) erklärt, weshalb das Mayor-Team, das erst vor zwei Jahren mit den Messungen begonnen hat, noch vor den amerikanischen Suchtrupps im Pegasus-System fündig wurde. Dennoch bleibe die Planeten-Fahndung, gesteht Mayor, eine „Lotterie“.

Höchste Genauigkeit muß auch Roger Angel von der Universität von Arizona erreichen. Der Astronom hat sich in den Kopf gesetzt, als erster direkt einen fernen Planeten zu beobachten. Sein Problem: Jede Sonne strahlt milliardenmal mehr Licht aus, als ein von ihr beschienener Planet zurückwirft. „Wir stehen vor der Aufgabe, in hundert Kilometer Entfernung ein Glühwürmchen neben einem Suchscheinwerfer zu entdecken“, erläutert Angel.

Er könnte es schaffen: Angel gilt als einer der besten Teleskopbauer der Welt. Um den Blick der Himmelsaugen zu schärfen, arbeitet er an „adaptiven Optiken“: Der Teleskopspiegel ruht auf beweglichen, computergesteuerten Stempeln. Diese sorgen, sobald Luftturbulenzen auftreten, automatisch dafür, daß die Form des Spiegels sekundenschnell an die Störungen angepaßt wird – auf diese Weise will der Astronom ein superscharfes, flimmerfreies Bild schaffen. Schon in Kürze will Angel sein System mit dem Spiegelfernrohr auf dem Mount Hopkins in Arizona testen.

Wenn die Astrophysiker aber erst einmal neben einer gleißend hellen Sternenscheibe das Licht eines Planeten erkennen, ist es für sie eine relativ leichte Übung, hieraus die chemische Zusammensetzung seiner gasförmigen Atmosphäre abzuleiten – und damit zu klären, ob auf seiner Oberfläche beispielsweise Bäume wachsen oder Kühe herumlaufen könnten.

Der Trick: Gase wie Sauerstoff oder Methan reagieren miteinander (und werden dabei in Kohlendioxid und Wasser umgewandelt), so daß sie nur in geringen Mengen in der Lufthülle vorkommen dürften. Liegt ihr Anteil deutlich darüber,

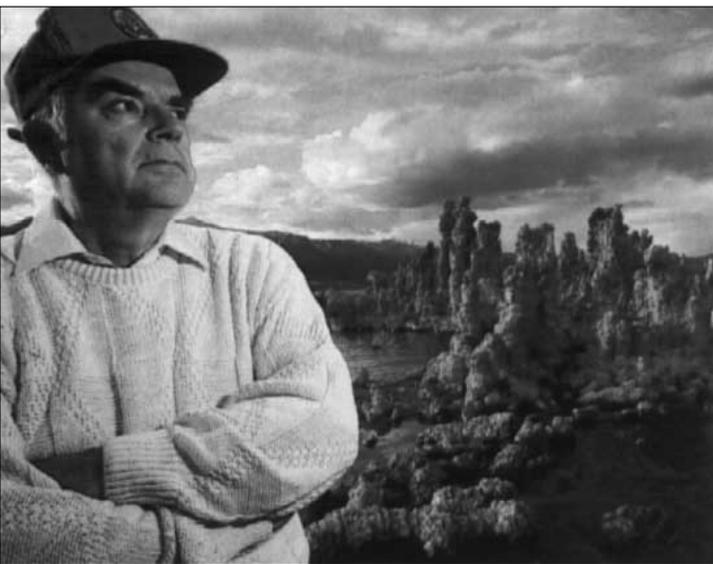
muß es lebende Organismen geben, die diese Gase ständig neu produzieren.

Ein Jahr nach dem Start der US-Raumsonde Galileo, die in wenigen Wochen den Jupiter erreichen soll, richteten amerikanische Planetenforscher die Sensoren des Flugkörpers spaßes halber auf die Erde. Das Ergebnis, im Wissenschaftsmagazin *Nature* publiziert, war eindeutig: Die Meßdaten hätten „deutliche Hinweise“ geliefert, so die Autoren, daß es „auf der Erde Leben gibt“.

Wie viele Himmelskörper in der Milchstraße für eine solche eingehende Untersuchung überhaupt in Frage kämen, vermögen die Astrophysiker bislang nur ansatzweise zu schätzen.

Vor drei Jahren legte der britische Astronom David Hughes eine Hochrechnung vor, in der er neuere astrophysikalische Erkenntnisse miteinander verwob. Sein Fazit: Jeder 24. Stern der Milchstraße ist vermutlich von einem Planeten-Reigen umgeben. In der Summe macht das 60 Milliarden Planeten, von denen, wie Hughes errechnet haben will, 4 Milliarden „erdähnlich, feucht und wohltemperiert“ sein könnten.

Daß die Anzahl der in der Milchstraße herumwuselnden Planeten gar nicht hoch genug veranschlagt werden könne, meint auch der Heidelberger Astronom Beckwith, der intensiv die Brutstätten heranwachsender Sterne erforscht hat. Nach seiner Zählung ist im Durchschnitt jede zweite Nachwuchssonne von einer Staubscheibe umgeben, aus



Astronom Drake: Lauschangriff auf ferne Sternenvölker

der sich einmal ihre steinigen oder gasreichen Trabanten bilden könnten.

Wie Planeten überhaupt geboren werden, glauben die Astronomen mittlerweile aufgeklärt zu haben – die Trabanten sind gleichsam die Nachgeburt eines Sternensäuglings.



D. MCCOY / RAINBOW

Radioteleskop*: Jede Sekunde die Datenmenge eines Lexikons empfangen

Entstehungsort für beide Arten von Himmelskörpern sind wirbelnde Gas- und Staubwolken, wie sie etwa im Orion- oder im Pferdekopfnebel vorkommen. Solche Materiewolken, die überwiegend aus Wasserstoff bestehen, können sich über Hunderte von Lichtjahren ausdehnen.

Lange Zeiträume verstreichen, bis aus diesen dünnen, kalten Nebelschwaden, die gemächlich durch die Milchstraße treiben, hochverdichtete, Millionen Grad heiße Sterne entstanden sind (siehe Grafik Seite 214).

Um einen gerade neu entstandenen Stern rasen dann als diskusförmige Scheibe noch rund drei Prozent der ursprünglich vorhandenen Gas- und Staubteilchen herum, die beim Zusammenklumpen des Sterns übriggeblieben sind – sie bilden Saatkörner, aus denen die Planeten heranreifen.

Auch die Planeten entstehen durch einen Konzentrationspro-

zeß: Große Dunstpartikel stoßen mit kleineren zusammen, schlucken diese und werden dadurch noch größer. Nach und nach entstehen mächtige Brocken.

* Bei Arecibo in Puerto Rico.

Die unterschiedliche chemische Zusammensetzung der Sonnenbegleiter hängt mit dem starken Temperaturgefälle zusammen, das in der Nebelscheibe entsteht: In der heißen Sonnennähe gefrieren nur die schwereren Elemente zu Gesteinsplaneten. Weiter draußen kondensieren die leichten Gase und das Wasser und formen, weil sie den Hauptanteil der Materiewolke ausmachen, Riesenplaneten. Der Planet von Pegasus 51, in der Masse dem Jupiter vergleichbar, muß deshalb weit von seinem Stern entfernt entstanden sein; die restliche Nebelscheibe hat ihn dann vermutlich abgebremst und so in eine nähere Umlaufbahn gebracht.

So kam es, daß auch im Fall des irdischen Sonnensystems die kleinen Brötchen unter den Planeten (Merkur, Venus, Erde, Mars) in Sonnennähe gebacken wurden, während sich die riesigen Soufflés der Gasplaneten (Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun) in größerer Entfernung vom Zentralgestirn formten.

Nur mit Glück hat die Erde einen Rest des vom Sonnenwind fortgefegten Wasserdampfes ergattert; der Großteil landete auf den Monden von Jupiter und Saturn. Wäre die Schwerkraft der Erde nur geringfügig kleiner ausgefallen, hätte sich das Wasser – wie aus der Wüstenwelt des Mars – wieder ins All verflüchtigt.

Viele weitere Zufälle sind nötig, damit sich ein Planet – nach Art der Erde – in eine Oase verwandeln kann. Hat er eine zu geringe Masse, vermag er keine schützende Atmosphäre zu halten. Rotiert er zu langsam, werden

die täglichen Temperaturunterschiede für die Entstehung von Leben zu extrem.

Die Entfernung eines Planeten von seinem Zentralgestirn muß ebenfalls genau bemessen sein, damit auf seiner Oberfläche weder (wie beim Mars) ewige Eiszeit noch (wie auf der Venus) eine Treibhausölle herrscht. Höchstens um fünf Prozent hätte der Abstand zwischen Erde und Sonne von dem tatsächlichen Wert abweichen dürfen, um gerade noch ein lebensfreundliches Klima zu gewährleisten.

haben, die dann „für weitere komplexe Veränderungen tauglich“ waren. Darwins Mutmaßungen wurden im wesentlichen bestätigt.

Mit einem Schlüsselexperiment erregte 1953 ein amerikanischer Chemiestudent weltweites Aufsehen. In einem brodelnden Wasserkolben ließ Stanley Miller, damals 23, die vermutete Uratmosphäre der Erde, bestehend aus Methan, Ammoniak, Wasserdampf und Wasserstoff, von künstlichen Blitzen durchzucken. Binnen weniger Tage entstanden in diesem Hexenkessel Aminosäuren, wichtige Grundbausteine des Lebens.

Viele Forscher bezweifeln aber mittlerweile, daß die ersten Biomoleküle tatsächlich in seichten Tümpeln an der

die Geschichte des Lebens*. De Duve sieht das Universum als eine gewaltige „Brutstätte“, die eine „Vielzahl lebenstragender Planeten“ hervorgebracht haben müsse.

Tatsächlich sind organische Substanzen allgegenwärtig. Sie machen bis zu 20 Prozent der interstellaren Materie aus. Vor einem Jahr entdeckten US-Astronomen in einem durch die Milchstraße wabernden Molekülnebel die Aminosäure Glycin. Wie sich innerhalb dieser dünnen Materiewolke, aus der nach Äonen einmal neue Sonnen hervorgehen werden, solche komplexen Biomoleküle bilden konnten, ist den meisten Gelehrten ein Rätsel.

Auch wenn die Entstehung von Biomolekülen und primitiven Mikroorga-



Eine weitere Voraussetzung: Auch die Sonne muß die richtige Größe aufweisen. Massereiche und helle Sterne sind schon nach wenigen Millionen Jahren ausgebrannt, weil sie zu verschwenderisch mit ihren Energievorräten umgehen; die Zeit reicht nicht aus, um den Lebensfunken auf einem ihrer Planeten zu entzünden. Zwergsterne hingegen, zu denen die meisten Sonnen der Milchstraße gehören, glimmen zwar beständig über Milliarden von Jahren, aber ihr Feuer ist zu schwach. Nur ungefähr jeder zehnte Stern ähnelt der Erd-Sonne.

Doch angenommen, alle Randbedingungen wären erfüllt, auf einem Planeten X herrschten behagliche Temperaturen und er hätte die richtigen Zutaten an chemischen Elementen abbekommen: Wird auf einem Himmelskörper dann mit naturgesetzlicher Unvermeidbarkeit die Lebenssuppe angerührt? Oder stellt das sich fortpflanzende Gemimmel auf der Erde bloß eine verquere, jedenfalls äußerst rare Laune der Natur dar?

Unter welchen Bedingungen auf einem Planeten Leben entstehen kann, hatte schon Charles Darwin geahnt. „In irgendeinem warmen Tümpel mit allerlei Verbindungen wie Ammoniak und Salzen“, so malte sich der Gelehrte den irdischen Schöpfungsakt aus, könnten sich unter dem Einfluß von „Licht, Hitze, Elektrizität“ Eiweißstoffe gebildet

Erdoberfläche gebraut wurden. Die Uratmosphäre bestand nämlich, wie sich inzwischen herausgestellt hat, vor allem aus Kohlendioxid, so daß der für die von Miller eingeleiteten Reaktionen erforderliche Wasserstoff fehlte.

Manche Evolutionsforscher nehmen deshalb an, das Leben könnte in heißen vulkanischen Quellen am Ozeangrund seinen Ursprung genommen haben – dort war es auch besser vor Meteoriten geschützt, die in den ersten Jahrmillionen häufig auf die Erde krachten.

Nach den gängigen Modellen schwamm irgendwann vor rund vier Milliarden Jahren, als die Einschläge aus dem All seltener wurden, ein erstes Kettenmolekül in den Meeren, das die Fähigkeit besaß, sich selbst zu vervielfältigen. Nur wenige hundert Millionen Jahre dauerte es, bis hieraus die ersten Zellen entstanden; es waren Blaualgen, die bereits komplexen Stoffwechsel betrieben. Versteinerte Überreste von ihnen wurden unlängst in 3,5 Milliarden Jahre alten Sedimenten in Australien gefunden (siehe Grafik).

„Sobald irgendwo ähnliche physikalische Bedingungen herrschen wie auf der Erde vor vier Milliarden Jahren“, entstehe Leben „fast zwangsläufig“, schreibt der belgische Zellbiologe und Nobelpreisträger Christian de Duve in einem soeben erschienenen Buch über

nismen ein gar nicht so seltener Vorgang im Universum sein mag: Weitgehend ungeklärt blieb bislang, unter welchen Bedingungen aus diesen Keimzellen des Lebens in einem langwierigen Ausleseverfahren Wesen hervorgehen, die mit Bewußtsein und Intelligenz ausgestattet sind.

Dafür, daß es im beobachtbaren Universum von besiedelten Welten nur so wimmeln müßte, spricht nach Ansicht der einen Forscherfraktion schon die große Zahl von Sternen und Galaxien. Reinhard Schlögl, emeritierter Professor des Max-Planck-Instituts für Biophysik in Frankfurt, schätzt, daß auf mindestens einer Million Planeten in der Milchstraße „höhere Lebensformen“ vorkommen könnten. „Überall um uns herum“, glaubt auch Zellbiologe de Duve, gebe es „Inseln“ im Weltall, auf denen denkende Wesen sitzen, die „Kulturen schaffen wie wir“.

„Wir sind wohl doch allein“, entgegnet der Evolutionsbiologe Heinrich Erben. Der Mensch verdanke seine Existenz einer kaum faßbaren Kette von Zufällen. Erben widerspricht zugleich dem Argument, klügere Tierformen wären besser für den Überlebenskampf ge-

* Christian de Duve: „Aus Staub geboren – Leben als kosmische Zwangsläufigkeit“. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg; 552 Seiten; 58 Mark.

rüstet und würden sich deshalb im Laufe der Zeit unweigerlich durchsetzen: „Bakterien sind nicht weniger erfolgreich als der Mensch.“

Gegen eine Überbevölkerung im Weltall spricht zudem, daß die Erde nicht längst von Aliens kolonisiert worden ist. Denn in der Milchstraße brennen weit ältere Sterne als die Sonne. Gäbe es dort Zivilisationen, hätten diese Milliarden von Jahren Zeit gehabt, andere lebensfreundliche Planeten zu besiedeln. Schon vor Jahren formulierte der Astronom Sebastian von Hoerner: „Wir Menschen wären Nachkommen von Siedlern, die von irgendwoher im Weltall kamen, was wir aber ganz sicher nicht sind.“

Eine mögliche Erklärung: Intelligente Lebensformen verhalten sich zu aggressiv,

An Bord von Pioneer 10 haben die Erbauer eine Metallplakette hinterlassen, in die ein nacktes Menschenpaar eingraviert ist. Der Nasa-Forscher Richard Fimmel hofft, daß intelligente Lebewesen von fremden Welten diese „interstellare Höhlenzeichnung“ der-einst aus dem All fischen werden.

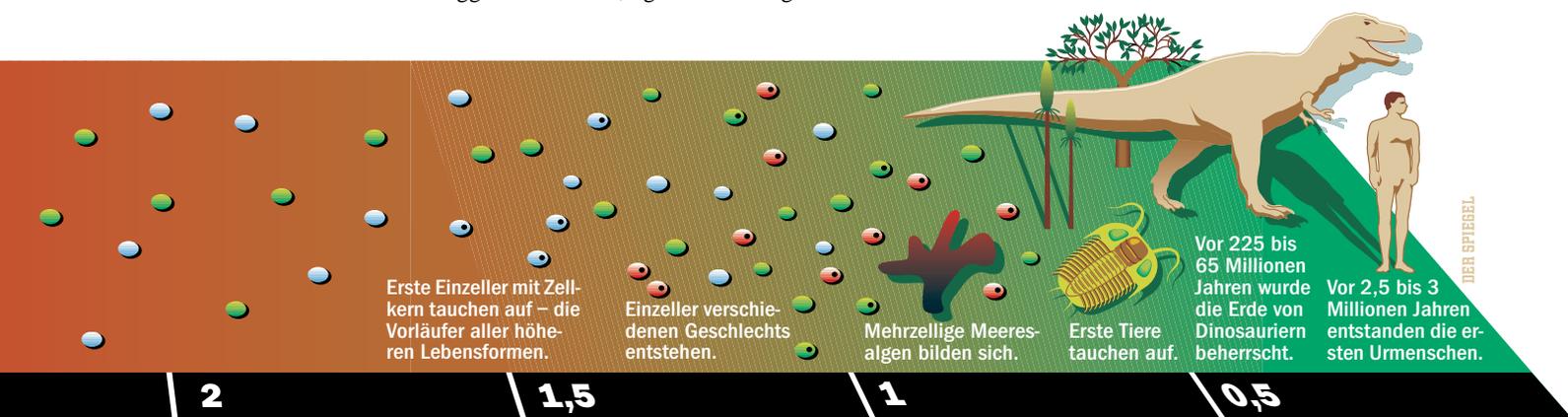
Doch das kann dauern: Erst in rund 200 000 Jahren wird die Sonde die nur 10,3 Lichtjahre entfernte Nachbarsonne Ross 248 erreichen – und aller Voraussicht nach wird die Flaschenpost vom Planeten Erde dann für alle Zeiten in einem unbewohnten Sternensystem gestrandet sein.

Einen aussichtsreicheren Weg, mit fremden Zivilisationen in Kontakt zu treten, glauben einige amerikanische

Astronomen gefunden zu haben. Seit drei Jahren betreiben sie den größten Lauschangriff aller Zeiten: Systematisch richten sie die Riesenschüsseln irdischer Radioteleskope auf die 1000 nächsten Sterne, um so Funksignale von Außerirdischen aufzufangen.

Die Grundannahme der Himmels-spione lautet: Erreicht eine außerirdische Zivilisation einen bestimmten Stand der Technik, wird sie beinahe zwingend für ihre eigene Kommunikation Radiowellen nutzen und sich durch elektromagnetische Signale verraten.

So posaut auch die Menschheit – unbeabsichtigt – ihre Existenz seit 70 Jahren zu den Sternen hinaus: Radiowel-



siv, um lange genug zu überleben; ehe sie imstande sind, den Weltraum zu erobern, haben sie bereits ihre Biosphäre zerstört oder sich gegenseitig umgebracht.

Angenommen, die durchschnittliche Lebensdauer von Zivilisationen betrage 600 000 Jahre, so rechnet der Wissenschaftsautor Isaac Asimov vor, dann würden nur wenige Höchstkulturen gleichzeitig existieren: „Auf 270 Planeten unserer Galaxis gäbe es eine Schrift, auf nur 20 Planeten würde moderne Wissenschaft betrieben, auf 10 Planeten hätte die industrielle Revolution den technischen Fortschritt bereits in die Endphase katapultiert, und auf 2 Planeten wäre die Schwelle zur Atombombe erreicht oder überschritten – aber die intelligenten Lebensformen stünden auch unmittelbar vor ihrer Selbstvernichtung.“

Vielleicht sind aber auch einfach nur die Entfernungen im All viel zu gewaltig, als daß man sie mit Raumfahrzeugen je überwinden könnte. Welche Abgründe sich zwischen den Sternen auftun, illustriert die Reise der amerikanischen Planetensonde „Pioneer 10“, die 1973 am Planeten Jupiter vorbeiflog und dann mit 54 000 Stundenkilometern aus dem Sonnensystem raste.

* Glasmalerei über die „Entstehung des Festlands“ aus dem 19. Jahrhundert.



Urzeitliche Erde*: Oase zwischen ewiger Eiszeit und Treibhaushölle

HISTORISCHES FARBARCHIV C. EISLER

len, von kommerziellen Rundfunk- und Fernsehstationen abgestrahlt, eilen mit Lichtgeschwindigkeit durchs All und überschwemmen die Nachbarsonnen und ihre Planeten. Ein Lauscher mit empfangsstarkem Gerät auf Tau Ceti (Entfernung: 11,7 Lichtjahre) müßte über Fernsehshows aus dem Jahre 1984 grübeln.

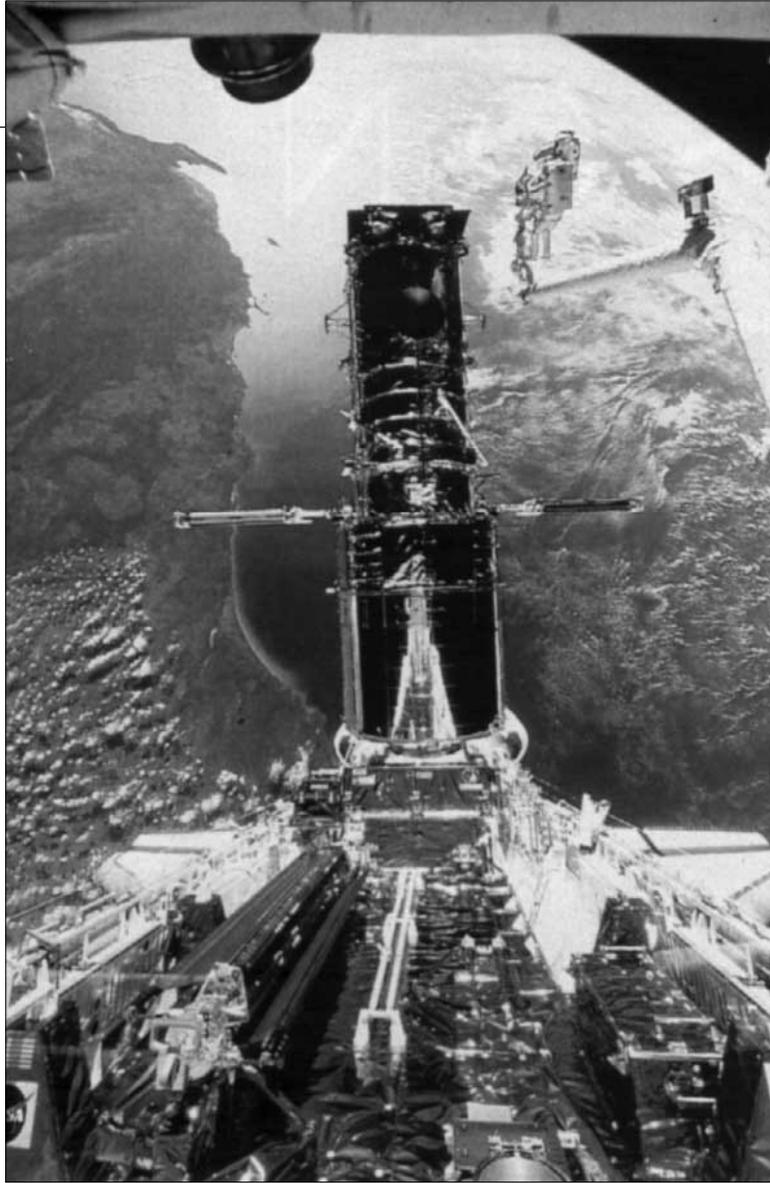
„Wir horchen auf Stimmen in den unendlichen Ozeanen des Kosmos“, schwärmt Frank Drake. Der Astronom ist die treibende Kraft hinter dem millionenteuren Phoenix-Programm. Drake hat schon in den sechziger Jahren die ersten Lauschaktionen gestartet. Daß dabei nichts herauskam, führt er auf die damals schlechte technische Ausrüstung zurück.

Das soll ihm beim Phoenix-Projekt nicht wieder passieren. Herzstück der Abhöraktion sind neuartige Spürapparaturen, sogenannte Multichannel spectral analyzers (MCSA), die an bestehende Riesenschüsseln wie das 304 Meter messende Radioteleskop in Arecibo (Puerto Rico) mit angeschlossen wurden.

Mit bisher nie erreichter Genauigkeit registrieren die Empfänger von der Größe eines Altglascontainers die aufgefangenen Signale und werten sie blitzschnell aus. Zehn Millionen verschiedene Radiofrequenzen vermag ein MCSA-Detektor gleichzeitig zu vermessen. Zum Vergleich: Das Radioteleskop in Effelsberg bei Bonn kann nur rund 1000 Kanäle erfassen.

Auf den meisten der nach Milliarden zählenden Frequenzen würden allerdings die Funkbotschaften der Außerirdischen von natürlichen Radiowellen – beispielsweise dem Zischen interstellarer Gaswolken – übertönt. Die Phoenix-Forscher beschränken sich bei ihrer Suche deshalb auf ein schmales „Mikrowellen-Fenster“, in dem kaum störender Radiolärm herrscht.

Dennoch rauscht jede Sekunde eine Datenmenge in die Antennen, die etwa dem Inhalt der Encyclopaedia Britannica entspricht. Blitzschnell müssen Computerprogramme den heranbrandenden Wellensalat entwirren und nach auffälligen Signalen durchforsten.



NASA / SCIENCE PHOTO LIBRARY / FOCUS

Weltraumteleskop*: Sind wir allein in der „Leichengrube des Alls“?

Entwickelt hat die ausgefeilte Software der blinde Astronom Kent Cullers. „Wir wissen zwar nicht, wie ein intelligentes Signal aussieht“, erläutert Cullers, „aber wir können nach Signalen fahnden, die eindeutig nicht von den bekannten natürlichen Radioquellen stammen.“ Verfinde sich tatsächlich eine außerirdische Nachricht im Netz der Radioteleskope, würde das Programm augenblicklich Alarm schlagen.

Doch bislang herrschte Funkstille im galaktischen Äther. Es kam nur ab und zu vor, daß Flugzeuge oder Satelliten einen Fehlalarm auslösten. „Wir haben noch überhaupt nichts gefunden“, zog die Phoenix-Projektleiterin Jill Tarter vor wenigen Monaten eine Zwischenbilanz, „aber die Suche hat auch gerade erst begonnen.“

Die US-Weltraumbehörde Nasa, die das Suchprogramm ursprünglich sponsern wollte, ist wegen eigener Geldprobleme indes schon wieder ausgestiegen. Nur dank einer großzügigen Spen-

* Shuttle-Astronauten bei der Reparatur des Hubble-Teleskops im Dezember 1993.

de großer US-Computerfirmen können die Phoenix-Forscher ihre Fahndung im All fortsetzen.

Der Ausgang der Lauschaktion bleibt ungewiß. Wenig wahrscheinlich ist es, daß zwei Zivilisationen zur gleichen Zeit die gleiche Stufe der technischen Entwicklung erklimmen. Viel Geduld hätten außerirdische Späher in der Vergangenheit mit dem Homo sapiens aufbringen müssen. Überträgt man die Dauer seiner gesamten Zivilisation auf ein Kalenderjahr, so fing der Mensch erst in der Silvesternacht an, Radiosendungen auszustrahlen.

Wenig spricht zudem dafür, daß sich eine Funknachricht Außerirdischer überhaupt entziffern ließe. „Wie können wir erwarten, eine Botschaft einer fremden Zivilisation zu verstehen“, fragt der amerikanische Astrophysiker Carl Sagan, „wenn uns selbst die Schriften der Mayas bis heute unverständlich geblieben sind, obwohl diese

doch menschliche Wesen waren wie wir?“

Aber man weiß ja nie. „Die Kontaktaufnahme mit extraterrestrischem Leben kann heute nachmittag stattfinden, in 1000 Jahren oder nie“, sagt der britische Schriftsteller Arthur C. Clarke, „das ist absolut unvorhersagbar.“

Selbst Würdenträger der katholischen Kirche schließen nun offenbar nicht mehr aus, daß irgendwo da draußen noch andere Geschöpfe herumwuseln. Der Jesuitenpater George Coyne, Direktor der päpstlichen Sternwarte Castel Gandolfo, hat klare Vorstellungen davon, wie eine Begegnung mit den Wilden aus dem Weltall abzulaufen hätte.

„Als erstes“, so der Astronom des Papstes, „müßten wir den außerirdischen Wesen ein paar Fragen stellen: ob sie eine ähnliche Erfahrung wie Adam und Eva gemacht haben, also ob sie die Erbsünde kennen; und ob sie von Jesus Christus gehört haben.“

Später möge man dann auch zur christlichen Tat schreiten und die Zugezogenen eingemeinden. Coyne: „Wir könnten sie taufen.“