

Der Geist des Radios

Invisible airwaves
crackle with life, bright antennae
whistle with the energy.
Spirit of Radio, Rush

Die Geschichte des SETI-Projekts ist eng mit der Entwicklung der Rundfunktechnologie verbunden. Heute ist es selbstverständlich, morgens auf dem Weg zur Arbeit das Autoradio anzustellen oder nach Feierabend durch die Fernsehkanäle zu zappen, um sich bei *Wer wird Millionär?* zu entspannen: Das Medium Rundfunk ist allgegenwärtig. Selbst Privatpersonen können ihren eigenen Radiosender betreiben – wie beispielsweise der Schriftsteller Stephen King seinen Rocksender WZON in Bangor, Maine. Doch obwohl das Prinzip der Radiowellenübertragung für die meisten Menschen so selbstverständlich ist, wie die Tagesschau, wissen die wenigsten Menschen etwas über den *Geist des Radios* und das spannende, physikalische Prinzip, das sich dahinter verbirgt.

Die Geschichte des Radios beginnt im Jahr 1896. In diesem Jahr überträgt der italienische Ingenieur Guglielmo Marconi mit der von ihm erfundenen, geerdeten Dipol-Sendeantenne über drei Kilometer hinweg die erste Radiosendung. Das Experiment ist so erfolgreich, dass Marconi nach England geht und dort seine Erfindung patentieren lässt. Er nennt es Radio. 1899 funkt er über den Ärmelkanal. 1901 gelingt ihm die erste transatlantische Radiowellenübertragung von London nach Neufundland – immerhin über eine Distanz von mehr als 3700 Kilometern hinweg. Acht Jahre später wird Marconi für seine bahnbrechende Erfindung mit dem Nobelpreis für Physik ausgezeichnet. 1922 wagt Marconi ein außergewöhnliches Experiment. Von seinem Forschungsschiff *Electra* aus versucht er in der Zwei-Kilohertz-Frequenz des Langwellenbereichs Radiosignale von

vermeintlichen Marsbewohnern zu empfangen. Damit ist er der erste Mensch, der nach Radiosignalen von außerirdischen Zivilisationen sucht.

In den zwanziger Jahren tritt der Rundfunk seinen Siegeszug um die Welt an. Während dieser Zeit arbeiten Deutsche, Briten und Amerikaner bereits an der Idee, nicht nur Sprache, sondern auch bewegte Bilder durch Radiowellen zu übertragen. In den zwanziger Jahren des 20. Jahrhunderts gelingt es den Ingenieuren Wladimir Zworykin und Philo Farnsworth beinahe zeitgleich, durch Ikonoskop-Röhren, die auf dem Prinzip der Braun'schen Kathodenstrahlröhre basieren und Bilder in Zeilen zerlegen, erste Fernsehbilder zu übertragen. Farnsworth und Zworykin werden später die »Väter des Fernsehens« genannt.

Seit den ersten Versuchen Marconis, Zworykins und Farnsworths dringen immer stärkere Radiosignale in den Weltraum. Würde ein galaktischer Außenposten von Außerirdischen weit draußen im All die Empfänger einer riesigen Antennenanlage auf die Erde richten, würde er unter anderem Folgendes hören – vorausgesetzt, die fremde Intelligenz könnte diese schwächsten Ton- und Bildsignale entschlüsseln:

- »Ich bin von Kopf bis Fuß auf Liebe eingestellt ...«
- »Wollt Ihr den totalen Krieg?«
- Die Schockwellen der Hiroshima-Explosion.
- »Aus, aus, aus! Das Spiel ist aus! Deutschland ist Weltmeister!«
- »See you later alligator ...!«
- Sputnik piepst.
- »Niemand hat die Absicht, eine Mauer zu bauen!«
- »Ich bin ein Berliner!«
- »Jemand hat auf Präsident Kennedy geschossen!«
- »Ladies and Gentlemen, please welcome *The Beatles!*«
- »Dies ist ein kleiner Schritt für einen Menschen, aber ein riesiger Sprung für die Menschheit.«
- Das Krachen explodierender Napalmbomben im Dschungel von Vietnam.
- »Mein Name ist Bond, James Bond.«

Fetzen einer chinesischen Oper.

- »Die Ölkrise weitet sich aus.«
- »Sowjettruppen sind in Afghanistan einmarschiert.«
- »Eine radioaktive Wolke zieht von Tschernobyl nach Westeuropa.«
- Werbung für Coca Cola. Werbung für Waschmittel und Fastfood-Nahrung.
- »... really getting it, yes, Armageddon it!«
- »Wir sind das Volk! Wir sind das Volk!«
- »We didn't start the fire! It was always burning ...«
- »Gesegnete Ostern ...«
- »Ministerpräsident Yitzak Rabin wurde ermordet.«
- »Oh, mein Gott, der Nordturm des World-Trade-Centers stürzt ein!«
- »Wir werden Saddam ausräuchern!«
- »Die Flutwelle hat in Südostasien mehr als 300 000 Menschen in den Tod gerissen.«

Ein irrsinniger Lärm. Das Fundament für die Bombardierung unserer interstellaren Nachbarschaft mit Radio- und Fernsehsendungen in einem Radius von über hundert Lichtjahren basiert in erster Linie auf der Entdeckung der elektromagnetischen Induktion durch James Faraday und Joseph Henry. Faraday stellte fest, dass ein metallischer Leiter (beispielsweise ein Kupferdraht), durch den ein Wechselstrom fließt, ein magnetisches Feld erzeugt und in einem zweiten Leiter, der nicht mit dem ersten verbunden ist, ebenfalls ein magnetisches Feld erzeugt.

In zweiter Linie beruht das Prinzip der Radiowellenübertragung auf der Theorie des Physikers James Maxwell, derzufolge Radiowellen wie das Licht ein Teil des elektromagnetischen Spektrums sind und sich konstant mit 299 792,5 Kilometern pro Sekunde ausbreiten. Das elektromagnetische Spektrum umfasst Radiowellen, Mikrowellen, sichtbares Licht von Infrarot bis Ultraviolett, Röntgenstrahlen und Gammastrahlen.

Eine Radiowelle entsteht, wenn Elektronen durch Ladungen beschleunigt werden – beispielsweise in einem Kupferdraht. Die Elektronen erzeugen dann, wie der Physiker Heinrich Hertz auf Grund von Maxwells Forschungen bereits 1887 entdeckte, eine

elektromagnetische Radiostrahlung: Sie hat die Form einer Welle. Eine Radiowelle besteht aus einem Wellengipfel und einem Wellental sowie einem elektrischen und einem magnetischen Feld, die beide in einem rechten Winkel zueinander in Wechselwirkung stehen. Die Frequenz ist die Häufigkeit, mit der ein Wellengipfel einen Messpunkt pro Sekunde passiert. 1 Million Hertz – 1 Megahertz – entsprechen einer Million Wellengipfeln, die einen Messpunkt pro Sekunde passieren. Der Abstand zwischen zwei Wellengipfeln eines Radiosignals ist die Wellenlänge. Je höher die Frequenz eines Radiosignals, desto schmaler und enger ist die Wellenlänge und desto stärker ist das Signal in seiner Intensität. Im Radiowellenbereich kann die Wellenlänge eines Signals von Millimetern, über Zentimeter, Dezimeter bis zu mehreren Hundert Metern variieren. Kurzwellen- und Ultrakurzwellensender strahlen ihre Sendungen im Megahertz-Band aus, Langwellensender im Kilohertz-Bereich.

Man könnte unseren Kupferdraht auch als Sendeantenne bezeichnen. Wird die Beschleunigung der Elektronen in diesem Kupferdraht durch die Stärke des elektrischen Stroms und die Form des Drahtes *moduliert*, verändert sich auch die Stärke und die Senderichtung des Radiosignals. Die Strahlung bewegt sich mit Lichtgeschwindigkeit fort, bis sie auf ein Hindernis trifft, etwa einen zweiten Kupferdraht. Die Energie der ausgesandten Radiowellen erzeugt die Induktion im zweiten Kupferdraht (der zu einem Funkgerät gehören könnte) und beschleunigt dort ebenfalls die Ladung, sodass ein elektromagnetisches Feld und somit im Empfänger ein Signal entsteht, das Informationen enthalten kann, wenn es verstärkt wird – beispielsweise Sprache oder Musik.

Extraterrestrische Radiosignale aus dem Weltraum wurden erstmals 1932 von dem Ingenieur Karl Jansky entdeckt, als er im Auftrag des *Bell Telephone Laboratory* die Ursache für Störungen im Kurzwellenbereich ausfindig machen sollte. Die *Bell Laboratorien* beabsichtigten, eine transatlantische Radio-Telefonverbindung im Kurzwellenbereich aufzubauen. Jansky entdeckte mit seiner selbst konstruierten Antenne eine konstante Radiostrahlung aus dem Zentrum der Milchstraße. Jansky wird heute als der Vater der Radio-

astronomie betrachtet. Nach ihm wurde die Einheit für die Stärke von Radiosignalen benannt: ein Signal mit der Stärke von 1 Jansky hat die Energie von 10^{-26} Watt/m² Hz.¹ Schwächste Signale von den entferntesten Galaxien müssen daher extrem verstärkt und gebündelt werden, damit sie registriert werden können, während Radiosignale, die durch irdische Fernsender erzeugt werden, mit relativ geringem technischen Aufwand empfangen werden können.

Die Radiowellen von einem Stern sind so lange nicht registrierbar, bis sie auf die Empfangsoberfläche einer Parabolantenne treffen. Je größer der Durchmesser einer Parabolantenne ist, desto mehr Energie wird aufgefangen, die von der Oberfläche registriert wird. Wenn wir uns vorstellen, dass Außerirdische, ebenso wie die Menschheit, jeden Tag ihre Radiosignale in den Weltraum senden, dann handelt es sich um Signale, die in ihrer Wellenlänge extrem schmalbandig und hochfrequent sind. Die Wellenlänge befände sich im Mikrowellenbereich und würde von wenigen Millimetern bis zu 10 Zentimetern variieren – bei einer Frequenz, die im Gigahertz-Bereich läge.

Dieses Signal aufzufangen, wäre ungefähr so schwierig, wie mit bloßen Augen einen leuchtenden Stecknadelkopf in drei Kilometern Entfernung zu erkennen. Doch die interstellaren Distanzen sind schier unendlich größer: Eine Radioquelle zu orten, die sich in 100 Lichtjahren Entfernung befindet und mit relativ wenig Energie sendet, ist sehr schwierig bis unmöglich, wenn man nicht über die entsprechende technische Ausrüstung verfügt. Daher wären Radiosignale, die etwa von außerirdischen Zivilisationen erzeugt und in alle Himmelsrichtungen ausgestrahlt würden, sehr schwach. Die Wahrscheinlichkeit, diese Signale zu entdecken – wenn sie existieren – ist beinahe so erfolgversprechend, wie einen Tropfen Tinte im atlantischen Ozean nachzuweisen. Es gleicht der sprichwörtlichen Suche nach der Nadel im Heuhaufen. Die Nadel ist das Signal der Außerirdischen, die unter Abermilliarden von natürlichen Störsignalen verborgen sein könnte.

Von der Serengeti zu SETI

Ende der fünfziger Jahre schreiben die beiden Astrophysiker Giuseppe Cocconi und Philip Morrison einen Brief an die Redaktion des renommierten Wissenschaftsmagazins *Nature*, der am 19. September 1959 unter dem Titel *Suche nach interstellarer Kommunikation* erscheint und eine spannende Diskussion eröffnet. Die beiden Wissenschaftler werfen die Frage auf, welche Möglichkeiten sich außerirdischen Zivilisationen bieten könnten, um über große interstellare Distanzen hinweg zu kommunizieren.

Für Cocconi und Morrison ist die Entstehung von Planeten, die um sonnenähnliche Sterne ihre Bahnen ziehen, und die Evolution von intelligentem Leben mit dem Verlangen nach Kommunikation durch Radiowellen eine Voraussetzung für den kosmischen Dialog mit uns. Interstellare Kommunikation, so schlussfolgern die beiden Astrophysiker in ihrem Brief, ist über galaktische Distanzen hinweg nur mit elektromagnetischen Wellen durchführbar. Doch in welcher Frequenz und in welcher Wellenlänge müssten irdische Radioastronomen nach interstellarer Kommunikation suchen? Man müsste in der physikalisch ruhigsten Region nach künstlichen Signalen lauschen: Jeder Beobachter im Universum, der das elektromagnetische Spektrum nach künstlichen Radiosignalen absucht, müsste das Beobachtungsfenster der 21-cm-Linie des neutralen Wasserstoffs in Betracht ziehen. Die Wasserstoffemissionslinie, die von Wasserstoff bis zu seinem Radikal, dem Hydroxyl, von 1420 bis 1720 Megahertz reicht, ist nahezu frei von Störsignalen, wie sie durch irdische Fernseh-, Radio- und Radarstrahlungen täglich in den Weltraum ausgestrahlt werden. Dieser Bereich des elektromagnetischen Spektrums, aus dem es gilt, ein mögliches Sendersignal von Außerirdischen mit einer Frequenz von 0,1 Hertz aus 260 Millionen Hertz herauszufiltern, wird als »Wasserloch« bezeichnet. Die 21-cm-Linie des Wasserstoffs ist eine universelle, »magische« Frequenz, in deren enger Umgebung im gesamten Weltraum mehr oder weniger störungsfreies Lauschen im Radiospektrum möglich ist. Das Element, das im Universum am häufigsten vorkommt und daher die auffälligste Radiostrahlung erzeugt, ist Wasserstoff, der in der 21-cm-Linie

oszilliert. So wie sich Tiere in der afrikanischen Serengeti an einem Wasserloch versammeln, um zu trinken, könnten sich vielleicht interstellare Funkbotschaften von außerirdischen Zivilisationen im Bereich der auffälligen 21-cm-Linie des Wasserstoffs tummeln.

Giuseppe Cocconi und Philip Morrison bleiben mit ihren Überlegungen nicht allein. Der Radioastronom Frank Donald Drake greift am 8. April 1960 die Idee Guglielmo Marconis auf, um tatsächlich nach Radiosignalen von außerirdischen Zivilisationen zu suchen. Drakes Hoffnung ist es, mit dem Radioteleskop des *National Radio Astronomy Observatory* in Green Bank, West Virginia, Fragmente von Radio- und Fernsehsendungen außerirdischer Zivilisationen aufzufangen, um zu beweisen, dass die Menschheit nicht die einzige vernunftbegabte Spezies im Universum ist. Drake nennt seinen Versuch Projekt Ozma, nach der sagenhaften Prinzessin Ozma aus L. Frank Baums berühmtem Kinderbuch *The Wizard of Oz* (dt. Der Zauberer von Oz). Oz ist ein weit entfernter, sagenhafter Ort, der die bizarrsten Lebewesen beherbergt. Eine brillante Analogie Drakes, denn womöglich warten in den Tiefen des Alls die bizarrsten Lebewesen darauf, von uns entdeckt zu werden. Drake beabsichtigt, die Sterne Tau Ceti und Epsilon Eridani in der 21-cm-Linie des neutralen Wasserstoffatoms nach künstlichen Signalen abzuhören. Seine Idee: Wenn Tau Ceti während der vergangenen Jahrmilliarden ein Planetensystem entwickelt hat, ist einer dieser Planeten vielleicht von intelligenten Lebewesen bewohnt, die über die Technologieschwelle der Radiowellenkommunikation gestolpert sind. Diese hypothetische Zivilisation auf Tau Ceti müsste dann tagtäglich ungewollt Radiowellen in den Weltraum aussenden – so wie die Menschheit. Tau Ceti und Epsilon Eridani befinden sich mit 11,9 und 10,8 Lichtjahren Entfernung nach kosmischen Maßstäben in unmittelbarer interstellarer Nachbarschaft.

Es ist 5 Uhr Ortszeit, als Drake den Empfänger des Radioteleskops von Green Bank aktiviert. Mit ihm sind die Astronomiestudentinnen Ellen Gundermann und Margaret Hurley sowie die Radioastronomen Ross Meadows und Kochu Menon im Kontrollraum anwesend.

Doch zunächst dringt nichts Außergewöhnliches aus den ange-

geschlossenen Lautsprechern. Die Schreiber spucken nur ein Meer unbedeutender Interferenzen in Form winziger Zacken aus. Das ändert sich auch nicht in den nächsten drei Monaten, in denen Drake und sein Team den Stern Tau Ceti nach ungewöhnlichen Radiosignalen abhören. Enttäuscht über Tau Ceti's rätselhaftes Schweigen, richtet Drake das Radioteleskop von Green Bank auf Epsilon Eridani. Unmittelbar nachdem der Empfänger erneut eingeschaltet wird, melden die Lautsprecher und die angeschlossenen Schreiber ein verdächtiges, aus acht Hochgeschwindigkeitspulsen pro Sekunde bestehendes Signal, das offenbar von Epsilon Eridani stammt. Im Kontrollraum bricht Hektik aus. Die Gemüter erhitzen sich. Zunächst scheint es sich augenscheinlich um ein Signal von außerirdischen Intelligenzen zu handeln.

Doch fünf Minuten später weicht alle Euphorie jäh bitterer Enttäuschung. Das Signal verstummt abrupt. Wenige Wochen später registriert der Empfänger erneut das Signal, doch jetzt ist gewiss, dass es sich um das Funksignal eines Flugzeugs handelt, denn Drake hat draußen einen akustischen Melder installiert. Er und seine Kollegen suchen Epsilon Eridani noch für einige Wochen nach verdächtigen Signalen ab – jedoch vergebens. Dann ist die Beobachtungszeit für *Projekt Ozma* abgelaufen, und Drake muss sich wieder seinen konventionellen radioastronomischen Untersuchungen widmen.

Projekt Ozma ist fehlgeschlagen. Doch obwohl das Experiment nicht erfolgreich verläuft und nicht auf Antriebe Signale von einer außerirdischen Zivilisation entdeckt, wird nun die Öffentlichkeit auf das Thema aufmerksam. Sogar das *Time Magazine* berichtet über Drake. Natürlich war er sich über die verschwindend geringen Erfolgchancen seines 2000-Dollar-Projekts bewusst. Der Grundstein, nämlich die Idee, in der universell störungsarmen 21-cm-Linie des neutralen Wasserstoffs nach Radiosignalen von außerirdischen Zivilisationen zu lauschen, ist jedoch gelegt.

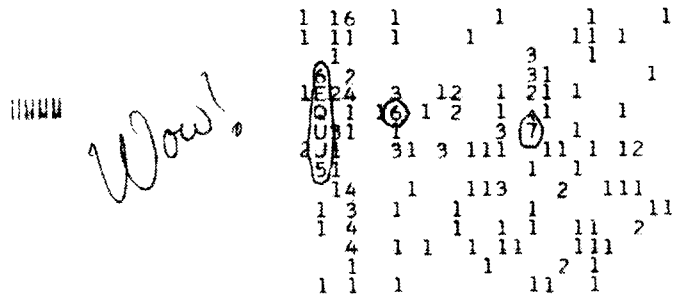
SETI, die Suche nach extraterrestrischen Intelligenzen, ist geboren.

Das Wow!-Signal

Vier Jahre vor *Projekt Ozma* beginnt 1956 durch die *National Science Foundation* die Konstruktion des *Big Ear* – des »Großen Ohrs« – von Delaware in Ohio, einem 110 Meter mal 24 Meter großen Radioteleskop, das wie ein Fußballstadion anmutet. Es ist einzigartig in seiner Bauart und gehört zur astronomischen Fakultät der *Ohio State University*. 1965 beginnt mit dem *Big Ear* die gründlichste Ganzhimmeluntersuchung nach neuen Radioquellen, die von den Astronomen John Kraus und Robert Dixon durchgeführt wird. John Kraus ist Direktor des Observatoriums, Robert Dixon begeistert sich für SETI, seit er von Drakes *Projekt Ozma* gehört hat und beabsichtigt nun eine eigene Suche durchzuführen. Die Untersuchungen der gesamten nördlichen Hemisphäre offenbart 20 000 bislang unbekannte Objekte, darunter auch die Sterne OH 471 und OQ 172, die entferntesten Radioquellen, die man bis zu dem Zeitpunkt entdeckt hat. Bob Dixon kommt 1964 zum Ohio-Observatorium und kann Anfang der siebziger Jahre John Kraus dafür gewinnen, mit Hilfe eines neuen 8-Kanal-Empfängers nach extraterrestrischen Intelligenzen in der 21-cm-Linie des Wasserstoffs zu suchen. Schließlich ersetzt man den 8-kanaligen Empfänger durch ein leistungsfähigeres Instrument, das nun 50 Kanäle gleichzeitig abdeckt. 1973 suchen John Kraus, Bob Dixon, der Elektroingenieur und Mitarbeiter des *Bell Telephone Laboratory*, Richard Arnold sowie Jerry Ehman, ein Mathematikprofessor der *Franklin University* in Columbus, Ohio, erstmals mit *Big Ear* nach Radiosignalen außerirdischer Intelligenzen. Vier Jahre lang sucht man ohne Erfolg.

Doch dann geschieht das Unfassbare. Am 15. August 1977, um 22 Uhr 15 Minuten und 35 Sekunden Ortszeit, zeichnen die Schreiber plötzlich eine ungewöhnliche Abfolge von Signalen innerhalb des zweiten Kanals auf das Papier. Die Signale haben die Kennzeichnungen 6, E, Q, U, J und 5, die in Ziffern ausgedruckt die Werte 6, 14, 26, 30, 19 und 5 haben. Diese Zahlen stehen für die Intensität der empfangenen Signale.

Jerry Ehman hat die 50 Kanäle des Empfängers für die Aufzeichnung aus Platzgründen in 50 Zeilen aufgeteilt. Wenn ein Signal



von einem der beiden Empfänger registriert wird, vermerkt der Computer einen Buchstaben, für jedes ausbleibende Signal eine freie Stelle. Jeder Kanal hat eine Bandbreite von 10 Kilohertz. Für Signale, deren Intensitätswerte von 0 bis 9 Sigmas variieren, verwendet man die Zahlen 1 bis 9. Beispielsweise hat ein Signal von 9 Sigmas die neunfache Intensität des Strahlungshintergrunds, ein Signal von 20 Sigmas das zwanzigfache Energieniveau. Jedes Signal, dessen Energieniveau den Wert 9 übersteigt, bekommt der Einfachheit halber einen Buchstaben des Alphabets. Das Signal E hat demnach eine Intensität von 14 Sigmas, das Signal Q 26 Sigmas.

Um 22 Uhr 15 Minuten und 59 Sekunden ist das U-Signal mit der Deklination von minus 27 Grad und 03 Minuten und einer Rektaszension von 19 Stunden, 17 Minuten und 12 Sekunden auf die *30fache Intensität* des gewöhnlichen Strahlungshintergrundes des Wasserstoffs angestiegen. Das Signal kommt aus der Konstellation Sagittarius (Schütze), in der Nähe des galaktischen Zentrums. Es wandert durch die Empfangsstrahlen des Radioteleskops von Ohio und bewegt sich synchron mit der Erdrotation fort.

Das Signal ist demnach kein irdisches, von Menschen erzeugtes Störsignal, sondern siderisch. Es hat eine Frequenz von 1419,944 Megahertz, befindet sich damit in der 21-cm-Linie des neutralen Wasserstoffs und taucht nur innerhalb eines Kanals auf. Damit ist es extrem schmalbandig und kann nicht natürlichen Ursprungs sein. Um 22 Uhr 16 Minuten und 34 Sekunden Ortszeit ist das Phänomen auf das Intensitätsniveau von 5 Sigmas abgesunken. Dann verschwindet es plötzlich.

Jerry Ehman ist von der Entdeckung so überwältigt, dass er seine Euphorie auf der Stelle auf dem Computerausdruck vermerkt: »Wow!«

Das alles klingt unglaublich. Doch: Wo ist der Haken?

Es gibt keinen Haken. Das Wow!-Signal ist eine der unheimlichsten Entdeckungen in der Geschichte der Wissenschaft. Es ist nicht erklärbar. Jerry Ehman zeigt den Ausdruck am nächsten Tag aufgeregt seinen Kollegen John Kraus, Bob Dixon und Dick Arnold. »Wir diskutierten sofort die Tatsache, dass erstens das Signal der Antenne folgte und damit höchstwahrscheinlich eine siderische Radioquelle war (und sich nicht in unserer Erdumgebung befand) und dass zweitens die schmalbandige Natur des Signals die Überlegung gestattete, die Radioquelle habe ihren Ursprung entweder in einem astronomischen Objekt oder einer außerirdischen Zivilisation«, erinnert sich Jerry Ehman. »Letzteres konnte nicht bewiesen werden, ohne dass andere Observatorien das Objekt ebenfalls beobachteten.«²

War es tatsächlich eine außerirdische Zivilisation oder nur das Signal einer unbekannteren Raumsonde? Voyager 1 und 2 waren zu dem Zeitpunkt noch nicht gestartet, und auch sonst manövierten in diesem Abschnitt des Himmels keine Raumsonden. Darüber hinaus ist die 1420-Megahertz-Frequenz für die radioastronomische Forschung geschützt. Niemand darf in diesem Bereich senden, auch nicht das Militär.

»Wir haben jede nur erdenkliche Art von menschlichen Signalen als Erklärung ausgeschlossen«, ergänzt Bob Dixon seinen Kollegen Jerry Ehman. Das Wow!-Signal war während der 72 Sekunden, die es von den Empfängern registriert wurde, an- und abwesend, es war zwischendurch unterbrochen wie ein Morsecode. Wenn es von einer außerirdischen Intelligenz stammte, könnte es ein Fragment von Fernseh-, Radio- oder Radarsignalen gewesen sein. Schließlich schalten irdische Fernsehsender nachts ebenfalls ab. Es könnte auch ein Radioleuchtfeuer einer außerirdischen Zivilisation als Erklärung in Betracht gezogen werden. Der Sinn eines solchen Leitsignals könnte in einem Kommunikationsversuch von Außerirdischen liegen. Es entspräche jenem Signaltyp, den Philip Morrison und Giuseppe Cocconi 1959 in ihrem berühmten Artikel *Suche nach interstellarer*

Kommunikation beschrieben haben. Vielleicht war das Wow!-Signal nichts anderes als ein erster Versuch, mit der Menschheit Kontakt aufzunehmen.

»Wenn ein Signal nur sehr kurz anwesend ist, kann man generell nicht sicher sagen, welcher Art das Signal ist«, erklärt Bob Dixon. »Doch es bedeutet einfach, dass wir es ignorieren müssen, und dann widmen wir uns dem nächsten Signal. Jeder sucht nach Signalen, die für längere Zeit anwesend sind, denn dann macht es keine Probleme, ihre Herkunft zu bestimmen. Es gibt zwei Arten von Signalen: Erstens Radiostrahlung, die ungewollt in den Weltraum dringt und für Außerirdische selbst bestimmt ist. Wir können uns nicht vorstellen, wie so etwas aussehen könnte, aber es könnte sehr wohl eine schmalbandige Komponente eines Fernsehträgersignals sein. Zweitens: Radioleuchtfeuer, von außerirdischen Intelligenzen ausgestrahlt, um eine Kommunikation mit anderen Intelligenzen zu ermöglichen. Es gibt gute Gründe dafür, dass solche Signale schmalbandige Trägersignale sind.«

Am darauf folgenden Tag richten die Wissenschaftler *Big Ear* erneut auf die Koordinaten, in der Hoffnung, das Wow!-Signal ein zweites Mal aufzuspüren. Über Wochen und Monate lassen Kraus, Dixon, Ehman und Arnold nicht locker – jedoch vergeblich.

Das Wow!-Signal taucht nicht wieder auf und scheint ein einmaliges Phänomen zu sein. Die Wissenschaftler suchen Sternenkarten nach sonnenähnlichen Sternen ab, fragen bei der Weltraumbehörde NASA nach den Flugdaten der interplanetaren Pioneer-Sonden – jedoch vergeblich.

Ist es möglich, dass das Signal bereits länger gegenwärtig war, bevor die Empfänger des *Big Ear* das Signal entdeckten? »Es ist sehr gut möglich, dass wir die Radioquelle zu spät anvisiert haben. Die Beobachtung dauerte 72 Sekunden. Somit könnte das Signal theoretisch für 23 Stunden und 54 Minuten anwesend gewesen sein, bevor wir es entdeckten«, gesteht Jerry Ehman.

Der Gedanke, dass Jerry Ehman und Bob Dixon vielleicht die letzten Fetzen einer außerirdischen Radiobotschaft empfangen haben, ist haarsträubend und ernüchternd, aber auch Ehrfurcht gebietend zugleich. Die Lösung eines Rätsels ist manchmal einfacher als ursprünglich ange-

nommen. Das Wow!-Signal war höchstwahrscheinlich ein Aufblitzen der Nadel im galaktischen Heuhaufen – vielleicht war es wirklich der Beweis für die Existenz außerirdischer Intelligenzen.

Von Phoenix bis Serendip

Seit *Projekt Ozma* im Jahr 1960 sind mehr als sechzig internationale Suchprogramme nach Radiosignalen von außerirdischen Intelligenzen unternommen worden. Gegenwärtig werden in den Vereinigten Staaten von Amerika mehrere SETI-Programme parallel durchgeführt: Frank Drake und seine Kollegin Jill Tarter – im Film *Contact* von Jodie Foster verkörpert – suchen mit *Projekt Phoenix* des SETI-Institutes in Mountain View, Kalifornien tausend sonnenähnliche Sterne innerhalb eines Radius' von 150 Lichtjahren ab. *Projekt Phoenix* verwendet dafür das 305-Meter-Radioteleskop von Arecibo auf Puerto Rico, das 64-Meter-Radioteleskop von Parkes, Australien sowie die neue 43-Meter-Parabolantenne von Green Bank in West Virginia, um zwei Milliarden Frequenzkanäle gleichzeitig nach Radiosignalen von außerirdischen Intelligenzen zu analysieren. Bildlich gesehen entspräche das zwei Milliarden aneinander gereihter Radios, die jeweils eine andere Frequenz eingestellt haben. Bislang konnte Phoenix nichts entdecken.

Parallel zu *Projekt Phoenix* betreibt der Astronom Paul Horowitz an der Harvard Universität sein *Projekt BETA*, das bereits 68 Prozent des gesamten nördlichen Sternenhimmels vier Mal nach außerirdischen Signalen in mehreren Milliarden Frequenzkanälen innerhalb der 21-cm-Linie des Wasserstoffs untersucht hat. Bislang konnte auch BETA nichts entdecken.

Astronomen der Universität Kalifornien in Berkeley analysieren unter der Leitung von Dan Wertheimer mit *Projekt Serendip IV*' 168 Millionen Frequenzkanäle gleichzeitig nach Radiosignalen von Außerirdischen, indem sie sich des so genannten Huckepackverfahrens bedienen. Dabei untersucht der Empfänger des *Serendip*-Systems rund um die Uhr den Himmelssektor, der vom Radioteleskop in Arecibo sowie der 76-Meter-Parabolantenne von Jodrell Bank in Eng-

land im Rahmen konventioneller radioastronomischer Untersuchungen innerhalb der 21-cm-Linie des Wasserstoffs überprüft wird. Die Beobachtungsdaten werden auf den Datenservern in Berkeley bereitgehalten, um von Millionen Computerbenutzern über eine Internetverbindung auf ihre heimischen PCs heruntergeladen zu werden. Die Daten können dann mit Hilfe des kostenlosen Bildschirmschonerprogramms *SETI@home* nach auffälligen Strahlungsmustern durchgerechnet werden, die eventuell von einer außerirdischen Zivilisation stammen. Doch bislang wurde durch *SETI@home* nur ein interessantes, doch sehr umstrittenes Signal entdeckt.

Sind wir also allein im Universum nach all den vergeblichen Bemühungen, Radiosignale von außerirdischen Intelligenzen zu empfangen?

Eine klare Antwort: Nein. Wir stehen erst am Anfang der Suche. Das SETI Institut hat unter der Schirmherrschaft des *Microsoft* Mitbegründers Paul Allen das Allen Telescope Array in den nordkalifornischen Hat Creek Mountains errichtet, das aus 350 einzelnen Radioteleskopen besteht, die jeweils einen Durchmesser von 6,1 Meter haben und ausschließlich für die Suche nach außerirdischen Intelligenzen eingesetzt werden. Das Allen Telescope Array ist eines der außergewöhnlichsten und vielversprechendsten Unterfangen der Wissenschaft, da erstmals in der Geschichte der Menschheit Technologie ausschließlich für die Suche nach außerirdischen Intelligenzen, SETI, eingesetzt wird. Doch auch die Softwaretechnologie schreitet unaufhaltsam voran. Die Rechenkapazitäten der für SETI verwendeten Computer und die Effektivität der Filterprogramme, die außerirdische Kandidatensignale von Abermilliarden natürlicher und von Menschen erzeugter Interferenz-Störsignalen trennen, steigt alle fünf Jahre um das Zehnfache.

Angesichts solch revolutionärer Entwicklungen, könnte es nur eine Frage der Zeit sein, bis SETI Erfolg hat. Vielleicht wird bald der *Geist des Radios* in Form einer außerirdischen Radiobotschaft auf der Festplatte eines Anwenders von *SETI@home* spuken und uns mitteilen, dass wir nicht mehr allein sind. Der Kontakt wird das Ende unserer kosmischen Isolation sein.

Wie wird der technische Ablauf der Entdeckung aussehen?

Der Kontakt

Goldstone, in der Mojave-Wüste. Spät nachts. Weit draußen in der Wüste heult irgendwo ein Kojote. Ob das Tier ahnt, dass hier etwas Außergewöhnliches geschieht? Seit einigen Minuten treffen vielversprechende Signale auf den Empfänger des 64-Meter-Radioteleskops von Goldstone. Was geschieht nun?

Die Wissenschaftler von *Projekt Phoenix* haben unter der Leitung von Dr. Jill Tarter ein knapp zwanzig Seiten umfassendes, in drei Phasen eingeteiltes SETI-Empfangsprotokoll entworfen. Das Protokoll beschreibt eine Verfahrenskette, die im Falle der Entdeckung von intelligenten außerirdischen Signalen sofort in Kraft tritt und strengstens eingehalten werden muss.

Phase 1 des sogenannten Signalempfangsprotokolls von *Projekt Phoenix* ist die automatische Überprüfung. Das entdeckte Signal wird jetzt von den vorprogrammierten Datenschemata des Signalerkennungsprogramms des Kontrollcomputers überprüft. Der Kontrollcomputer überwacht und speichert die Signaleingänge der Antenne. Das Signalerkennungsprogramm prüft, ob es sich vielleicht um Störsignale handelt, die von unserer irdischen Technologie erzeugt wurden. Diese Datenschemata bestehen aus Rechenalgorithmen, die das Signal nach seiner Intensität, Wellenlänge, Frequenz, Deklination, Rektaszension und der Anwesenheitsdauer überprüft. Das Programm ist mit einer Datenbank verbunden, die alle bekannten, natürlichen und von Menschenhand erzeugten RFI-Störsignale⁴ enthält. Deckt sich das neu entdeckte Signal mit einem natürlichen RFI-Störsignal aus der Datenbank, wird es nicht weiter beobachtet.

Die erste Hürde ist genommen. Das Signal stimmt mit keinem Datenbankeintrag überein. Das Signal ist unbekannter Herkunft. Der Systemkontrollcomputer führt jetzt seine Standardüberprüfungssequenz durch. Unmittelbar darauf werden sogenannte *Follow-up Detection Devices* (FUDDs) zugeschaltet. FUDDs sind Empfangsvorrichtungen für die weitere, unabhängige Beobachtung von Kandidatensignalen. Das Goldstone Radioteleskop ist die primäre Empfangsanlage. Sämtliche abseits von Goldstone befind-

lichen Observatorien sind die sekundären FUDD-Antennen. Eine FUDD-Antenne kann das Radioteleskop in Green Bank, West Virginia sein, oder auch die Antenne von Arecibo auf Puerto Rico. Zum grenzenlosen Erstaunen der anwesenden Radioastronomen, weist das Signal alle Charakteristiken eines authentischen Signals von außerirdischen Intelligenzen auf. Das Signal hat eine Frequenz von 1419,944 Megahertz, befindet sich damit in der 21-cm-Linie des neutralen Wasserstoffs und taucht nur innerhalb eines Kanals auf. Es ist somit sehr schmalbandig. Über die Bildschirme zucken zitternde Signalgebirge und alle paar Sekunden sticht ein gewaltiger Zacken empor – das außerirdische Signal.

Die sekundären Radioteleskope von Green Bank und das aus 27 einzelnen Antennen bestehende Very Large Array in Socorro, New Mexico, bestätigen soeben die fortwährende Gegenwart des Signals. Es kann jetzt ausgeschlossen werden, daß irdische Störsignale oder natürliche Interferenzen die Ursache für das Kandidatensignal sind. Diese Prozedur wird »On-Off«-Test genannt. Wenn das Signal auch dann noch »on« und daher registrierbar ist, wenn das Radioteleskop nicht auf die Radioquelle gerichtet ist, handelt es sich um eine unbedeutende Interferenz. Doch das ist hier nicht der Fall. Der »On-Off«-Test verläuft positiv. Das Signal verschwindet immer dann, wenn der Empfänger nicht auf die Koordinaten der Radioquelle gerichtet ist. Es ist nicht natürlichen Ursprungs und nicht von Menschenhand erzeugt und daher siderisch – eine Radioquelle außerhalb der Erdatmosphäre, außerhalb der unmittelbaren Erdumgebung, außerhalb des gesamten Erdorbits, ja, außerhalb des Sonnensystems. Währenddessen sensibilisieren sich die FUDD-Antennen in Green Bank und Socorro, New Mexico, auf die kleinstmögliche Frequenz der Radioquelle, um somit ein optimales Scannen des Signals zu ermöglichen und Datenverluste zu vermeiden.

Phase 1 des Signalempfangsprotokolls ist abgeschlossen und geht in Phase 2 über: die manuelle Überprüfung. Inzwischen sind auch Jill Tarter, Frank Drake und einige andere Mitarbeiter des *Projekts Phoenix* per Telefon aus dem Schlaf gerissen worden. Die Kontrollräume von Goldstone füllen sich mit Radioastronomen, die zunächst noch ungläubig ihre Köpfe schütteln und sich um die Monitore des

Kontrollcomputers scharen, Kaffee schlürfend, Kaugummi oder Fingernägel kauend.

Als Tarter die angeschlossenen Lautsprecher einschaltet, ist der Kontrollraum von einem Rauschen erfüllt, das von regelmäßigen Piepsern unterbrochen wird.

Jill Tarter überprüft das Signal eigenhändig auf seinen außerirdischen Ursprung. Pausen müssen dabei eingelegt werden, Stunden vergehen, denn die Radioquelle geht, bedingt durch die Erdrotation, auf und unter. Man bittet Kollegen im australischen Parkes die Radioquelle weiter zu beobachten, um das Signal lückenlos aufzuzeichnen.

Phase 2 wird ebenfalls erfolgreich abgeschlossen. Die außerirdische, siderische Herkunft des Signals ist nun zweifelsfrei bewiesen. Währenddessen untersuchen Softwarespezialisten die Filtersoftware auf eventuelle Programmfehler. Man stellt jedoch nicht die geringste Schwachstelle fest. Solange das Signal empfangen wird, zeichnen Datenbänder den Wellencharakter, mögliche Schwankungen und Eigenheiten des Signals auf.

Phase 3 des Empfangsprotokolls wird schon während der ersten Stunden der Entdeckung aktiv: die ständige Überwachung und unabhängige Aufzeichnung des Signals durch andere Radioobservatorien auf der Erde.

Jill Tarter und ihre Leute richten nun über das Internet eine eilige Kurzmitteilung an das Zentrale Büro für astronomische Telegramme der Internationalen Astronomischen Union in Boston. Tarters zitternde Finger fliegen über die Tastatur des Computers. Ihr Gesichtsausdruck verrät, dass sie am Rande einer Ekstase ist. Die IAU in Boston ist die Leitzentrale der astronomischen Forschungsinstitute und Observatorien der Erde – die erste Anlaufstelle für die Verbreitung von astronomischen Entdeckungen. Wenige Stunden später beobachten Observatorien in Europa und Asien die Radioquelle. Per E-Mail hagelt es positive Bestätigungen vom Empfang des Signals. Es stammt aus einem Bereich des galaktischen Zentrums. Die Signale haben eine Deklination von minus 27 Grad, 03 Minuten und eine Rektaszension von 19 Stunden, 17 Minuten und 12 Sekunden und stammen aus der Konstellation Schütze. Die Frequenz des Signals

beträgt 1419,944 Megahertz. Damit befindet es sich innerhalb der 21-cm-Linie des neutralen Wasserstoffes. Das Signal taucht nur innerhalb eines Kanals auf und ist damit extrem schmalbandig. Für einen Moment stockt Tarter der Atem, denn sie erkennt die Koordinaten.

Das Wow!-Signal ist zurückgekehrt. Auch das Team von *Projekt Phoenix* begreift nun, was hier vorgeht. Bob Dixon und Jerry Ehman von *Big Ear* in Delaware, Ohio, werden verständigt.

Telefone schrillen ununterbrochen. Faxgeräte und Onlineverbindungen laufen heiß. Sicherheitsvorkehrungen werden getroffen. Wachpersonal wird angefordert. Die Spannung wird unerträglich. Es sieht so aus, als ob jemand mit der Menschheit Kontakt aufnehmen will.

Das Unmögliche ist wahr geworden.

Der Tag X ist gekommen.

Man kündigt eine Pressekonferenz an. Innerhalb weniger Minuten brechen die Telefonleitungen zusammen. Dutzende Fernseh- und Radiosender in den USA wollen sich die Exklusivstory über die größte Sensation des dritten Jahrtausends für die Hauptnachrichtensendungen sichern.

Was wird nun geschehen? Wie wird die Menschheit auf den Erstkontakt reagieren, falls es sich gar um eine komplette Radiobotschaft an die Menschheit mit fundamentalen wissenschaftlichen oder theologisch-philosophischen Inhalten handelt? Wie wird sich unser Weltbild verändern? Sind wir gewappnet für den Kulturschock?

Literatur

Cocconi, Giuseppe und Morrison, Philip, »Searching for interstellar communications«, *Nature*, Vol. 184, pp. 844-846, Sept. 19, 1959.

Drake, Frank D. und Sobel, Dava, »Is anyone out there?«, Delacorte Press, New York, 1992.

Sagan, Carl, »Contact«, Droemer Knauer, München 1986.

Tough, Allen, »When SETI Succeeds«, *Foundation of the Future*, Bellevue, Washington, 2000.

Trefil, James und Rood, Robert, »Sind wir allein im Universum?«, Goldmann Verlag, München, 1988.

Swift, David W., »SETI Pioneers«, The University of Arizona Press, Tucson, 1990.

Wabbel, Tobias Daniel (Hrsg.), »SETI – Die Suche nach dem Außerirdischen«, Beust, München, 2002.

Wabbel, Tobias Daniel (Hrsg.), »Im Anfang war (k)ein Gott«, Patmos, Düsseldorf, 2004.

Walter, Ulrich, »Zivilisationen im All«, Spektrum akademischer Verlag, Heidelberg, 1999.

SETI Institute, Project Phoenix Scientific Publications Policy, Donour Information, Mountain View, CA, 1994.

SETI Institute, Project Phoenix, Signal Detection Protocol, Donour Information, Mountain View, CA, 1994.

Webseite des SETI-Institutes: www.seti.org