

# AUF DER SUCHE NACH AUSSERIRDISCHEM LEBEN

## Die S.E.T.I.-Projekte

VON KAI-OLIVER DETKEN, GRASBERG

Außerirdisches Leben zu entdecken hat den Menschen von jeher fasziniert. Seit er wissenschaftlich zu den Sternen aufblickt, beschäftigt er sich mit der Möglichkeit, dass an anderer Stelle im Weltraum ein anderes Lebewesen vielleicht gerade genau dasselbe machen könnte. Dabei wurde diese Vorstellung meistens weniger von romantischen, sondern eher von argwöhnischen Gefühlen begleitet. Zahlreiche Ufo-Sichtungen, die es ca. seit dem Jahr 1920 gegeben hat, gehen eher von feindlichen Außerirdischen aus, da mit diesen Sichtungen immer eine Katastrophe einherging. Mögliche fremde Lebewesen beschwören daher sowohl Neugier und Erleichterung, dass wir nicht allein sind in den weiten des Universums, als auch Angst hervor, da man davon ausgehen muss, dass diese sog. Aliens technologisch viel weiter entwickelt sein werden. Trotzdem siegt natürlich immer die Neugier beim Menschen, weshalb wir uns seit dem Raumfahrtzeitalter mit einer möglichen Kontaktaufnahme beschäftigen. Das Programm Search for Extraterrestrial Intelligence – kurz S.E.T.I. – hat sich seit 1960 zur Aufgabe gemacht nach Signalen außerirdischer Zivilisationen zu suchen. Dieser Artikel geht auf das Programm ein und soll auch die Frage nach dem Sinn eines solchen Unterfanges hinterfragen.

### Die Anfänge

Seit der Erfindung des Radios beschäftigen sich die Menschen mit der Möglichkeit, dass auch andere Zivilisationen ähnliche Entwicklungen geschaffen haben könnten und man diese Signale, wenn auch sehr schwach, auch empfangen könnte. Bereits der italienische Wissenschaftler Guglielmo Marconi, der 1909 zusammen mit dem deutschen Physiker Ferdinand Braun den Nobelpreis erhielt, stellte bereits 1922 fest, dass er außerirdische Radiowellen empfangen habe. Zwar konnte dies von keiner anderen Quelle bestätigt werden; trotzdem sollte man sich vergegenwärtigen, dass es sich bei Guglielmo Marconi nicht um einen Fantasten, sondern um einen anerkannten Pionier der drahtlosen Telekommunikation gehandelt hat. Er stand zeitlebens unter einem Erfindungsdruck und widmete sich hauptsächlich seinen Forschungen. So entwickelte er 1896 u.a. auch ein Gerät zur Aufspürung und Registrierung elektrischer Schwingungen, welches er im selben Jahr noch patentieren ließ. Hiermit hat er dann wohl auch

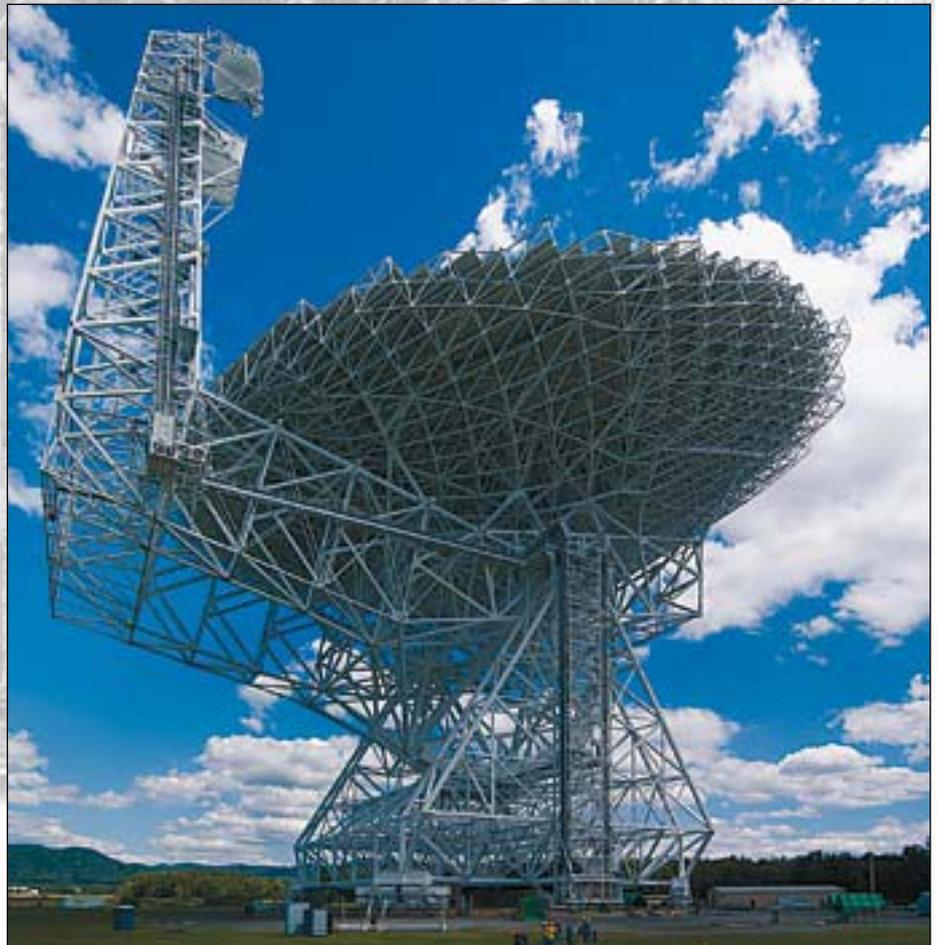


Abb. 1: Radioteleskop am Green-Bank-Observatorium [2].

$$N = R+ \times fp \times ne \times fl \times fi \times fc \times L$$

*R+* = mittlere Sternentstehungsrate pro Jahr in unserer Galaxis

*fp* = Anteil der Sterne mit Planetensystem

*ne* = Anzahl der Planeten mit Ökosphäre

*fl* = Anteil der Planeten mit Leben

*fi* = Anteil der Planeten mit intelligentem Leben

*fc* = Anteil der Planeten mit Interesse an interstellarer Kommunikation

*L* = Lebensdauer einer technischen Zivilisation in Jahren

Abb. 2: Die Drake-Gleichung.

die außerirdischen Schwingungen „erkannt“ bzw. er konnte sie keiner anderen Quelle zuordnen.

Auch Nikola Tesla, Erfinder und Elektro-Ingenieur, meinte Signale von Außerirdischen empfangen zu haben. Tesla widmete sich Zeit seines Lebens zahlreichen Erfindungen und versuchte sich den Wechselstrom, im Gegensatz zu Edison, der den Gleichstrom bevorzugte, zunutze zu machen. Unsere heutige Energieversorgung mit Wechselstrom haben wir dadurch zum größten Teil seinen Arbeiten zu verdanken. Nach Erfindungen im Energiesektor arbeitete er an Beleuchtungssystemen und später in der Hochfrequenz- und Medizintechnik. Seine wichtigste Erfindung war der Wechselspannungsgenerator, der weltweit seinen Siegeszug antrat. Um die Jahrhundertwende wurden allerdings seine Erfindungen immer skurriler. 1899 behauptete er dann einen Erstkontakt mit Außerirdischen auf dem Mars mit Hilfe von Glühlampen hergestellt zu haben. Bis heute werden seine Spätwerke zu Strahlungs- und Umgebungsenergie heftig diskutiert. Trotzdem kann man auch ihn nicht als reinen Fantasten abtun, da er in seinem Leben immerhin 112 Patente veröffentlicht hat. [1]

Im Jahre 1960 wurde dann an der Cornell Universität das erste moderne SETI-Experiment ins Leben gerufen. Frank Drake, ein amerikanischer Astronom und Astrophysiker, nannte sein Projekt Ozma, nach dem Kinderbuch

„Ozma von Oz“, indem er bestimmte Bereiche des Weltraums nach außerirdischen Signalen untersuchte. Er hatte dafür ein Radioteleskop mit einem Durchmesser von 26 Metern (siehe Abb. 1) zur Verfügung und richtete es auf die Umgebung von Tau Ceti und Epsilon Eridani nahe dem 1,42-GHz-Band untersucht und auf Band aufgenommen, damit man die Ergebnisse zeitversetzt untersuchen konnte. Er hatte damit ungleich andere Möglichkeiten als seine Vorgänger Marconi und Tesla, aber leider keinen Erfolg. Trotzdem richtete er die erste SETI-Konferenz 1961 aus und entwickelte die sog. Drake-Gleichung. Diese Gleichung dient bis heute zur Diskussion der Anzahl der technischen und intelligenten Zivilisationen in unserer Milchstraßen-Galaxie. Sie bezieht sich nur auf Lebensformen, die in ihrer Umgebung auf Stick- und Kohlenstoff angewiesen sind und daher ähnliche Bedingungen wie auf der Erde vorfinden – doch dazu an anderer Stelle mehr. Nachdem auch die Sowjetunion 1964 mit einem Suchprogramm begann und 1971 eine weitere SETI-Konferenz organisierte, überlegte die NASA ein Radio-SETI-Projekt mit dem Namen Zyklop ins Leben zu rufen. Man schlug ein Radioteleskop-Array mit 1.500 Antennen mit je 91,5 m vor, was jedoch aus Kostengründen wieder verworfen wurde. Frank Drake unternahm daher, zusammen mit dem Wissenschaftler Carl Sagan – Mitau-

tor des Buches „Intelligent Life in the Universe“, einen anderen kostengünstigeren Vorstoß. Er sendete vom Arecibo-Observatorium eine einmalige Botschaft mit einer Länge von 1.679 Bit in Richtung des Kugelsternhaufens M13 im Sternbild Herkules, der ca. 25.000 Lichtjahre entfernt ist. Die Anzahl der Bits wurde mathematisch genau festgelegt, da sie 2 Primfaktoren enthält (23 und 73) und die Nachricht daher als Rechteck mit 23 x 73 Pixel verstanden werden soll. Sie enthält das Bild des Observatoriums, einen Menschen, die DNA und die für das Leben notwendigen Elemente auf der Erde. Diese Nachricht ist als Arecibo-Botschaft in die Geschichte eingegangen.

Die Arecibo-Botschaft stand im klaren Gegensatz zum passiven Lauschen des SETI-Programms und wurde auch von anderen Wissenschaftlern durchaus kritisch gesehen. Zum einen wurde die Interpretierbarkeit einer solchen Nachricht in Frage gestellt, da man diverse mathematische Kniffe anwenden muss, um sie zu entziffern. Neben den technischen Möglichkeiten zum Empfang einer solchen Nachricht müsste eine andere Zivilisation ja auch in der Lage sein die Nachricht selber zu begreifen. Das hieße beispielsweise, dass die Außerirdischen in der Lage sein müssten die Primzahlen als Rechteckangabe deuten zu können. Sollten sie keine Rechtecke kennen und Grundlagen der Algebra sowie Geometrie nicht beherrschen, wäre eine Entschlüsselung nicht möglich. Zusätzlich muss das Binärsystem bekannt sein, um die Nachricht lesen zu können. Wenn diese Basis vorhanden ist, bleiben noch die unterschiedlichen Interpretierbarkeiten, die auch einen ganz anderen Schluss zulassen könnten.

Neben den Kommunikationshindernissen wurde aber auch die Sorge laut, dass diese Signale außerirdisches Leben direkt zur Erde führen könnten. Der Astrophysiker Stephen Hawking glaubt beispielsweise an außerirdische Lebensformen, doch er warnt gleichzeitig vor dem Kontakt mit den Aliens. Er glaubt, dass ein

Kontakt eine existentielle Bedrohung darstellen würde, da er auf unsere eigene Lebensart verweist: „Wir müssen nur auf uns selbst schauen, um zu sehen, wie sich aus intelligentem Leben etwas entwickelt, dem wir lieber nicht begegnen möchten.“ Uns ähnliche Außerirdische würden über die Erde herfallen, sich ihrer Ressourcen bemächtigen und wenn der Planet ausgelaugt sei, würden sie weiterziehen. Es würde ein ähnlicher Effekt erzielt werden, wie bei der Landung von Columbus in Amerika, der bei den Ureinwohnern Krankheiten und Tot hinterlassen hat. Ähnliche Befürchtungen äußern inzwischen auch andere, wie beispielsweise der Sozialpsychologe Albert Harrison, Professor an der Universität Kalifornien. Er meint, dass durch unsere Fernsehkanäle ein Bild vom Menschen gezeichnet wird, welches von anderen Lebensformen als Bedrohung empfunden werden könnte. Im Falle eines militärischen Konflikts wären wir dann sicherlich technologisch unterlegen. [3]

### Die Drake-Gleichung

Allerdings sollte man sich im ersten Schritt erst einmal damit beschäftigen, wie die Wahrscheinlichkeit für außerirdisches Leben eigentlich aussieht. Dazu ziehen wir die Drake-Gleichung heran, die auch als Green-Bank-Formel (weil er sie 1961 auf der ersten SETI-Konferenz in Green Bank vorgestellt hat) oder SETI-Gleichung bekannt ist. [1]

Als Voraussetzung für Leben werden erdähnliche Bedingungen angenommen. Damit wird mögliches Leben auf Basis anderer Elemente, wie z.B. Schwefel- und Silizium, ausgeschlossen. Weiterhin muss das Sonnensystem einen Zentralstern besitzen, der einen geeigneten Abstandsbereich besitzt, indem sich ein Planet aufhalten kann, bei dem Wasser dauerhaft in flüssiger Form vorliegt. Dies ist der Fall bei Sternen der Spektralklassen F bis M und der Leuchtstoffklasse V. Zusätzlich muss der Planet innerhalb des Sonnensystems so platziert sein, dass er vor kosmi-

schen Katastrophen (z.B. Meteoriten) weitestgehend geschützt ist. Außerdem muss der Planet in der Lage sein eine entsprechende Chemie für Leben bilden zu können, wozu er genügend radioaktive Elemente besitzen muss, die einen Karbonat-Silikat-Zyklus am Laufen halten können. Dieser Zyklus bezeichnet in der Chemie einen geochemischen, zyklischen Wechsel von Silikaten zu Carbonaten (und umgekehrt) unter dem Einfluss von Kohlensäure bzw. Kieselsäure. Dadurch wird ca. 80% des Kohlendioxids in einem Zeitraum von mehr als 500.000 Jahren zwischen Gestein und Atmosphäre ausgetauscht. Damit dieser Zyklus entsteht, der als erste Grundlage für Leben vorhanden sein muss, muss der Planet sich innerhalb des habitablen Alters bilden. Dieser Zeitraum wird allerdings vom Urknall an bis heute und weiteren 10-20 Milliarden Jahren andauern. Nach Ablauf dieser Zeit werden wichtige radioaktive Elemente nicht mehr im ausreichendem Maße zur Verfügung stehen, weshalb



Abb. 3: Allan Telescope Array (ATA) in Kalifornien [5].

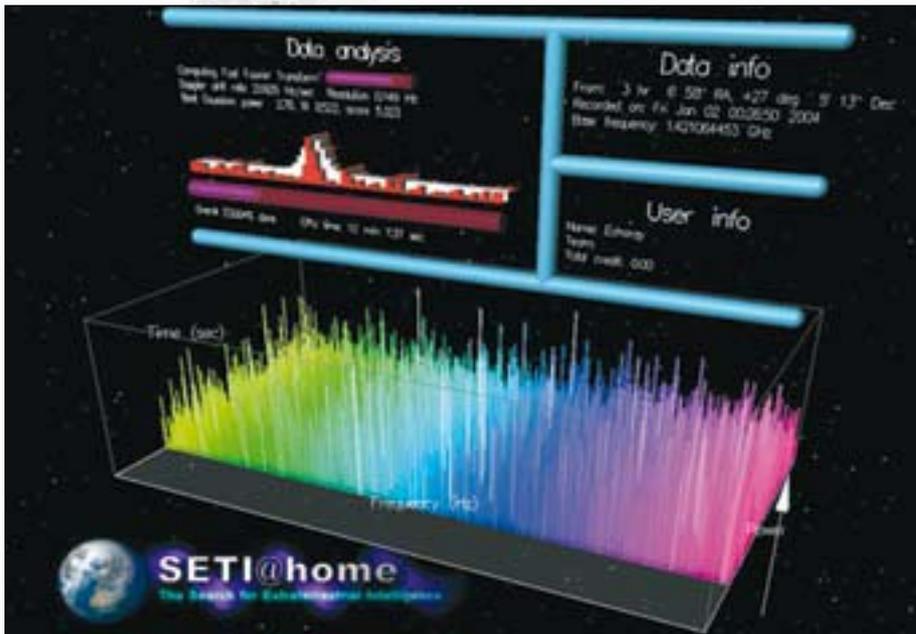


Abb. 4: Bildschirmschoner von SETI@home mit BOINC [6].

der eben beschriebene Zyklus zum Erliegen kommen wird. Neben den eben beschriebenen Anforderungen sollte auch die Planetenachse leicht geneigt sein, damit jahreszeitliche Unterschiede bestehen und mindestens ein Mond in der richtigen Größe sollte den Planeten umkreisen, damit das Klima stabilisiert werden kann. Allerdings werden diese beiden letzten Anforderungen als Soll-Kriterien gesehen.

Aus diesen Anforderungen ergab sich die hier abgebildete Drake-Gleichung, die mit  $N$  die mögliche Anzahl außerirdischer Zivilisationen in unserer Galaxie (Milchstraße) angibt, die technisch in der Lage wäre mit uns in Kontakt treten zu können.

Die mittlere Sternentstehung kann durch empirische Beobachtungen wie durch das Weltraumteleskop Hubble gut abgeschätzt werden und liegt zwischen 4 und 19. Dabei wird ein Stern mittlerer Größenordnung gesucht, der eine ähnliche Größe und Brenndauer wie unsere Sonne hat, da man annimmt, dass die Entwicklung von Leben ca. eine halbe Milliarde Jahre dauern wird. Des Weiteren zeigen Beobachtungen, dass ungefähr die Hälfte aller Sterne ein Planetensystem haben könnte. Seit 1995 wurden über 500 Exoplaneten in ca. 400 Systemen

entdeckt. Zurzeit der Formelentstehung war dies wissenschaftlich noch nicht nachgewiesen. Die Ökosphäre ist der Bereich, in dem durch den Abstand zur Sonne Leben entstehen könnte. In unserem Sonnensystem befinden sich Mars, Venus und die Erde in einem solchen Abstand. Auf wie vielen Planeten nun Leben existieren könnte, kann nur abgeschätzt werden (z.B. anhand unseres Sonnensystems). Zukünftig wird man mit empfindlicheren Teleskopen auch Exoplaneten nachweisen können, die z.B. Sauerstoff enthalten. Auf wie vielen Planeten sich intelligentes Leben entwickeln wird, kann hingegen nur grob geschätzt werden, da es hierfür keine wissenschaftlichen Zahlen gibt. Hier stellt sich natürlich auch die Frage, wie Intelligenz überhaupt definiert wird. Wenn außerirdische Zivilisationen eine gewisse Entwicklungsstufe hinter sich haben, geht man allerdings davon aus, dass sie sich auf die Suche nach außerirdischem Leben machen werden. Der letzte Faktor beinhaltet die Zeitspanne in der eine Zivilisation in der Lage sein wird außerirdische Signale empfangen und entschlüsseln zu können bzw. wie lange sie überhaupt existiert. Auf der Erde hat es beispielsweise in Abständen von 25-30 Millionen Jahren ein Massensterben

gegeben, das wahrscheinlich durch Klimakatastrophen ausgelöst wurde. Auch die Selbstzerstörung einer Zivilisation kann ein Grund für ihr Verschwinden sein.

Als Ergebnis der Drake-Gleichung kann man aufgrund der Unsicherheiten einiger Faktoren nicht ein einzelnes Resultat erwarten, daher wurden drei Modelle daraus abgeleitet. Das gemäßigte Modell geht davon aus, dass es nur eine Zivilisation in unserer Galaxie gibt. Das würde bedeuten, dass wir in unserer Milchstraße allein wären. Das optimistische Modell geht von 100 Zivilisationen aus und 5.000 Lichtjahren mittleren Abstands zwischen zwei sendenden Zivilisationen. Das enthusiastische Modell geht von 4 Millionen Zivilisationen in unserer Milchstraße aus, mit einem mittleren Abstand voneinander von nur noch 150 Lichtjahren. Selbst wenn wir von dem schlechtesten Fall ausgehen würden, würde das bedeuten, dass es Milliarden Möglichkeiten für Leben im gesamten Weltraum gibt. Allerdings wäre die Kommunikationsmöglichkeit zwischen verschiedenen Zivilisationen enorm eingeschränkt. Im enthusiastischen Modell würde man immerhin noch 300 Jahre auf eine Antwort warten müssen.

### Die SETI-Programme

Nach den SETI-Anfängen startete 1979 die Universität Kalifornien in Berkeley das Projekt SERENDIP (Search for Extraterrestrial Radio Emissions from Nearby Developed Intelligent Populations). Dafür wurde ein Frequenzanalysator für 100 Kanäle gebaut sowie verschiedene Radioteleskope mit einem Spiegeldurchmesser von 25 bis 65 Metern. 1980 wurde die Planetary Society gegründet, die auch verschiedene SETI-Projekte unterstützte. An der Universität Harvard nutzte man zwischen 1982 und 1985 einen Frequenzanalysator mit 131.000 Kanälen aus. Dies wurde durch neue digitale Signalprozessoren – sog. DSP-Chips – ermöglicht. Im Anschluss daran wurden im Projekt META (Me-

gachannel Extra-Terrestrial Array) bereits Frequenzanalytoren von 8 Millionen Kanälen und einer Kanalbandbreite von 0,5 Hz eingesetzt. Durch die DSP-Technik wuchs die Wahrscheinlichkeit auf einen möglichen Empfang außerirdischer Signale um ein Vielfaches an.

Weitere Projekte wurden an verschiedenen Universitäten gestartet, bevor die NASA 1992 entschied, ein eigenes SETI-Programm zu finanzieren. Das Programm MOP (Microwave Observing Program) sollte die gezielte Suche bei ca. 800 nahegelegenen Sternen sowie eine Durchmusterung des gesamten Himmels beinhalten. Leider wurde das Programm ein Jahr später aus Kostengründen wieder eingefroren. Jedoch entschied die Planetary Society das Projekt BETA (Billion-Channel Extraterrestrial Array) als Nachfolger von META in Angriff zu nehmen. Hier werden 250 Millionen Kanäle mit jeweils einer Bandbreite von 0,5 Hz verwendet. Der Frequenzbereich von 1.400 bis 1.720 Megahertz wird untersucht, wobei alle zwei Sekunden eine Bandbreite von 125 Megahertz abgetastet wird. Dadurch wird eine wesentlich effizientere Suche ermöglicht.

Im Jahre 1999 wurde zusätzlich das Projekt SETI@home in Berkeley an der Universität Kalifornien aus der Taufe gehoben. Die Daten des Projektes SERENDIP werden hierbei verwendet, um diese mit Hilfe vieler Computer, die im Internet von Benutzern freiwillig zur Verfügung gestellt werden, zu analysieren. Zudem arbeitet man in Nordkalifornien seit 2005 an einem neuen Radioteleskop, das sich aus ca. 350 Einzelteleskopen mit je 6,1m-Antennen zusammensetzt. Es heißt Allan Telescope Array (ATA), nach seinem größten Sponsor Paul Allan, dem Mitbegründer von Microsoft. Der zu beobachtende Frequenzbereich liegt zwischen 0,5 und 11,2 Gigahertz. Es kann gleichzeitig auf verschiedenen Frequenzen als auch als Interferometer verwendet werden. Dadurch ist es in der Lage, zur selben Zeit viele Objekte innerhalb der Gesichtsfelder der Einzelteleskope beobachten zu können, da man eine hohe Winkelauflösung erreichen kann, was zu einer höheren Auflösung führt.

### SETI@home

Im Gegensatz zu den universitären Projekten, kann beim SETI@home-Projekt jeder mitmachen. Dies wird ermöglicht, wie bereits erwähnt, durch die Ausnutzung verteilter Rechenleistung im Internet. Jeder Benutzer kann seit 1999 ein entsprechendes SETI@home-Programm herunterladen und auf seinem Rechner installieren. Dieses Programm entnimmt die nicht benötigte Rechenleistung eines Computers und nutzt diese für SETI-Analysen bei geringster Priorität aus. Dadurch, dass heutige Rechnersysteme die meiste Zeit nur einen Bruchteil ihrer Leistung für die eigentlichen Aufgaben nutzen, ist dieser Ansatz entstanden. Nach Abarbeitung eines Datenpakets werden die Ergebnisse an den zentralen SETI-Server zurückgeschickt und mit den Ergebnissen anderer Computer kombiniert. Das Bildschirmschoner-Programm von SETI@home informiert jeden Benutzer über aktuelle Fortschritte (siehe Abb. 4).

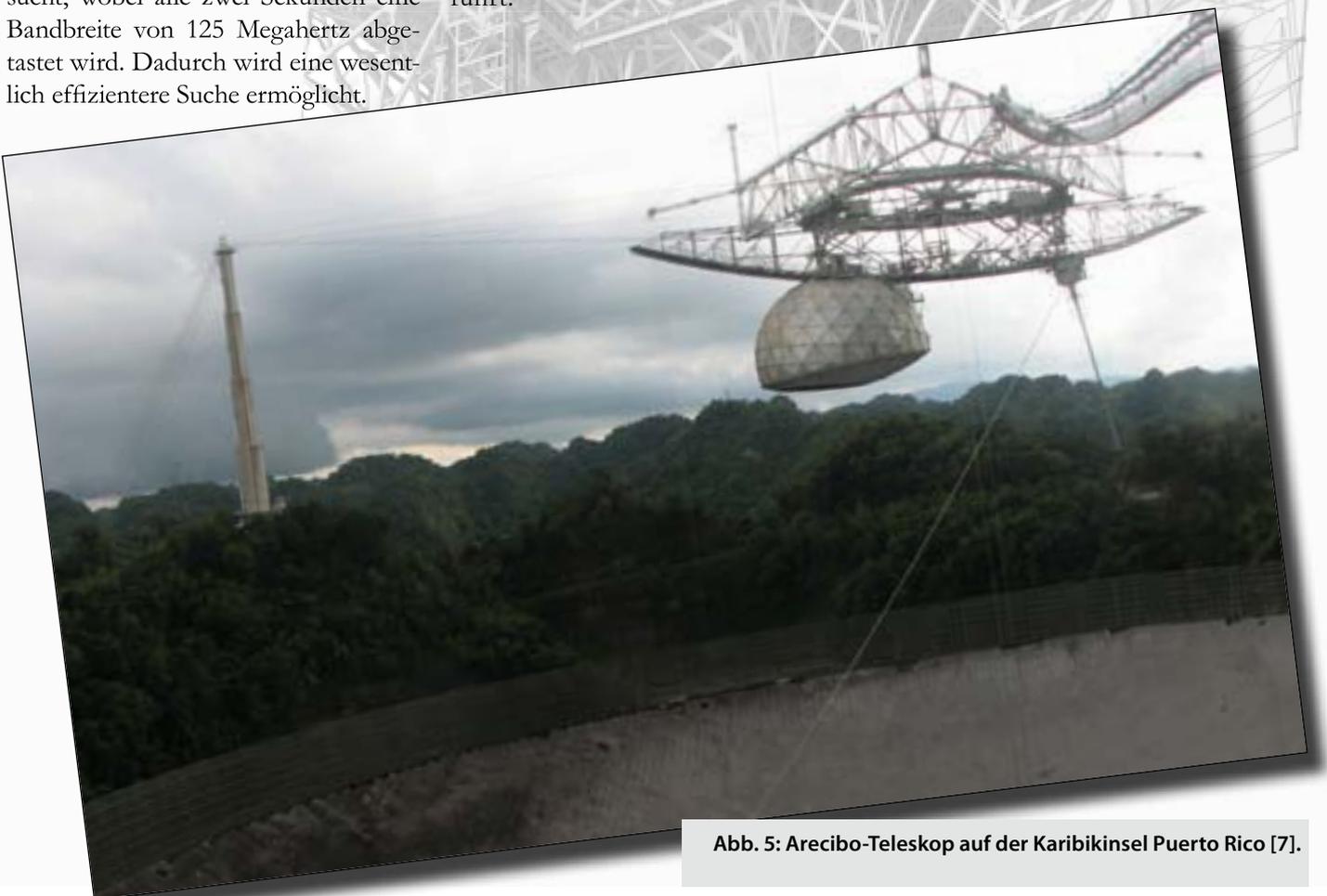


Abb. 5: Arecibo-Teleskop auf der Karibikinsel Puerto Rico [7].

SETI@home benötigt kein eigenes Radioteleskop, sondern nutzt das weltweite größte Radioteleskop Arecibo-Teleskop auf der Karibikinsel Puerto Rico (siehe Abb. 5), welches für astronomische Beobachtungen genutzt wird, parallel aus. Das funktioniert über einen zusätzlichen Empfänger, der Radiosignale auffängt. SETI@home erhält dadurch viele Radiodaten ohne Teleskopzeit zu belegen. Das Radioteleskop ist deshalb so groß, weil es in ein Tal der Hügel von Arecibo eingebettet wurde. Nachteilig ist dabei, dass es starr mit der Erde verbunden ist und deshalb nur von einem relativ schmalen Bereich der nördlichen Hemisphäre Signale aufzeichnen kann.

Dadurch, dass die Rechenkapazität an die SETI-Gemeinde ausgelagert wird, werden nur wenig eigene Rechnersysteme benötigt. Durch die Zusammenschaltung weltweiter Internet-Rechner standen im Dezember 2009 ca. 700 TeraFLOPS an Rechenkapazität zur Verfügung. Die Einheit FLOPS (Floating Point Operations Per Second) ist ein Maß für die Leistungsfähigkeit von Rechnersystemen oder Prozessoren. Zum Vergleich; der im März 2006 schnellste Supercomputer Deutschlands JUBL besaß eine Rechenkapazität von nur 45,6 TeraFLOPS. Seit 1999 haben alle SETI@home-Rechner zusammen 2,3 Millionen Jahre Rechenzeit zurückgelegt. Das beinhaltet ca. 1,8 Milliarden Ergebnisse von über 5,4 Millionen Benutzern!

Wenn man an SETI@home teilnehmen möchte, kann man dies über zwei verschiedene Software-Programme tun: SETI@home Enhanced [8] oder Astropulse [9]. Während das erste Programm direkt von den Seiten der UC Berkeley zur Verfügung gestellt wird, kann über Astropulse auch etwas auf den deutschen Seiten von SETI@Deutschland nachgelesen werden. Beide Programme besitzen dabei verschiedene Schwerpunkte. Während SETI@home Enhanced im schmalbandigen Frequenzbereich arbeitet,

sucht Astropulse nach breitbandigen Pulsen, wie sie von Pulsaren, Neutronensternen und von sterbenden Wurmlochern (Hawkinsche Strahlung) ausgehen können. Auch fremde Zivilisationen wären wahrscheinlich in der Lage solche Radiosignale auszusenden. Beide Programme suchen entsprechend nach Gaußschen Anstiegen und Fällen von Übertragungsleistungen, die möglicherweise auf eine Radioquelle hindeuten könnten. Zusätzlich werden Pulse gesucht, die eine schmalbandige digitale Transmission sein könnten sowie nach Pulsfolgen.

Seit Juni 2004 wurde die Software-Plattform auf BOINC (Berkeley Open Infrastructure for Network Computing) umgestellt, um flexibler Erweiterungsmöglichkeiten zukünftig einbetten zu können. Diese Plattform, die

direkt von der UC Berkeley entwickelt wurde, wird auch für andere Projekte, in denen verteilte Rechenleistung benötigt wird, eingesetzt. So umfassen andere Großprojekte beispielsweise die Erstellung eines 3D-Modells unserer Milchstraße oder die Vorhersage der Klimaentwicklung. Im März 2010 hatte die Plattform mit 600.000 angeschlossenen Rechnern eine Gesamt-rechenleistung von 3,5 bis 6,8 PetaFLOPS vorzuweisen! Seit 2003 ist die Software „Open Source“ und kann von jedem frei genutzt werden. [10]

### SETI-Ergebnisse

Den gesamten Himmel nach allen möglichen elektromagnetischen Signalen abzusuchen ist quasi nicht möglich. An den Anfängen von SETI kann man ja bereits erkennen, dass man sich

### Literaturhinweise

- [1] Sebastian von Hoerner: Sind wir allein? – SETI und das Leben im All; Beck-Verlag; München 2003
- [2] Dieses Bild wurde durch den Autor Geremia in die Gemeinfreiheit übergeben. Dies gilt weltweit. Geremia erlaubt jedermann die Verwendung des Werks zu jedem Zweck ohne jegliche Bedingungen, außer solchen Bedingungen, die gesetzlich vorgeschrieben sind.
- [3] Christoph Titz: Warnung von Astrophysiker Hawking: Sprecht bloß nicht mit den Aliens!; Spiegel Online Wissenschaft; 25. April 2010; Hamburg 2010
- [4] Frank Drake, Dava Sobel: Signale von anderen Welten. Mit dem NASA-SETI-Projekt auf der Suche nach fremden Intelligenzen; 1994
- [5] SETI Institute, University of California Berkeley: Dishes spread out across a California valley as part of the Allen Telescope Array; COSMIC LOG on msnbc.com; Article: Radio eyes open wide, October 2007
- [6] SETI BOINC development team: Screenshot des Setiboinc-Clients; dieses Bildschirmfoto wurde unter der freien GNU GPL-Lizenz veröffentlicht und kann entsprechend der genannten Lizenz frei genutzt werden.
- [7] Kevin McCoy: Panoramic photo of the radio telescope at the Arecibo Observatory, Arecibo, Puerto Rico. Stitched from five photos, GNU-Licence, January 2007
- [8] SETI@home Enhanced: [http://setiathome.berkeley.edu/sah\\_enhanced.php](http://setiathome.berkeley.edu/sah_enhanced.php)
- [9] Astropulse: <http://www.seti-deutschland.de/de/startseite/projekte/astropulse.html>
- [10] BOINC – Open Source Software für Volunteer Computing und Grid Computing: <http://boinc.berkeley.edu>
- [11] SETI@home Webseite: <http://setiathome.ssl.berkeley.edu>
- [12] Nikolai S. Kardaschow: Transmission of Information by extraterrestrial civilizations. in: Soviet Astronomy-AJ, vol.8, no. 2, Sept.-Oct. 1964
- [13] Professor Dr. Alois Loidl: Institut für Physik an der Universität Augsburg: Was ist eigentlich Elektromog?; Wissenschaftszentrum Umwelt; <http://www-4.physik.uni-augsburg.de/exp5/esmog/index.html>
- [14] Jürgen Blum: Meilensteine der Kosmologie; Kosmologie-Vortrag – Teil 1; [http://www.deepstardust.de/files\\_pdf/Vortrag\\_MicrowaveBackground.pdf](http://www.deepstardust.de/files_pdf/Vortrag_MicrowaveBackground.pdf)
- [15] Giuseppe Cocconi, Philip Morrison: Searching for Interstellar Communications; Nature; Vol. 184; No. 4690; September 1959
- [16] Markus Becker: 50 Jahre Alien-Suche – Schweigen im Weltall; Spiegel Online Wissenschaft; 22. Februar 2010; Hamburg 2010

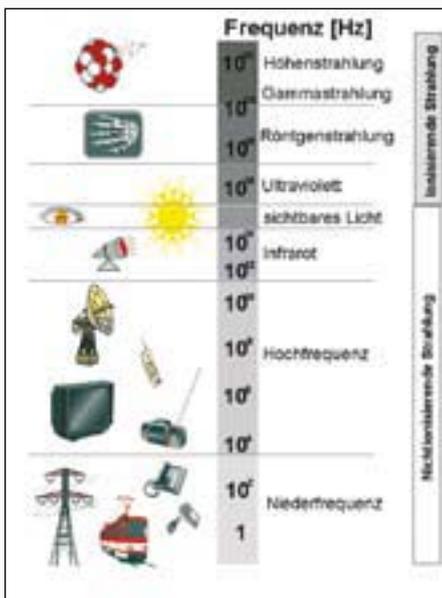


Abb. 6: Frequenzspektrum mit Anwendungsbeispielen [13].

auf bestimmte Frequenzen aufgrund der vorhandenen Technik festlegen musste. Um ein fremdes Signal aufspüren zu können, muss man davon ausgehen, dass dieses Signal stärker als die Strahlung des jeweiligen Heimatplaneten sein sollte. Dies wiederum bedeutet, dass es für außerirdisches Leben keinen Sinn machen würde, ein starkes Signal über ein großes Wellenlängenspektrum zu übertragen, da dies mit einer unnützen Energieleistung einhergehen würde. Daher kann man davon ausgehen, dass ein solches Signal sehr schmalbandig gesendet werden wird. [12] Das gestaltet die Suche dementsprechend schwierig, da man das gesamte Frequenzspektrum nach Signalen absuchen müsste, um die Wahrscheinlichkeit eines Erfolges möglichst hoch zu halten. Hinzu kommt die Schwierigkeit, dass man nicht weiß, welche Modulation oder Codierung außerirdische Zivilisationen benutzen würden. Dementsprechend sucht man auf verschiedenen Frequenzen nach einem Signal, welches stärker als das Hintergrundrauschen ist und ein regelmäßiges Muster aufweist.

Anhand des sehr weiten Frequenzspektrums, welches in Abb. 6 einmal mit den dazugehörigen Anwendungen dargestellt ist, wird deutlich, wie schwer eine solche Entdeckung fallen dürfte. Selbst wenn uns ein außerirdi-

ches Signal erreichen würde, wäre es sehr wahrscheinlich, dass wir es überhören, da wir nicht alle Frequenzen gleichermaßen untersuchen können. Hinzu kommt, dass wir selbst inzwischen auch fast jede Frequenz selbst nutzen und dieses Signal auch untergehen könnte.

Eine solche Entdeckung bleibt daher auch dem Zufall mit überlassen, wie das schöne Beispiel von der Entdeckung der kosmischen Mikrowellenhintergrundstrahlung aus dem Jahre 1964 verdeutlicht. Die Bell Labs arbeiteten damals in Crawford, USA, an einer neuen Antenne (siehe Abb. 7), die die Satellitenkommunikation ermöglichen sollte. Dabei entdeckten die Physiker Robert Woodrow Wilson und Arnold Allan Penzias ein Rauschen in der Erdatmosphäre, welches aus allen Richtungen kam und eine gleichmäßige Stärke aufwies. Sie nahmen im ersten Moment an, dass sie bei der Konstruktion einen Fehler gemacht hatten. Nachdem sie das ausschließen konnten, reinigten sie die Oberfläche ihrer Antenne von Taubendreck, da sich dies ebenfalls nachteilig auf den Empfang auswirken könnte. Auch die Reinigung brachte keine Abhilfe, weshalb sie versuchten das Rauschsignal zu messen. Dabei kam heraus, dass das Rauschen von einer sehr schwachen Hintergrundstrahlung verursacht wurde, die eine Strahlungstemperatur von ca. 3 Grad Kelvin aufwies. Die beiden Physiker hatten durch Zufall das abgekühlte Strahlungsfeld des Urknalls entdeckt. Dafür bekamen beide 1978 den Nobelpreis verliehen.

Die beiden Physiker hatten es relativ einfach dieses Rauschen zu finden, da es aus allen Richtungen kommt und immer vorhanden ist. Einzelne Signale oder sogar Muster zu erkennen, ist deutlich schwieriger. Daher muss man sich auf bestimmte Frequenzbereiche festlegen, um eine gezielte Suche zu ermöglichen. Die Physiker Giuseppe Cocconi und Philip Morrison veröffentlichten 1959 in der Zeitschrift Nature eine Publikation [14], mit der die SETI-Forschung im Grunde begann.

Sie kamen darin zu dem Schluss, dass Mikrowellen-Frequenzen zwischen 1 und 10 Gigahertz am besten geeignet wären, um eine interstellare Kommunikation zu ermöglichen. Unter 1 GHz befindet sich die sog. Synchrotronstrahlung, die durch Elektronen verursacht wird, die durch das Erdmagnetfeld wandern. Oberhalb von 10 GHz wirkt sich wiederum die Strahlung von Wasserstoff- und Sauerstoffatomen in unserer Atmosphäre als störend aus. Hinzu kommt, dass es prinzipiell einfacher ist niedrige Frequenzen zu senden und zu empfangen. Daher kamen beide Physiker zu dem Schluss, dass Frequenzen um 1,42 GHz besonders geeignet wären, da auf dieser Frequenz neutraler Wasserstoff strahlt, der von Radioastronomen häufig untersucht wird. Eine weitere interessante Frequenz beträgt 1,72 GHz, auf der Sauerstoff-Wasserstoff-Moleküle zu Hause sind. Daher wird das Frequenzspektrum zwischen 1,42 und 1,72 GHz für die SETI-Forschung favorisiert.

Trotz der Einkreisung auf ein bestimmtes Frequenzfenster, bleibt die Wahrscheinlichkeit auf den Empfang außerirdischer Signale gering. Schließlich haben die SETI-Forscher gerade mal ein Billionstel des Weltraums und des Frequenzspektrums untersucht, die für interstellare Signale in Frage kommen könnte. Es ist daher nicht verwunderlich, dass SETI bisher keinen Erfolg vorweisen konnte. Eine Ausnahme gibt es allerdings: Am 15. August 1977 zeichnete das Radioteleskop der Ohio State University, das im Rahmen des SETI-Programms ausschließlich auf den interstellaren Raum fixiert war, ein Schmalband-Radiosignal auf, das als sog. Wow!-Signal in die Geschichte einging. Der Astrophysiker Jerry E. Ehman maß ein Signal, welches 72 sec lang andauerte und danach nicht mehr auftauchte. Auch die Natur des Signals blieb ungeklärt. Das Signal war dabei 30fach stärker als das Hintergrundrauschen, mit einer Bandbreite unter 10 kHz. Die Frage, ob das Signal eine Modulation und dementsprechend Inhalte enthalten haben könnte, wurde von



Abb. 7: Bell Labs Horn-Radio-Antenne in Crawford [14].

dem Entdecker bejaht. Leider waren damals weder das Radioteleskop noch die Computer leistungsfähig genug, um ein solches Signal entschlüsseln zu können. Letztendlich konnte aber auch nicht nachgewiesen werden, dass das Signal wirklich aus dem interstellaren Raum kam und nicht durch terrestrische Quellen verursacht wurde. Es bleibt aber eine sehr hohe Wahrscheinlichkeit über, dass es sich um außerirdisches Signal gehandelt hat.

### Fazit

Es ist nach jetzigem Kenntnisstand und der mathematischen Wahrscheinlichkeit zufolge davon auszugehen, dass es außerirdische Zivilisationen in jedem Fall gibt. Die Drake-Formel lieferte dazu eine Annäherung, die selbst im schlechtesten Fall Milliarden außerirdische Zivilisationen aufweist – wenn auch nicht in unserer Galaxie, sondern für den gesamten Weltraum gerechnet. Viele Unbekannte dieser Formel sind inzwischen aber zu Bekannten geworden. So können wir heute davon ausgehen, dass etwa

die Hälfte aller Sterne auch Planeten besitzen. Die Zahl der gefundenen Exoplaneten steigt weiter stark an; zukünftig wird man auch Planeten in Erdgröße finden, auf denen Leben existieren könnte.

Problematisch bleibt aber die große Entfernung zwischen den Planeten verschiedener Sonnensysteme. Dadurch wird eine Kommunikation quasi ad absurdum geführt und auch die Wegstrecke für den Empfang eines Signals kann so lang sein, dass bei der Ankunft evtl. die jeweilige Zivilisation nicht mehr existiert oder zumindest noch nicht oder nicht mehr in der Lage sein wird, dieses Signal zu verarbeiten. Von daher mögen die Sorgen des Astrophysikers Hawking unrealistisch anmuten, da er vor einer Kontaktaufnahme mit Außerirdischen warnt. Hawkings gibt solche Äußerungen aber nicht ohne fundamentales Wissen von sich, da er schließlich Wissenschaftler ist und immerhin einer der renommiertesten Physiker unserer Zeit. Für ihn ist dieses Szenario also durchaus denkbar,

da außerirdische Zivilisationen technisch weiter entwickelt sein dürften, wenn sie in der Lage sind mit uns in Kontakt zu treten.

Uns bleibt es mit unserer heutigen Technik lediglich vorbehalten in die unendlichen Weiten des Weltraums zu lauschen. Dabei darf man davon ausgehen, dass wir eines Tages auch erfolgreich interstellare Signale nachweisen können – vielleicht schon morgen, vielleicht auch erst in 200 Jahren. Aufgrund der immer leistungsfähigeren Technik sind wir heute in der Lage Milliarden Kanäle gleichzeitig zu durchforsten. In zwanzig Jahren könnte dies bedeuten, dass wir eine Millionen Sterne gleichzeitig untersuchen werden, wie SETI-Forscher Dan Werthimer auf einem Symposium in San Diego bekanntgab. [16] Wir stehen mit der SETI-Forschung daher letztendlich erst am Anfang.

Dr. Kai-Oliver Detken