

Leben auf Planeten bei M-Zwergen?

SETI bezieht auch Sterne geringer Leuchtkraft in die Suche nach künstlichen Radiosignalen ein

Bis vor kurzem galt es als unwahrscheinlich, dass sich auf einem Planeten eines M-Zwergsterns Leben entwickeln könnte. Doch wegen der Häufigkeit dieses Sterntyps erscheinen sie für die Suche nach außerirdischer Intelligenz inzwischen ebenso vielversprechend wie sonnenähnliche Sterne.

M-Zwergsterne fallen nicht gerade als Glanzlichter am Himmel auf. Mit ihrer Spektralklasse M liegen sie am untersten Ende der Hauptreihe im Hertzsprung-Russell-Diagramm – das heißt, sie haben eine sehr geringe Leuchtkraft und eine vergleichsweise niedrige Oberflächentemperatur zwischen 2600 und 3800 Kelvin. Proxima Centauri, der lichtschwache Begleiter von Alpha Centauri, ist ein typisches Beispiel. Solche M-Zwergsterne erreichen nur etwa acht bis 30 Prozent der Sonnenmasse und nur 0.003 bis drei Prozent der Sonnenleuchtkraft. Da sie gewissermaßen auf Sparflamme brennen, liegt ihre Lebensdauer in der Größenordnung von 100 Milliarden Jahren. Damit leuchten sie etwa zehnmal so lange wie die Sonne, und selbst diejenigen, die sich bald nach Entstehung des Universums bildeten, haben bisher nur rund zehn Prozent ihres Brennstoffs verbraucht.

Obwohl M-Zwergsterne ungefähr 70 Prozent aller Sterne ausmachen, wurden sie bisher nicht als Kandidaten in der Suche nach außerirdischer Intelligenz (SETI) auf-

genommen, sondern nur Sterne des sonnenähnlichen Spektraltyps G und der benachbarten Klassen F und K. Die meisten SETI-Forscher bezweifelten, dass sich auf Planeten, die leuchtschwache M-Sterne umkreisen, Leben entwickeln könnte.

Diese Skepsis geriet allerdings ins Wanken, als im August 2005 auf einem Workshop am SETI-Institut in Mountain View (Kalifornien) Argumente präsentiert wurden, die M-Zwergsterne sehr wohl zu Kandidaten mit potenziell bewohnbaren Planeten machen. Ein neues Array aus Radioteleskopen, das gegenwärtig in Kalifornien aufgebaut wird, soll deshalb auch M-Zwergsterne systematisch nach Radiosignalen von außerirdischen Zivilisationen abhören.

Bewohnbare Zonen

Als bewohnbare Zone gilt der Abstandsbereich eines Planeten von seinem Zentralstern, innerhalb dessen auf seiner Oberfläche flüssiges Wasser vorkommen kann. Wegen der geringen Energieabstrahlung eines M-Zwergs liegt die-

se Zone sehr nahe am Stern und ist sehr schmal. Deshalb ist die Wahrscheinlichkeit, dass sich ein Planet innerhalb dieser Zone gebildet hat, relativ gering. Zum Beispiel hat ein M-Stern mit 0.12 Sonnenmassen eine bewohnbare Zone in einem Abstand zwischen 0.02 und 0.05 Astronomischen Einheiten. Innerhalb eines Radius von 33 Lichtjahren um die Sonne sind 240 M-Sterne bekannt, aber nur 21 sonnenähnliche G-Sterne. Durch dieses große Verhältnis von M- zu G-Sternen erhält man für beide Sternklassen ungefähr dieselbe Gesamtzahl an potenziellen Planeten in bewohnbaren Zonen (Abb. 1).

Die große Sternnähe eines potenziellen bewohnbaren Planeten lässt starke Gezeitenkräfte auf diesen wirken und hätte zur Folge, dass er in gebundener Rotation um den Stern kreist. Er würde also seinem Mutterstern immer dieselbe Seite zuwenden, so wie stets die gleiche Hemisphäre unseres Mondes auf die Erde weist. Demnach würde auf der einen Hälfte des Planeten ständig Tag, auf der anderen ständig Nacht herrschen. Aus diesem Grunde vermuteten die Wissenschaftler, dass die Atmosphäre auf der Nachtseite ausfrieren könne, wohingegen sie auf der Tagseite in den Weltraum verdampfe. Dies ist aber wohl nicht der Fall: Denn neuen Theorien zufolge haben junge Planetenatmosphären einen sehr hohen CO_2 -Anteil, dessen Treibhauswirkung die auf die Nachtseite transportierte Wärme zu speichern vermag, sofern die Atmosphäre dicht genug ist. Zudem würde ein großer Ozean auf dem Planeten eine dem irdischen Golfstrom ähnliche Wärmetransportströmung aufbauen.

Ein anderes Argument gegen die Entwicklung von Leben auf Trabanten von M-Sternen war das Auftreten von Flares. Diese starken Strahlungsausbrüche würden einen Planeten mit intensiver, lebensfeindlicher Röntgen- und Ultraviolettstrahlung überfluten. Die stärksten solcher Flares können bis zu 100 000-mal mehr Energie abgeben als die stärksten beobachteten solaren Strahlungsausbrüche. Flares treten allerdings nur in den ersten Milliarden Jahren des langen Daseins von M-Sternen auf – danach ist deren Strahlung über Jahrmilliarden prak-

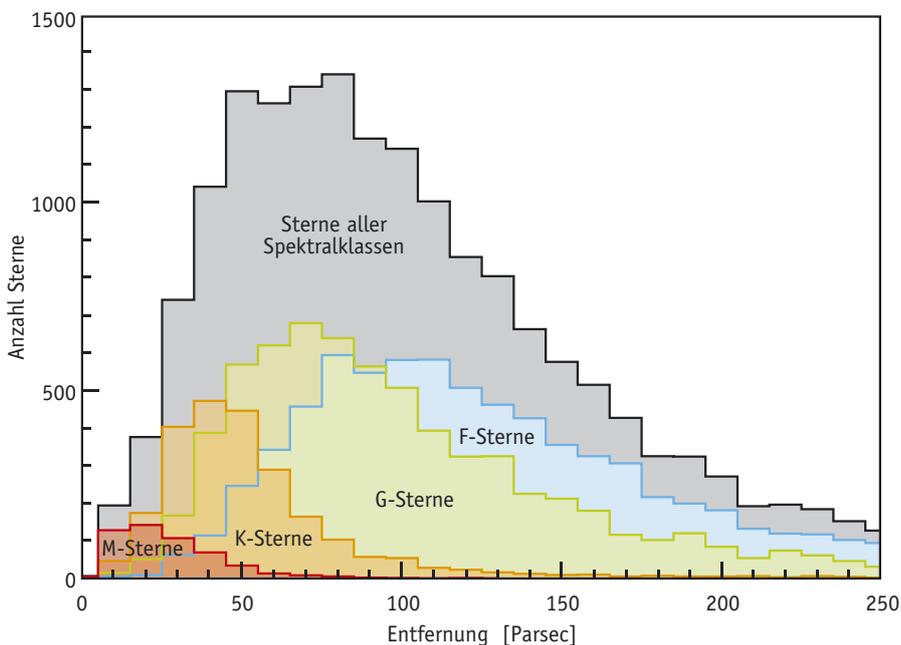
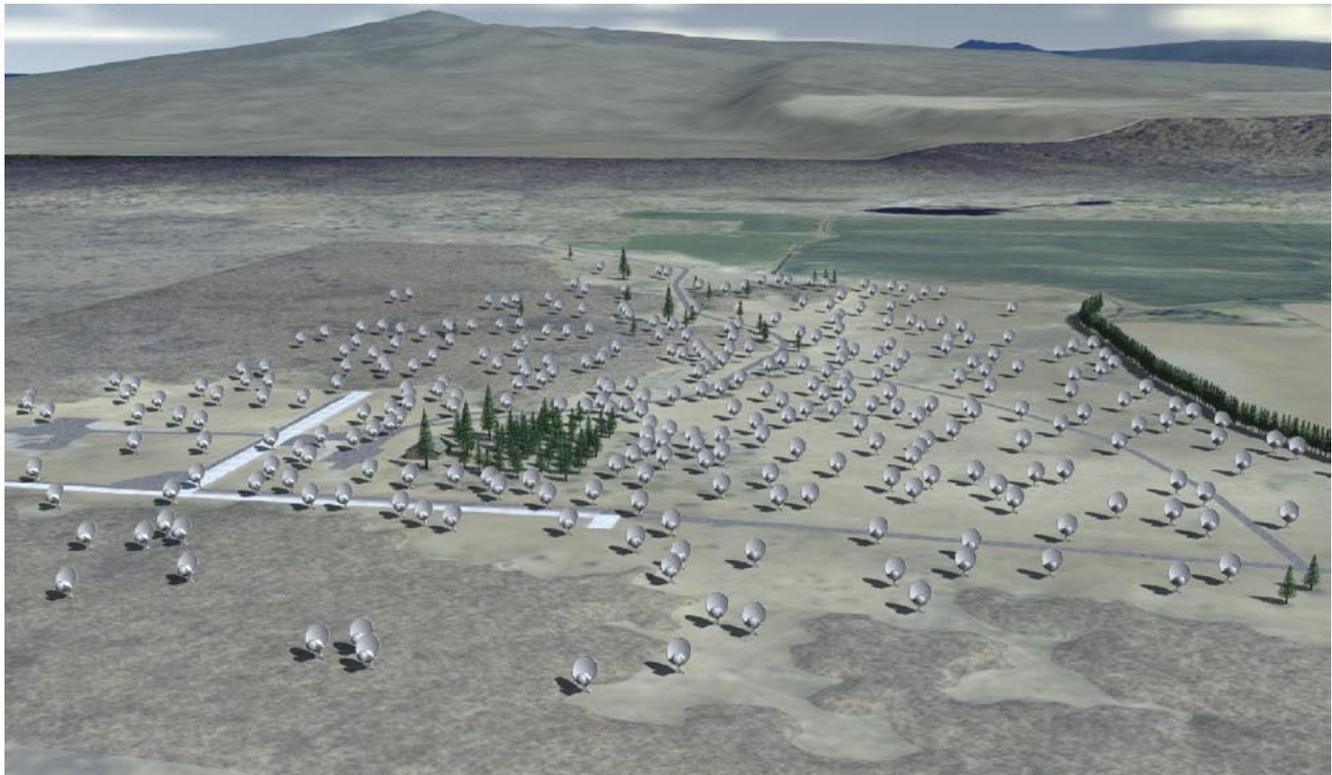


Abb. 1: Die Anzahl der Sterne mit potenziell bewohnbaren Planeten, von denen Radiosignale technologischer Zivilisationen mit Hilfe des Allen Telescope Arrays detektierbar wären, hängt vom Spektraltyp der Sterne und ihrem Abstand von der Sonne ab (100 Parsec entsprechen 326 Lichtjahren). (Quelle: Turnbull, Tarter)



▲ Abb. 2: Auf dem Gelände des Hat Creek Observatory in Kalifornien entsteht das Allen Telescope Array, das nicht nur für die wissenschaftliche Radioastronomie, sondern auch für die Suche nach Radiosignalen von außerirdischen Intelligenzen (SETI) zur Verfügung stehen wird. (Bild: Isaac Gary)

tisch konstant. Der chemische Motor der Entstehung und Entwicklung von Leben könnte in dieser Zeit ungestört arbeiten.

Ein anderes Hindernis ist ein im Vergleich zur Sonne auftretendes Defizit an Strahlung im Wellenlängenbereich von 400 bis 720 Nanometer, welche die Sauerstoffproduktion durch Photosynthese aufrecht erhält. Der Grund dafür sind die in diesem Spektralbereich liegenden starken, durch Titanoxid in der Atmosphäre des M-Sterns verursachten Absorptionsbanden, wodurch ein potenziell bewohnbarer Planet nur etwa zehn Prozent des entsprechenden Strahlungsflusses auf der Erde empfangen würde. Dieses Strahlungsdefizit wird aber wohl dadurch kompensiert, dass Pflanzen durch die gebundene Rotation eines hypothetischen M-Stern-Planeten ununterbrochen beleuchtet wären. Außerdem wurde ermittelt, dass 0,5 Promille des mittleren Strahlungsflusses auf der Erde ausreichen würde, um die maritime Photosynthese aufrecht zu erhalten.

Nur ein Hindernis bei der Entstehung von Leben bei M-Sternen ist noch ungeklärt: die mögliche Erosion einer Plane-

tenatmosphäre durch starke Sternwinde beziehungsweise die hohe UV-Strahlung in der Umgebung eines jungen M-Sterns.

Zweifel, ob überhaupt Planeten bei M-Zwergen entstehen können, wurden inzwischen durch die Entdeckung von Planeten bei vier M-Sternen (drei mittels der Doppler-Radialgeschwindigkeitsmethode und einer mit Hilfe der Gravitationslinsenmethode) ausgeräumt. Das Auftreten von jupiterähnlichen Riesenplaneten scheint allerdings gegenüber sonnenähnlichen Sternen auf ein Fünftel reduziert zu sein.

Das Allen Telescope Array

Zurzeit entsteht in Kalifornien auf einer Fläche von einem Hektar ein Array aus 350 kleinen, zusammenschalteten Radioteleskopen, das simultan von Radioastronomen für Himmelsdurchmusterungen wie auch von SETI-Forschern für die Suche nach Radiosignalen außerirdischer Zivilisationen genutzt werden soll (Abb. 2). Benannt ist es nach einem Mitgründer der Firma Microsoft, Paul Allen, der das Projekt finanziell unterstützt. Die einzelnen Teleskope sind handelsübliche, preiswerte (TV-)Parabolantennen mit 6,1 Meter Durchmesser, die mit speziellen Detektoren ausgerüstet werden. Allerdings wird die Ausrichtung des Arrays, das mehrere Zielobjekte gleichzeitig erfassen kann, die meiste Zeit von der traditionellen Radioastronomie bestimmt sein; die SETI-Astronomen können aber die gewonnenen Daten nutzen und auswerten. Deswegen spielen bei diesem Teleskop die M-Zwergsterne eine gewichtige Rolle:

Die SETI-Forscher wollen für jede Teleskopausrichtung mehrere Kandidatensterne mit potenziell bewohnbaren Planeten im Blickfeld haben. Dies wird mit M-Sternen zehnmal wahrscheinlicher als ausschließlich mit F-, G- und K-Sternen.

Bisherige SETI-Experimente konnten mit bereits bestehenden Radioteleskopen nur wenige Wochen im Jahr durchgeführt werden. Das Allen Telescope Array wird den Forschern Beobachtungen 24 Stunden am Tag über das gesamte Jahr hinweg und in mehreren Kanälen gleichzeitig erlauben, sodass 100- bis 1000-mal so viel Sterne überprüft werden können wie bisher.

JÜRGEN SCHREIBER

Literaturhinweise

Antigona Segura et al.: Biosignatures from Earth-like planets around M dwarfs. *Astrobiology* **5**, 706–725 [2005]

Martin Kürster, Michael Endl: Searching for terrestrial planets in the habitable zone of M dwarfs. In: *Extrasolar planets, ASP Conf. Ser.* **321**, 84–92 [2004]

Margaret C. Turnbull, Jill C. Tarter: Target selection for SETI. I. A catalog of nearby habitable stellar systems. *The ApJ Supplement Series* **145**, 181–198 [2003]

James F. Kasting, Daniel P. Whitmire: Habitable zones around main sequence stars. *Icarus* **101**, 108–128 [1993]