

Die erste Reise zu



Wie mag es wohl auf dem Planeten aussehen, der unseren Nachbarstern Proxima Centauri umkreist? Noch stützen sich Darstellungen wie diese auf die Fantasie von Künstlern. Doch eine Miniaturraumsonde könnte der Menschheit die ersten Fotos der fernen Welt übermitteln. Die Initiative Breakthrough Starshot entwickelt Pläne, wie eine solche Sonde nach nur 20 Jahren Reisedauer den 4,2 Lichtjahre von uns entfernten Planeten Proxima Centauri b erreichen könnte.

den Sternen

Ein kühner Plan nimmt Gestalt an: Eine winzige Raumsonde soll den nächsten Planeten außerhalb unseres Sonnensystems, Proxima Centauri b, nach nur wenigen Jahren Flugzeit erreichen.



**AstroViews 17 –
Proxima Centauri b –
nächster Nachbar**

[www.sterne-und-weltraum.de/
astroviews17](http://www.sterne-und-weltraum.de/astroviews17)

All jene, die außerirdische Welten erforschen wollen, nahmen die Nachricht mit großer Freude auf: Im August 2016 berichteten Wissenschaftler, einen möglicherweise habitablen, erdgroßen Planeten entdeckt zu haben, der den nächstgelegenen stellaren Nachbarn der Sonne umläuft: Proxima Centauri, der lediglich 1,3 Parsec beziehungsweise 4,22 Lichtjahre von uns entfernt ist (siehe SuW 10/2016, S. 22).

Dieser Planet – genannt Proxima b – ist ein verlockendes Ziel, das die Fantasie beflügelt. Gelänge es, eine Raumsonde dorthin zu schicken, würden wir erstmals einen Blick auf eine Welt jenseits unseres Sonnensystems werfen. »Für die Menschheit wäre es ein gewaltiger Sprung, wenn wir das nächste Sternsystem erreichen könnten«, sagt Bruce Betts von der Planetary Society in Pasadena, Kalifornien, die sich für die Erforschung unseres Planetensystems und die Suche nach außerirdischem Leben einsetzt. Die vor Ort gesammelten und zur Erde übermittelten Daten könnten enthüllen, ob der ferne Planet günstige Bedingungen für Leben bietet – oder sogar tatsächlich von Wesen bewohnt wird.

Die Idee, den Planeten Proxima b zu besuchen, mag wie Sciencefiction anmuten. Tatsächlich aber unternahm bereits einige Monate vor seiner Entdeckung eine Gruppe von Geschäftsleuten und Wissenschaftlern die ersten Schritte zu einem Besuch des Alpha-Centauri-Systems, von dem der Stern Proxima ein Teil ist. Die

Gruppe gab »Breakthrough Starshot« bekannt – ein Unterfangen, das der russische Investor Juri Milner mit 100 Millionen US-Dollar unterstützt (siehe Bild S. 27). Es soll die Erforschung und Entwicklung einer interstellaren Raumsonde vorantreiben. Mit der Entdeckung von Proxima b gewann das Projekt ein noch verlockenderes Ziel.

Allerdings wird es nicht einfach sein, überhaupt dorthin zu gelangen. Auch wenn Proxima – wie der aus dem Lateinischen abgeleitete Name besagt – der unserer Sonne am nächsten gelegene Stern ist: Er ist immer noch fast zweitausend Mal weiter von der Erde entfernt als die Sonde Voyager 1, die im Jahr 1977 gestartet ist und heute das am weitesten gereiste, von Menschen geschaffene Objekt ist. Um ihn innerhalb des Arbeitslebens eines Wissenschaftlers zu erreichen, müsste eine Sonde mit einem Fünftel der Lichtgeschwindigkeit unterwegs sein und unbeschadet ihren Weg zurücklegen, der keineswegs durch einen leeren Raum führt, sondern mitten durch die unsichtbaren Trümmer in unserem eigenen Sonnensystem und durch das interstellare Medium hindurch. Anschließend müsste die Sonde während ihres rasanten Vorbeiflugs (mit 60 000 Kilometern pro Sekunde) am Proxima-System nützliche Daten sammeln und diese über eine Strecke von vier Lichtjahren zurück zur Erde senden.

Das alles türmt sich zu einer riesigen technischen Herausforderung auf. Allerdings sind die am Projekt beteiligten Wissenschaftler der Meinung, dass sie sich meistern lässt – und arbeiten nun auf dieses Ziel hin.

Auch andere Gruppen erforschen interstellare Reisen, aber keine von ihnen hat den Schwung – oder die finanziellen Mittel – von Breakthrough Starshot. Selbst Astrophysiker, die nicht an Breakthrough Starshot beteiligt sind, räumen dieser Initiative die größte Chance ein, innerhalb der nächsten Jahrzehnte zu einem Nachbarstern zu gelangen. Das ist teilweise auch denjenigen Wissenschaftlern zu verdanken, die viele grundlegende Fachartikel über interstellare Reisen veröffentlicht haben. »Starshot greift von all diesen Ideen die besten Aspekte auf und kombiniert sie zu etwas Neuem«, sagt Caleb Scharf, Astrophysiker an der Columbia University in New York City, der nicht zum Starshot Team gehört.

Die Gründer dieser Initiative haben sich ein ehrgeiziges Ziel gesetzt: Technologien zu entwickeln, die es erlauben, innerhalb der nächsten 20 Jahre winzige, lasergetriebene Sonden zu starten. Die Kosten sollen zehn Milliarden US-Dollar nicht übersteigen. Nach einer Reisezeit von noch einmal 20 Jahren sollen die Sonden das Alpha-Centauri-System erreichen.

Der Start

Der erste, wirklich herausfordernde Schritt einer Mission wie Breakthrough Starshot besteht darin, die Raumsonde auf interstellare Geschwindigkeiten zu beschleunigen. Konventionelle Raketen kommen dafür nicht in Frage, da sie nicht genügend chemische Energie in Form von Treibstoff speichern können. Philip Lubin, Astrophysiker an der University of California in Santa Barbara und Mitglied des Berater- und Verwaltungskomitees des Projekts, sagt denn auch: »Mit Chemie kommt man bis zum Mars, aber nicht bis zu den Sternen.«

Daher konzentriert sich Starshot darauf, Licht als Antrieb zu nutzen. Seit Anfang des 20. Jahrhunderts wissen Forscher, dass Licht einen Impuls hat und Druck auf Gegenstände ausübt. Wissenschaftler der japanischen Weltraumbehörde JAXA und der Planetary Society haben dies bereits im Weltall demonstriert, indem sie dort riesige Segel durch Sonnenlicht antrieben. Aber das Sonnenlicht reicht nicht aus, eine Sonde bis zu Alpha Centauri zu beschleunigen. Das erforderliche Segel wäre riesig und somit unhandlich, sagt Betts. Er leitete ein Team, das 2015 ein 32 Quadratmeter großes Sonnensegel erprobte.

Starshot hat mehr als zwanzig Ideen für einen Antrieb für Ziele jenseits des Sonnensystems überprüft. Aber wie der Geschäftsführer des Projekts, Pete Worden, sagt, waren »eigentlich alle« ungeeignet. Schließlich griff die Initiative einen Vorschlag von Lubin auf: Laser. Im Jahr 2015 hatte Lubin ein Konzept erarbeitet, mit dem sich eine Raumsonde in 20 Jahren zu Alpha Centauri bringen ließe. Eine Anordnung aus mehreren Lasern sollte einen Strahl erzeugen, der leistungsfähig genug ist, um ein kleines Lichtsegel anzutreiben (siehe Grafik S. 28).

Das Starshot-Team will die Sonden zunächst mit konventionellen Raketen in eine Umlaufbahn um die Erde befördern.

IN KÜRZE

- »Breakthrough Starshot« ist eine Initiative, die eine winzige, zentimetergroße Sonde auf eine interstellare Reise zum nächsten Stern und zum nächsten extrasolaren Planeten senden will.
- Als Antrieb dient ein Lichtsegel, das von starken Lasern auf ein Fünftel der Lichtgeschwindigkeit beschleunigt werden soll.
- Mit dieser Geschwindigkeit würde die interstellare Reise nur wenige Jahrzehnte dauern. Keine der erforderlichen Eigenschaften erscheint unerreichbar.

Breakthrough Initiatives

Im Jahr 2015 gründeten Juri und Julia Milner die so genannten Breakthrough Initiatives, die Durchbruch-Initiativen. Dem russischstämmigen Milliardär – der von sich sagt, er sei nach dem ersten Weltraumfahrer Juri Gagarin benannt – und seiner Frau geht es dabei um die Erforschung des Universums im Allgemeinen, die Suche nach extraterrestrischem Leben und um die Förderung von Debatten aus einer planetaren Perspektive. Sie konnten Stephen Hawking als Fürsprecher gewinnen, mit dem sie im Juli 2015 Breakthrough Listen ankündigten, das mit 100 Millionen Dollar ausgestattet ist.

Mittlerweile sind es vier Initiativen, die allesamt von Milner finanziert werden: Breakthrough Listen, Breakthrough Message, Breakthrough Watch und Breakthrough Starshot.



Getty Images / Bryan Bedder

Der Gründer der Breakthrough-Initiativen Juri Milner hält bei der Ankündigung von Breakthrough Starshot im April 2016 eine kleine Elektronikplatine in der Hand – so winzig könnte eine der Raumsonden sein, die im Zug von Breakthrough Starshot zu dem Sternsystem Alpha Centauri reisen.

■ **Breakthrough Listen** soll SETI, der Suche nach intelligentem extraterrestrischem Leben, auf die Sprünge helfen. Das Programm sieht vor, eine Million Sterne im Zentrum unseres Milchstraßensystems und entlang der galaktischen Ebene ins Visier zu nehmen. Aber auch die 100 nächsten Galaxien stehen auf der Liste. Breakthrough Listen lauscht im Radiobereich und sucht nach Lasersignalen im Optischen. Die Initiative ist auf eine Laufzeit von zehn Jahren ausgelegt.

■ **Breakthrough Message** ist als Wettbewerb mit einem Preisgeld von einer Million Dollar angelegt. Es soll eine Nachricht gestaltet werden, die unsere Erde und das Leben darauf für fremde Zivilisationen verständlich macht. Die Initiatoren wollen damit zudem eine Debatte lostreten über die ethischen Aspekte, die mit dem Aussenden solcher Nachrichten verknüpft sind.

■ **Breakthrough Watch** hat als Ziel, erdgebundene und welt-raumgestützte Technologien zu entwickeln, mit denen sich der Erde ähnliche Planeten in unserer kosmischen Nachbarschaft aufspüren lassen. Das millionenschwere astronomische Programm soll außerdem Grundlagen schaffen, mit denen sich herausfinden lässt, ob dort Leben existiert.

■ **Breakthrough Starshot** lässt sich zweifelsfrei als die spektakulärste der Initiativen bezeichnen. Ausgestattet mit 100 Millionen Dollar wird ein Forschungs- und Entwicklungsprogramm aufgelegt, mit dem die Machbarkeit eines interstellaren Flugs demonstriert werden soll. Innerhalb der Dauer einer Generation sollen die Voraussetzungen für eine Reise zu dem Sternsystem Alpha Centauri geschaffen werden.

AXEL M. QUETZ



Breakthrough Initiatives Homepage:
<https://breakthroughinitiatives.org>

Anschließend würde eine Ansammlung von Lasern mit einer Gesamtleistung von 100 Gigawatt von der Erde aus mehrere Minuten lang auf das Segel einstrahlen – lange genug, um es auf 60 000 Kilometer pro Sekunde zu beschleunigen.

Die Leiter von Starshot zählen dabei auf Durchbrüche in der Laserindustrie. Die größten kontinuierlichen Laser schaffen heute Hunderte von Kilowatt – das sind sechs Größenordnungen zu wenig. Diese Leistungslücke ließe sich überbrücken, indem man das Licht von Hunderten Millionen weniger leistungsfähiger Laser in einem Array kombinierte, das mindestens einen Kilometer breit ist. Allerdings müssten dazu alle Strahlen miteinander in Phase gebracht werden, so dass sich ihre Wellen aufaddieren statt sich gegenseitig auszulöschen. Hierin steckt wohl die meiste Entwicklungsarbeit für das Projekt.

Die Raumsonde

Die Starshot-Sonde wird völlig anders aussehen als alles, was jemals zuvor ins All befördert wurde. Man stelle sich vor: eine kleine Ansammlung von Elektronik, Sensoren, Antrieb, Kameras und eine Batterie. Und das alles auf einem rund einen Zentimeter breiten Chip, der sich in der Mitte eines runden oder eines quadratischen Segels mit rund vier Meter Durchmesser befindet. Diese ganze Anordnung soll lediglich ein einziges Gramm wiegen – je leichter die Sonde, desto schneller kann eine gegebene Kraft sie beschleunigen (siehe Grafik S. 28).

Um die Geschwindigkeit zu maximieren, gleichzeitig aber Beschädigungen durch die Laser zu minimieren, muss das Segel fast alles darauf einfallende Licht reflektieren, obwohl es auch einen Teil durchlassen könnte. Dafür geeignete Ma-

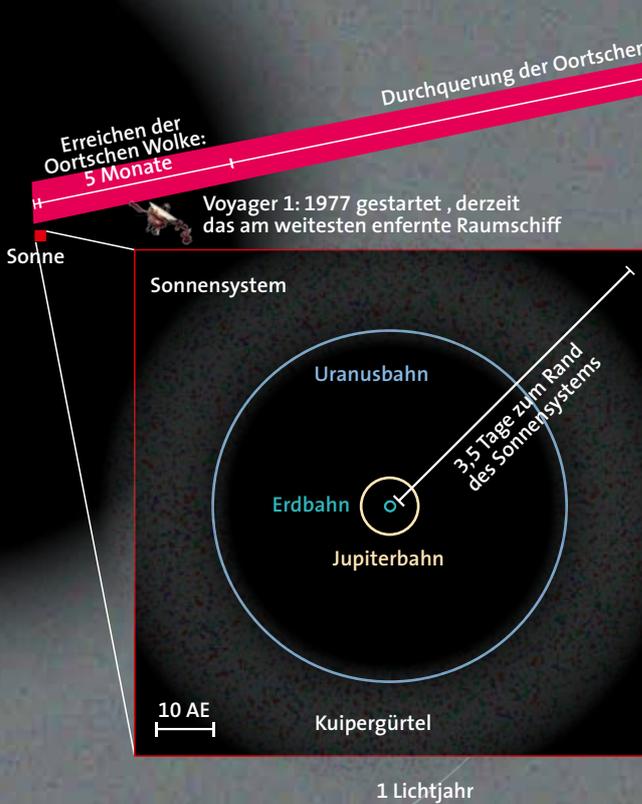
terialien gibt es bereits. Dabei handelt es sich um elektrisch nicht leitende Folien, die bis zu 99,999 Prozent des einfallenden Lichts reflektieren können, was der erforderlichen Schwelle nahekommt.

Allerdings werden Forscher die Produktion dieser exotischen Materialien enorm steigern und ihre Kosten deutlich senken müssen. Und sie müssen untersuchen, wie die Materialien auf die zur Beschleunigung erforderliche intensive Lichtmenge reagieren, denn dadurch könnten unvorhergesehene optische Effekte auftreten.

In der Beschleunigungsphase muss das Segel extrem flach bleiben und die Unvollkommenheiten des Laserstrahls so ausgleichen, dass die Sonde auf Kurs bleibt: Die kleinste Abweichung könnte sie auf eine völlig andere Bahn lenken. Um die Sonde auf Kurs zu halten, wäre es möglich, das

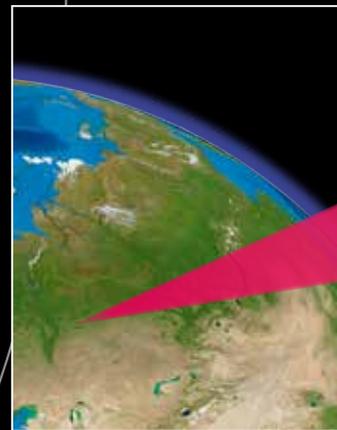
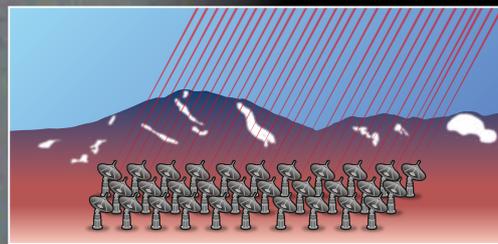
Die Reise zum Alpha-Centauri-System

Selbst mit einem Fünftel der Lichtgeschwindigkeit wird die Mini-Raumsonde der Initiative Breakthrough Starshot mehr als 20 Jahre benötigen, um zum nächsten Stern zu gelangen – wenn es den Gefahren unterwegs trotzen kann. Starshot plant, über einen gewissen Zeitraum Hunderte von Sonden zu starten – in der Hoffnung, dass zumindest einige die Reise überstehen.



Die Oortsche Wolke ist eine kugelförmige Hülle um das Sonnensystem. Sie enthält bis zu Trillionen (10^{18}) eisiger Objekte, von denen einige so groß wie die Kerne der Kometen sind. Eine Kollision würde die Sonde zwar zerstören, ist aber unwahrscheinlich, weil die mittleren Abstände der Objekte sehr groß sind.

Eine Batterie starker erdgebundener Ytterbium-Laser soll das Miniaturraumschiff beschleunigen, indem sie mehrere Minuten lang sein Segel mit Laserlicht bestrahlt. Der Beschuss endet, sobald es ein Fünftel der Lichtgeschwindigkeit erreicht hat.



2 Lichtjahre

SuW-Grafik; Voyager, Erde: NASA; Lichtsegel und Laser (Mitte) nach: Breakthrough Initiatives; Chip nach: Popkin, G.: First trip to the stars. In: Nature 542, S. 20-22, 2017

Segel rotieren zu lassen. Dies würde eine Zentrifugalkraft erzeugen, die das Segel straff spannen und Unregelmäßigkeiten im Laserstrahl über die Fläche ausmitteln würde. Die JAXA hat ein solches rotierendes Sonnensegel bereits getestet, und das Konzept sieht für Starshot »extrem vielversprechend« aus, sagt Worden.

Wie auch immer es aufgebaut sein wird: Das Segel muss robust sein. Es wird von einem 100-Gigawatt-Laserstrahl beschossen, der eine Beschleunigung erzeugen wird, die einige zehntausend Mal so groß ist wie die Beschleunigung, die ein Objekt auf der Erde auf Grund der Schwerkraft erfährt. Worden merkt an, dass Granaten in Militärtests derartige Kräfte überstanden haben, aber das nur wenige Sekunden lang – und nicht die mehreren Minuten, die der Laser auf das Segel einstrahlen würde.

Gemäß dem Plan von Starshot könnte die schiere Menge den Ausschlag geben. Eine einzelne Raumsonde wäre klein und relativ kostengünstig, so dass jeden

Tag eine oder sogar mehrere Sonden starten würden und das Projekt es sich leisten könnte, einige von ihnen zu verlieren.

Worden zufolge soll die Entwicklung der Sonden schrittweise erfolgen. Der erste Schritt besteht im Bau eines Prototyps, den die Laser vielleicht bis auf 1000 Kilometer pro Sekunde beschleunigen würden, was weniger als zwei Prozent der für Starshot geplanten Geschwindigkeit entspräche. Die Gesamtkosten dafür liegen zwischen 500 Millionen und einer Milliarde US-Dollar.

Die Reise

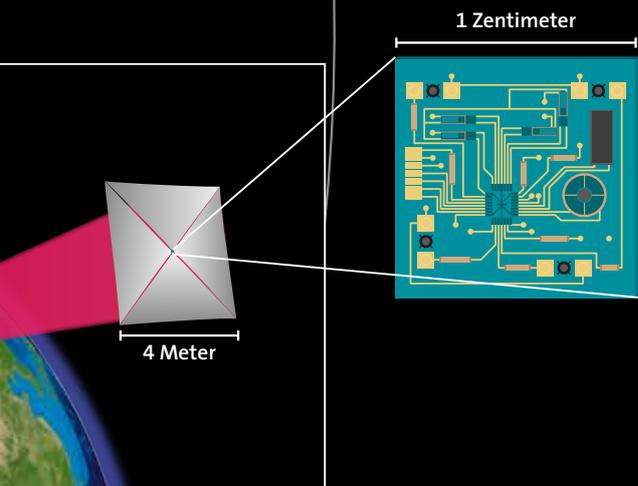
Nach einigen Minuten endet der Laserbeschuss. Die Sonde hat dann ein Fünftel der Lichtgeschwindigkeit – rund 60 000 Kilometer pro Sekunde – erreicht und bereits die fünffache Entfernung zwischen Erde und Mond hinter sich gebracht. Verglichen mit dieser abenteuerlichen Beschleunigungsphase wird der Rest der Strecke, die in den darauf folgenden 20 Jahren zurückzulegen ist, recht langweilig sein.

In dieser Phase besteht das größte Risiko in schwerwiegenden Schäden durch Kollisionen mit Staubteilchen, Wasserstoffatomen und anderen Partikeln des interstellaren Mediums. Eine weitere Gefahrenquelle ist die kosmische Strahlung: Atomkerne, die mit annähernd Lichtgeschwindigkeit durchs All sausen und funktionsrelevante Elektronikteile zerstören können. Niemand weiß genau, wie viele Teilchen es im interstellaren Raum wirklich gibt oder wie groß sie sind. Starshot plant deswegen, seine Sonde vor potentiellen Kollisionen zu schützen, indem die nach vorne weisende Kante mindestens millimeterdick mit einem widerstandsfähigen Material, beispielsweise Berylliumkupfer, beschichtet ist.

Aber auch falls die Sonde durch einen derartigen Einschlag nicht zerstört würde, könnte sie dadurch von ihrem Kurs abgebracht werden oder ins Schlingern geraten. Die Sonde benötigt daher eigene Navigations- und Steuersysteme. Die dazu nötige Energie könnte eine nukleare Bat-

etwa 13 Jahre im interstellaren Medium

Nachdem die Sonde die Oortsche Wolke verlassen hat, wird sie rund 13 weitere Jahre im interstellaren Medium verbringen. Dort besteht das Risiko eines Zusammenstoßes mit kosmischer Strahlung, Staub und anderen Teilchen.



3 Lichtjahre

4 Lichtjahre

5 Lichtjahre

Der nächste Nachbar

Nach 21,1 Jahren würde die Sonde Proxima Centauri erreichen. Wenn sie nicht bremsen kann, wird sie das fremde Sonnensystem innerhalb von gerade mal zwei Stunden durchqueren. Mit Hilfe von Lasersignalen werden Bilder und andere Daten zur Erde übertragen – sie benötigen 4,2 Jahre für die Rückreise.

Raumsonde auf einem Chip

Der Starshot-Chip würde sich in der Mitte des Lichtsegels befinden. Mit an Bord wären die Sensoren, der Antrieb, die Kamera, ein Spektrometer, eine Plutoniumbatterie, eine mit künstlicher Intelligenz ausgestattete Schaltungstechnik sowie ein Laser, mit dessen Hilfe die Sonde Daten zurück zur Erde schickt.

Alpha Centauri AB

Alpha Centauri

Unser stellarer Nachbar ist ein System aus drei Sternen. Seine beiden helleren Komponenten A und B sind 4,3 Lichtjahre von der Sonne entfernt. Sie umkreisen einander in 79,9 Jahren im mittleren Abstand von 24 Astronomischen Einheiten (AE). Proxima Centauri, die dritte Komponente C, hat zu den beiden einen Abstand von rund 13 000 AE und umkreist sie in rund 550 000 Jahren. Seine Distanz ist 4,2 Lichtjahre.

terie liefern, die sich den radioaktiven Zerfall von Plutonium-238 zunutze macht. Die Steuerungssysteme müssten zumindest über eine rudimentäre künstliche Intelligenz verfügen, welche die Position der Sterne überwacht und den Kurs mit Hilfe eines Photonenantriebs anpassen kann.

»Ich verdeutliche das den Leuten immer so: Eigentlich möchte man Neil Armstrong oder Chuck Yeager, der als erster Pilot die Schallmauer durchbrach, im Chipformat, um all diese wichtigen Entscheidungen sofort und vor Ort zu treffen«, sagt Scharf.

Die Missionsentwickler können nicht alle Risiken ausschließen, vor allem nicht von derzeit noch unbekanntem Objekten im interstellaren Medium. Deshalb erwägen sie, Erkundungs sonden zu starten, sobald ein Prototyp des Antriebssystems gebaut worden ist. Die frühen Sonden könnten das interstellare Medium erforschen, ihre Daten zur Erde übermitteln und so die Wissenslücken der Astronomen über diese Umgebung füllen.

Der Vorbeiflug

Wenn alles wie geplant verläuft, wird irgendwann um das Jahr 2060 herum der Computer der Starshot-Raumsonde aufwachen und von da an einen regelmäßigen Statusbericht zur Erde funken. Er wird entdecken, dass sich die Sonde Proxima Centauri nähert und sich dann auf den Vorbeiflug vorbereiten.

Hauptaufgabe der Sonde wird es sein, ein Bild zu machen. Lubin schätzt, dass sich die Sonde bis auf eine Astronomische Einheit – was dem Abstand zwischen Sonne und Erde entspricht – an Proxima b annähern können sollte. Sogar aus dieser Entfernung sollte ein Foto zeigen, ob es Wasser und grüne Vegetation auf der Planetenoberfläche gibt wie auf unserer Erde oder aber ein Ödland wie auf dem Mars. Auch Strukturen wie Berge und Krater sollten zu sehen sein.

Ein Spektrometer an Bord könnte die Zusammensetzung der Planetenatmosphäre erkunden, sofern der Planet eine haben sollte. Mögliche Indikatoren für Le-

ben sind insbesondere Moleküle wie Sauerstoff, Methan und komplexere Kohlenwasserstoffverbindungen. Weitere Instrumente könnten zudem das Magnetfeld des Planeten oder andere Eigenschaften messen. Dies lieferte vielleicht Hinweise darauf, ob Proxima b eine lebensfreundliche oder doch eine viel ungemütlichere Umgebung bietet.

Wenn die Sonde Proxima Centauri erreicht, wird es keine Möglichkeit geben, sie abzubremsen. (Zu neueren Erkenntnissen siehe den Artikel auf S. 32.) Sie wird also innerhalb von rund zwei Stunden durch das Sternensystem schießen. Für die Messinstrumente ist das eine Herausforderung. Noch nie zuvor wurde ein Foto von einer Kamera gemacht, die sich mit einem Fünftel der Lichtgeschwindigkeit bewegt. Die Kameras der Sonne müssen sich so bewegen, dass sie den Planeten im Blick behalten, und die Computer auf der Erde müssen die Bilder so korrigieren, dass sie die relativistischen Effekte sowie die variierenden Aufnahme Winkel und -entfernungen ausgleichen.

Erst dann aber wartet eine der größten Herausforderungen auf Starshot, die bislang ungelöst ist, wie auch die Projektleiter zugeben: Es gilt, die gewonnenen Daten mit Hilfe eines rund ein Watt starken Laserstrahls von Proxima zurück nach Hause zu den gespannten Astronomen zu übertragen. Dabei muss das Signal stark genug bleiben, um sich auch nach seiner 4,22-jährigen Reise zur Erde immer noch auffangen zu lassen. Lubin denkt dabei an den Bau einer kilometergroßen Anordnung von Detektoren auf der Erde, die möglicherweise dieselbe Fläche wie die Beschleunigungslaser nutzen könnten, um die schwachen Signale der Sonde aufzufangen.

Die nukleare Batterie an Bord liefert Strom für Kondensatoren, die den Strahl so hell wie nur möglich machen sollen – ähnlich wie ein Kamerablitz. Und es ist vielleicht möglich, das Segel als Antenne zu verwenden, um das Signal zu verstärken. Aber der Lichtstrahl wird trotzdem in der riesigen Dunkelheit des Alls nur ein sehr, sehr schwacher Schein sein.

Eine Alternative wäre, eine Reihe von Sonden als eine Art von Verstärkerstationen hinterherzuschicken, damit das Signal eines einzelnen Chips lediglich rund ein Zehntel der Strecke statt der vollen Distanz zurücklegen müsste. Aber Lubin und auch andere Wissenschaftler geben zu, dass ein solcher Plan noch mehr Komplikationen mit sich bringen würde.

Ganz neue Fähigkeiten

Nicht am Projekt beteiligte Experten sind denn auch gedämpft optimistisch bis skeptisch. »Ich denke, es gibt gewaltige Herausforderungen«, sagt etwa Gregory Quarles, leitender Wissenschaftler bei der Optical Society in Washington, DC, in Hinblick auf die erforderlichen Technologiesprünge. Aber er fügt hinzu, dass mit dem richtigen Maß aus privater und öffentlicher Finanzierung von Forschung zur Optik und zur Materialwissenschaft »sich diese Investitionen auszahlen werden«.

Einige Wissenschaftler sagen, dass sich der minimalistische Ansatz von Starshot gegenüber den Missionen vorheriger, weniger plausibler Vorschläge unterscheidet. »Da gibt es aus meiner Sicht nichts, das offensichtlich komplett unmöglich ist«, sagt Scharf. »Sie reden ja nicht über ein großes Raumschiff zu einem anderen Stern.«

Jedoch sind manche besorgt, dass sich die zahlreichen technologischen Hürden

als unüberwindbar entpuppen könnten. »Ich bin vorsichtig, was die nahe Zukunft angeht«, sagt Betts, der ja schon Erfahrung mit einem Sonnensegel machen konnte. »Jeder einzelne Aspekt scheint machbar zu sein – bis zu dem Punkt, an dem es darum geht, dass man alles in ein kleines, winziges, extrem leichtes Objekt quetschen muss.«

Und selbst wenn Starshot Proxima b erreichen sollte, ist es unwahrscheinlich, dass es nützliche Daten liefern wird –

Jede einzelne technische Hürde erscheint überwindbar – wenn da nicht die extreme Miniaturisierung wäre.

denkt zumindest Andreas Tziolas, Präsident von Icarus Interstellar, einer gemeinnützigen Stiftung, die sich auf ihre Fahne geschrieben hat, bis zum Jahr 2100 interstellare Flüge zu erreichen. »Die Chance ist winzig bis nichtexistent, dass Starshot es schafft, ein Bild von Alpha Centauri zu übermitteln«, sagt er. »Keine derart kleine Raumsonde kann so viel Leistung erbringen, um ein Signal zurückzuschicken.« Obwohl auch seine Organisation einen Laserantrieb untersucht, konzentriert sie sich auf eine kernfusionsangetriebene Mission, die ein sehr viel größeres Raumschiff innerhalb eines Jahrhunderts zu Alpha Centauri schicken möchte – eines, von dem Tziolas behauptet, dass es leistungsfähig genug sein könnte, um nützliche Daten zurückzuschicken und vielleicht sogar Landeroboter mitzunehmen.

Aber noch bevor irgendeine Raumsonde abhebt, könnten Astronomen eine Menge über den Planeten Proxima b lernen, ohne irgendetwas über die Grenzen unseres Sonnensystems hinaus zu schicken. Das James-Webb-Weltraumteleskop soll im Frühjahr 2019 gestartet werden, und mehrere Großteleskope auf der Erde gehen wahrscheinlich innerhalb des nächsten Jahrzehnts in Betrieb. Diese könnten es Astronomen ermöglichen, herauszufinden, ob die Atmosphäre des Exoplaneten Anzeichen von Leben enthält.

Aber wie jeder Entdecker bestätigen würde: Es gibt keinen Ersatz dafür, an einem neuen Ort selbst vorbeizuschauen. Der Vorbeiflug von Pluto im Jahr 2015 hat beispielsweise Eisberge und Stickstoffgletscher zutage gebracht, die selbst die leistungsfähigsten Teleskope der Erde nicht sehen konnten. Auf ähnliche Art und Weise könnte Proxima b – und andere nahe Exoplaneten – Überraschungen

bereithalten, die nur aus der Nähe sichtbar sind.

Befürworter der Mission sagen, dass sich diese auch darüber hinaus auszahlen wird. »Meiner Meinung nach wird Starshot unsere Fähigkeiten erweitern«, sagt Kelvin Long, Direktor der Londoner Initiative für Interstellare Studien und Berater des Projekts. »Es ist so wie die Reise zum Mond.« Er sagt, dass eine Laseranordnung, die leistungsfähig genug ist, um eine Raumsonde zu Proxima Centauri zu

befördern, auch Sonden innerhalb weniger Tage überall ins Sonnensystem schicken könnte, oder innerhalb von einer oder zwei Wochen bis in das interstellare Medium.

Diese Art von Leistungsvermögen könnte die Erkundung des Sonnensystems zur Routine werden lassen. »Wie würde es Ihnen gefallen, Sonden per Express zum Mars zu schicken?« sagt Lubin. »Es ist eine radikale Veränderung, wie wir künftig auf Erkundungstour gehen können.«



GABRIEL POPKIN ist Journalist in Mount Rainier, Maryland, USA.

Literaturhinweise

Althaus, T., Quetz, A. M.: Erdgroßer Planet bei Proxima Centauri. In: *Sterne und Weltraum* 10/2016, S. 22–31

Lubin, P.: A Roadmap to Interstellar Flight. In: *Journal of the British Interplanetary Society* 69, S. 40–72, 2016

Popkin, G.: First Trip to the Stars. In: *Nature* 542, S. 20–22, 2017

Dieser Artikel und Weblinks im Internet:

www.sterne-und-weltraum.de/artikel/1545651



Didaktische Materialien:

www.wissenschaft-schulen.de/artikel/1377460

© Nature Publishing Group

www.nature.com

Nature 542, S. 20–22, 2. Februar 2017

Spektrum PLUS⁺

NEU!

DIE VORTEILSSEITE FÜR ABONNENTEN

Exklusive Vorteile und Zusatzangebote für alle Abonnenten von Magazinen des Verlags **Spektrum** der Wissenschaft

- Download des Monats im April:
Spektrum SPEZIAL »Mensch-Maschine-Visionen«
- Redaktionsbesuche
- Leser-Exkursionen zum DESY am 6. April 2018 und zum Radioteleskop Effelsberg am 9. Juni 2018
- Ermäßigte Tickets für Symposium »Kortizes«
- Ermäßigter Reisepreis für die Kurzreise nach Bern
»Auf den Spuren von Albert Einstein«
- Veranstaltungen der neuen Reihe **Spektrum** LIVE zum Vorteilspreis

Weitere Informationen und Anmeldung:

Spektrum.de/plus