Gliese-581-Planetensystem

Die künstlerische Umsetzung von Daten, welche die Europäische Südsternwarte in Chile geliefert hat, zeigt zwei Exoplaneten des Gliese-581-Planetensystems. Der Planet im Vordergrund, Gliese 581 e, ist rasant unterwegs – in nu gerade 3,15 Tagen flitzt er einmal rund um seinen Mutterstern (r. o.). Der kleine, blaue Planet, Gliese 581 d, braucht dafür 66,8 Tage.

AUF DER SUCHE NACH den Ausserirdischen

Gibt es da draussen Leben? Weltweit fahnden Astronomen nach einem ZWILLING DER ERDE. Schweizer Forscher sind an der Spitze mit dabei.

ext Barbara Vonarbu

WISSEN WISSEN



Vierzig Billionen Kilometer von der Erde entfernt, schwebt der extrasolare Planet Proxima b im All. Auf ihm dauert ein Jahr nur elf Tage. So lange braucht er, bis er Proxima, den Stern an seinem Himmel, umkreist hat.

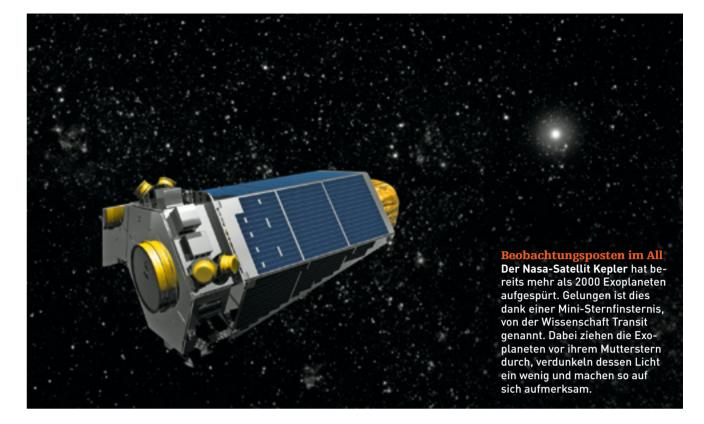
or uns zieht ein Fluss durch eine bizarre Felslandschaft; alles ist in fahles, rötliches Licht getaucht. Wir befinden uns auf einem fremden Planeten, der im Zentauri-System seinen Stern Proxima umkreist. So zumindest scheint dies beim Betrachten des Bildes, das die Europäische Südsternwarte (ESO) in Chile Ende August veröffentlicht hat. Die Landschaft hat ein Künstler nach Erkenntnissen und Vermutungen der Astronomen dargestellt (Bild oben). Ein Foto davon gibt es nicht. Denn der rote Planet ist gut vier Lichtjahre oder 40 Billionen Kilometer von uns entfernt. Das entspricht etwa 270 000-mal der Distanz zwischen Erde und Sonne. Trotzdem sind die Wis-

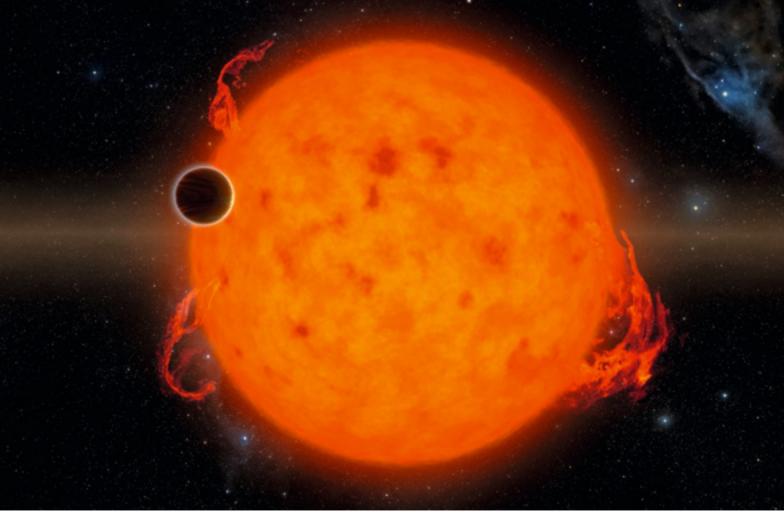
senschaftler aufgrund ihrer Messungen sicher, dass der Himmelskörper existiert. Sie nennen diesen extrasolaren Planeten Proxima b. Extrasolare Planeten, kurz Exoplaneten genannt, sind weit entfernte Planeten, die nicht in unser Sonnensystem gehören, sondern zu anderen Sternen. Unter einem Stern versteht die Wissenschaft einen Himmelskörper aus sehr heissem Gas und Plasma, der selbst leuchtet. Auch unsere Sonne ist ein Stern.

In den letzten zwei Jahrzehnten haben die Astronomen rund 3000 Exoplaneten aufgespürt. «Wir wissen inzwischen, dass es im Universum nur so von Exoplaneten wimmelt und dass sich viele von ihnen in ihren Eigenschaften deutlich von jenen in unserem Sonnensystem unterscheiden», sagt Kevin Heng, Astrophysikprofessor an der Universität Bern: «Proxima b ist besonders wichtig und interessant, weil dies der uns nächste Exoplanet ist. Er hat zudem eine erdähnliche Masse und eine gemässigte Temperatur.»

Eine Frage für die Philosophen

Draussen im All einen Planeten zu entdecken, der unserer Erde gleicht, ist das grosse Ziel der Wissenschaftler – ein Himmelskörper mit einer festen Oberfläche aus Gestein, mit einer Atmosphäre und mit Temperaturen, bei denen Wasser in flüssiger Form vorkommt. Dies sind die Voraussetzungen, dass sich





Das schwarze Objekt namens K2-33b (l.) ist einer der jüngsten Exoplaneten, die der Nasa-Satellit entdeckt hat. Der Babyplanet entstand vor fünf bis zehn Millionen Jahren. Seinen rot glühenden Mutterstern umkreist er in ungefähr fünf Tagen.



Francesco Pepe, 48, Professor für Astrophysik an der Universität Genf

Der italienisch-schweizerische Doppelbürger war verantwortlich für den Bau eines optischen Instruments, das Hunderte von Exoplaneten aufgespürt hat, darunter auch Proxima b. Zurzeit stellt sein Team ein noch besseres Instrument fertig und installiert es in einem Teleskop in Chile.

Welches ist Ihr wichtigstes Forschungsziel?

Mein Ziel ist es, neue Planeten zu finden, diese auszumessen und zu verstehen, wie es dort aussieht und ob Leben existieren kann. Und mein Traum ist es, eine zweite Erde zu finden und diesen Fund unmissverständlich beweisen zu können.

Glauben Sie, dass es ausserirdisches Leben gibt?

Es gibt 100 Milliarden Galaxien, die wiederum 100 Milliarden Sterne beherbergen, von denen fast alle einen oder mehrere Planeten besitzen: Da kann ich mir nicht vorstellen, dass es nur unsere Erde bis zum Leben geschafft haben soll. Es geht nier aber um Glauben, nicht um Wissenschaft

Wie könnte das Leben jenseits der Erde aussehen?

Wie es aussieht und ob wir jemals in Kontakt treten können, weiss ich nicht. Ich weiss aber, dass alles, was über Ufos und grüne Männlein berichtet wird, nur mit Aberglauben und Langeweile zu tun hat. Unsere Erde, das Universum – das alles ist wunderschön. Wir brauchen keine Ufos, um uns wundern und freuen zu können.

Warum sind Sie Forscher geworden?

Ich habe Physik studiert, weil ich meine Umwelt und ihre Geheimnisse verstehen will. Der Aha-Effekt wirkt wie Adrenalin: Er macht glücklich. Und wenn er fehlt, ist man unzufrieden.

Was bringt Ihre Forschung den Steuerzahlern?

Grundlagenforschung ist eine Langzeitinvestition. Wie viele Leute denken an den Physi-

ker James Maxwell, wenn sie die Fernbedienung des Fernsehers betätigen? Niemand! Doch ohne Maxwell würden wir die elektromagnetischen Wellen nicht verstehen und hätten keine Computer, kein Internet, kein Facebook. Hätte Maxwell zu seiner Zeit die Frage nach dem Nutzen seiner Arbeit beantworten können? Sicher nicht. Die Frage nach einem wirtschaftlichen Nutzen kann man nicht auf diese direkte Weise an die Forschung stellen, genauso wenig, wie man sie an die Kunst, die Philosophie, die Schönheit, die Freundschaft stellen kann. Eine Gesellschaft, die nur noch nach dem sofortigen wirtschaftlichen Nutzen ausgerichtet ist, : ist verloren.



TELESKOPE. SATELLITEN UND EINE REISE ZU DEN STERNEN

Für die Suche nach der «zweiten Erde» benötigen die Astronomen möglichst starke Fernrohre und Satelliten.

In den nächsten Jahren wird eine neue Generation von Teleskopen ihren Betrieb aufnehmen. 2018 will die amerikanische Weltraumorganisation Nasa den Nachfolger des Hubble-Teleskops starten: Das James-Webb-Weltraumteleskop (Bild) hat einen Spiegel von 6,5 Meter Durchmesser und wird

mit Kosten von insgesamt acht Milliarden Dollar das teuerste Teleskop sein, das je gebaut wurde. Es soll unter anderem die Atmosphäre von Exoplaneten bei roten Zwergsternen wie Proxima Centauri untersuchen.

Ein erstes Foto des erdnächsten Exoplaneten Proxima b könnte ein neues Riesenteleskop liefern, das die Europäische Südsternwarte (ESO) baut. Das sogenannte E-ELT soll ab



Mit dem James-Webb-Teleskop soll die Atmosphäre von Exoplaneten untersucht werden.

2024 von Chile aus den Himmel beobachten. Mit einem Spiegel von 39 Meter Durchmesser wird es das grösste Teleskop für sichtbares Licht sein - gewissermassen das grösste Auge, das die Menschheit je auf den Himmel richtete. Es kostet etwas mehr als eine Milliarde Euro.

Proxima b und sein Steri Proxima Centauri sind 40 Billionen Kilometer von der Erde entfernt. Mit heutiger Technologie würde die Reise dorthin Zehntausende von Jahren dauern.

Im April 2016 lancierte der russische Milliardär Juri Milner zusammen mit dem Physiker Stephen Hawking und dem Facebook-Gründer Mark Zuckerberg ein Projekt, das beweisen soll, dass es auch viel schneller geht: Winzige Roboter, ausgerüstet mit Lichtsegeln und angetrieben von starken Laserstrahlen, sollen die interstellare Reise in 20 Jahren schaffen.

Leben, wie wir es kennen, überhaupt entwickeln kann.

Tausende von Forschern weltweit beteiligen sich an der Suche nach dieser «zweiten Erde». Sie erhoffen sich eine Antwort auf eine der ältesten Fragen der Menschheit: Sind wir ganz alleine im Universum, oder gibt es noch anderswo

Schon die Philosophen der Antike diskutierten über die Existenz einer zweiten Erde. Dass im unendlichen All eine einzige Erde entstanden sei, sei so unwahrscheinlich, wie wenn auf einem Acker ein einziger Getreidehalm wachsen würde, erklärte zum Beispiel Metrodoros von Chios etwa 350 Jahre vor Christus. Sein Kollege Platon dagegen verwarf die Hypothese mehrerer Welten. Der Schöpfer wolle stets das Beste schaffen, deshalb könne es nur eine bestmögliche Welt geben.

Im Mittelalter konnte es gefährlich werden, die Existenz mehrerer Welten zu behaupten, wie dies etwa Giordano Bruno tat. Der italienische Priester und Astronom starb 1600 als Ketzer auf dem Scheiterhaufen. In jüngster Zeit wurde das Thema «zweite Erde» häufig in populären Werken der Science-Fiction aufgenommen. So spielen etwa mehrere Star-Trek-Serien mit Paralleluniversen, und im US-Film «Another Earth» (eine andere Erde, 2011) taucht eine zweite Erde auf, die unserer wie ein Spiegelbild gleicht.

Gibt es irgendwo da draussen weiteres Leben? Wissenschaftlich mit der Frage befasst sich das Forschungszentrum, das Kevin Heng an der Universität Bern leitet - das Center for Space and Habitability (CSH), was übersetzt Zentrum für Weltraum und Bewohnbarkeit heisst.

Dem Beginn der Erde auf der Spur

Der 38-jährige Astrophysiker aus Singapur hat in den USA studiert, seit 2010 lebt und arbeitet er in der Schweiz. Er ist überzeugt, dass die Wissenschaftler eine zweite Erde und Anzeichen von Leben finden werden - wenn auch vielleicht erst in zwanzig oder dreissig Jahren. Genauso davon überzeugt ist der Genfer Astrophy-



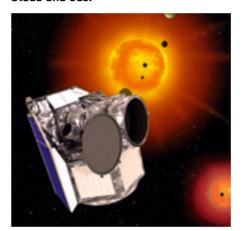
«Es geht darum, die Menschheit aus dem Zentrum des biologischen Universums zu verbannen.»

Kevin Heng, Astrophysiker





So wie diese künstlerische Darstellung zeigt, hat wahrscheinlich unser Sonnensystem zu Beginn vor rund 4,5 Milliarden Jahren ausgesehen - ein junger Stern im Zentrum einer Scheibe aus Staub und Gas.



Das Weltraumteleskop Cheops wird in Bern zusammengebaut. Es soll ab 2018 die Grösse von Exoplaneten messen.

Rahmen eines Nationalen Forschungs-Sonne an seinem Himmel, Proxima Censchwerpunkts mit dem Namen PlanetS untersuchen zurzeit rund 130 Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen an den Universitäten Bern, Genf und Zürich sowie an den beiden ETH in Zürich und Lausanne, wie die neu entdeckten Planeten aussehen, wie sie entstehen, sich ent-

Ob man schon auf Proxima b, also quasi in unserem kosmischen Vorgarten, Leben entdecken könnte, wird zurzeit heftig debattiert. Proxima b besteht vermutlich aus Gestein, und bei Temperaturen bis 40 Grad könnte Wasser in flüssiger Form vorkommen. Trotzdem ist dieser Exoplanet kein Zwilling unserer Erde: Die

wickeln und wo es Leben geben könnte.

zu sein wie unsere eigene, doch in Wirk-Zwergstern. Sein Planet Proxima b um-Erde die Sonne. Deshalb dauert ein Jahr auf Proxima b nur gut elf Tage. Mit seiner Schwerkraft bringt Proxima

b seine «Sonne» so stark ins Torkeln, dass dies von der Erde aus gemessen werden kann: Proxima Centauri bewegt sich regelmässig mit einer Geschwindigkeit von fünf Kilometer pro Stunde auf uns zu, um sich dann im gleichen Fussgängertempo wieder zu entfernen. Dieses Bewegungsmuster verriet den Astronomen erst die Existenz des Begleiters Proxima b.

bedrohlich sind.

Maria Schönbächler, 47, Professorin für Geochemie an der ETH Zürich

Die Schwyzerin untersucht Meteoriten, Mond- und Erdproben, um die Geschichte unseres Sonnensystems zu erforschen. Ihr Institut besitzt eines der weltweit am besten ausgerüsteten Labors für diese Studien.

Welches ist Ihr wichtigstes Forschungsziel?

Ich möchte die Entstehung der Erde besser verstehen. Woher kam das Baumaterial? Woher kam das Wasser? Wie wurden die Gesteine, die Ozeane, die Vulkane gebildet? Wenn wir mehr über unseren eigenen Planeten herausfinden, wissen wir besser, wonach wir da draussen Ausschau halten sollen.

Glauben Sie, dass es ausserirdisches Leben gibt?

Wir haben schon sehr viele Exoplaneten entdeckt. Da besteht sicher die Wahrscheinlichkeit, dass es nochmals Leben gibt. Auch in unserem Sonnensystem könnte theoretisch ausserirdisches Leben existieren, etwa auf dem Jupitermond Europa. Unter dessen eisiger Oberfläche wird ein globaler Ozean vermutet.

Wie könnte das Leben jenseits der Erde aussehen?

Darüber kann man nur spekulieren: Ausserirdisches Leben könnte, wie unseres, auf Kohlenstoff aufbauen und ähnlich aussehen. Vielleicht ist es aber auch ganz anders. Ich glaube, dass intelligentes Leben irgendwo da draussen existieren könnte. Von einer interstellaren Reise dahin können wir aber nur träumen.

Warum sind Sie Forscherin geworden?

Es sind die Neugier, die neuen Entdeckungen, die mich antreiben. Sterne und Planeten faszinierten mich schon als Kind. Die Matura habe ich aber erst auf dem zweiten Bildungsweg gemacht, nach einer Lehre bei der Post. Dann : studierte ich Geologie.

Was bringt Ihre Forschung den Steuerzahlern?

Sich zu fragen, woher wir kommen und wohin wir gehen, ist ein Grundbedürfnis der Menschheit. Für unsere Forschung entwickeln wir zudem ständig neue, noch bessere Analysemethoden, die auch der Gesellschaft zugutekommen. Etwa in der Klimaforschung oder in der Medizin. So kann man beispielsweise mit einer von mir entwickelten Methode verfolgen, wie Silbernanopartikel aus Textilien in die Umwelt gelangen. Und darauf aufbauend, kann man untersuchen, ob sie dort für die Menschen

siker Francesco Pepe: «Es gibt 100 Milliarden Galaxien, die wiederum 100 Milliarden Sterne beherbergen, von denen fast alle einen oder mehrere Planeten besitzen», so Pepe. «Da kann ich mir nicht vorstellen, dass es nur unsere Erde bis zum Leben geschafft hat.»

Doch was bringt diese Suche überhaupt? Im Grunde gehe es darum, den Ursprung unserer eigenen Erde zu verstehen, sagt der Berner Astrophysiker Willy Benz. «Es geht darum, die Menschheit aus dem Zentrum des biologischen Universums zu verbannen», erklärt Kevin Heng die Vision der Exoplanetenjäger. Eine Vision, die so revolutionär ist wie die Beschreibung des heliozentrischen Weltbildes

durch Kopernikus und Galileo Galilei. Die beiden Astronomen erkannten im 16. und 17. Jahrhundert, dass sich die Erde um die Sonne dreht - und nicht umgekehrt -, und rückten uns dadurch aus dem Zentrum des physikalischen Universums hinaus.

Kevin Heng ging noch in Singapur aufs Gymnasium, als die zwei Schweizer Forscher Michel Mayor und Didier Queloz 1995 den ersten Planeten entdeckten, der ausserhalb unseres Sonnensystems um einen sonnenähnlichen Stern kreist. Mit dieser wissenschaftlichen Sensation lösten die beiden Genfer Astronomen weltweit einen Forschungsboom aus und machten die Schweiz zu einem internationalen Zentrum für die Planetenwissenschaft. Im

tauri genannt, scheint zwar ähnlich gross lichkeit ist sie viel kleiner, kälter und dunkler. Proxima Centauri ist ein roter kreist ihn viel näher und schneller als die

Schweizer Präzision ist top

Mit der gleichen Methode hatten schon Michel Mayor und Didier Queloz 1995 den ersten Exoplaneten entdeckt. «Das Genfer Observatorium ist noch heute weltweit führend beim Bau der präzisesten Instrumente für die Exoplanetensuche mit dieser Methode», rühmt Kevin Heng seine Kollegen in der Westschweiz. Es ist kein Zufall, dass Proxima b mit einem Instrument entdeckt wurde, das in Genf entwickelt und in einem Teleskop der Europäischen Südsternwarte (ESO) in Chile installiert worden ist.

WISSEN

«Falls ausserirdisches Leben existiert, bin ich überzeugt, dass wir es finden werden.»

Willy Benz, Astrophysiker

Inzwischen gibt es noch andere Verfahren, mit denen sich die fernen Welten aufspüren und erkunden lassen. «Am erfolgreichsten war in den letzten Jahren die sogenannte Transitmethode», erklärt der Astrophysiker Kevin Heng. «Zieht ein Exoplanet vor seinem Mutterstern vorüber, verdunkelt er dessen Licht ein wenig und macht sich dadurch bemerkbar.» Die Forscher beobachten also eine Art ferne Mini-Sternfinsternis und können daraus die Grösse des vorüberziehenden Exoplaneten berechnen. Vom All aus lassen sich diese Transite besser beobachten als mit Teleskopen auf der Erde. Ein 2009 gestarteter Nasa-Satellit namens Kepler konnte auf diese Weise bereits über 2000 Exoplaneten aufspüren.

Dieselbe Methode wird ein europäisches Weltraumteleskop nutzen, das zurzeit unter Federführung der Universität Bern gebaut wird. Sein Name Cheops steht für «CHaracterising ExOPlanet Satellite». Mit diesem Satelliten wollen die Wissenschaftler die Grösse der Exoplaneten besser bestimmen. Kennt man die Grösse und die Masse eines Objekts, kann man dessen mittlere Dichte bestimmen. Dann weiss man, ob der Exoplanet aus Gestein besteht wie die Erde oder aus Gas wie beispielsweise Jupiter. Die Cheops-Mission kostet 100 Millionen Euro, wovon die Schweiz rund 30 Millionen Euro bezahlt.

Neben Cheops sollen in den nächsten Jahren weitere neue Instrumente im



Vielfältige fremde Welten: So stellt sich ein Künstler die Sicht von einem Mond auf dessen Exoplaneten (o. r.) vor.

ANZEIGE



*Profitieren Sie jetzt von der B 555 Nähmaschine mit Sticken für Fr. 2'995.– statt Fr. 4'295.– (BERNINA 555 + Stickmodul + 100 Stickmotive). Angebot beim BERNINA Fachhändler solange Vorrat.

made to create **BERNINA**

Weltall und auf der Erde helfen, einen echten Zwilling unserer Erde zu finden, der Leben beherbergen könnte. Doch wie lässt sich herausfinden, ob sich auf einem Himmelskörper, der Lichtjahre von uns entfernt ist, exotische lebende Organismen tummeln? Es gibt zwei Möglichkeiten. Die erste Variante: Wir bauen ein Raumschiff und fliegen dorthin. «Das wird nicht geschehen, solange ich lebe, und vermutlich auch nicht während der nächsten Generationen», sagt Kevin Heng. Selbst wenn man jetzt über eine Robotermission zu Proxima Centauri spekuliere. Mit heutiger Technologie würde die Reise dorthin Zehntausende von Jahren dauern (siehe Box, Seite 24). «Die

Was die Atmosphäre enthüllt

zu untersuchen.»

zweite und einzige praktikable Möglich-

keit ist, die Atmosphäre der Exoplaneten

Welche Erkenntnisse es bringen kann, die gasförmige Hülle eines Himmelskörpers zu erkunden, zeigt folgendes Beispiel: Würden Ausserirdische auf unsere Erde blicken, sähen sie die Gashülle des Blauen Planeten. Könnten sie diese Atmosphäre aus der Ferne analysieren, würden sie relativ viel Sauerstoff entdecken, aber auch Ozon, Wasserdampf, Methan und Lachgas. Aufgrund dieser Kombination könnten sie schliessen, dass es auf der Erde Leben gibt. Genau gleich wollen die irdi-

es ausserirdisches Leben gibt? Absolut, aber was ich oder schungen gefasst sein. andere glauben, ist nicht wichtig. In der Wissen-Warum sind Sie Forscher geworden? schaft geht es um Beweise. Deshalb unternehmen wir grosse Anstrengungen zur Suche nach Leben auf anderen Planeten. Wir sind die erste Generation schen Astronomen vorgehen: «Wir hoffen, dass wir in der Atmosphäre von Exoplaneten bestimmte Moleküle nachweisen können und so herausfinden werden, ob

sie durch geologische Prozesse wie bei-

spielsweise Vulkanismus entstanden sind

oder durch biologische Aktivität - also

durch Lebewesen in irgendeiner Form»,

erklärt Kevin Heng. Der Astrophysiker hat

gerade ein Lehrbuch über exoplanetare

Atmosphären geschrieben, das demnächst

erscheinen wird. Bei einigen grossen, gas-

förmigen Exoplaneten konnte man bereits

Bestandteile von deren Atmosphären be-

stimmen und sogar tobende Stürme nach-

weisen - ein exoplanetarer Wetterbericht

quasi. Doch für Leben wäre es auf diesen

Planeten viel zu heiss.

Willy Benz, 61, Professor für Astrophysik, Universität Bern

Der Neuenburger leitet ein Team, das den ersten wissenschaftlichen Satelliten baut, für den die Schweiz zusammen mit der Europäischen Raumfahrtorganisation (ESA) verantwortlich ist. Der Satellit namens Cheops soll ab 2018 den Durchmesser von Exoplaneten messen.

Welches ist Ihr wichtigstes Forschungsziel?

lch möchte verstehen, wie Planeten entstehen und sich entwickeln. Was hat die Erde zu dem gemacht was sie ist? Ist das Sonnensystem eine Ausnahme oder gibt es viele Doppelgänger dort draussen? Im Grunde geht es um das Verständnis des Ursprungs unserer eigenen Erde und deren Fähigkeit, Leben zu erhalten.

Glauben Sie, dass

in der Geschichte der Menschheit, welche die technischen Möglichkeiten dazu hat.

Wie könnte das Leben jenseits der Erde aussehen?

Falls ausserirdisches Leben existiert, bin ich überzeugt, dass wir es finden werden. Das ist nur eine Frage der Zeit. Aber ich habe keine Ahnung, wie es aussehen wird. Bei der Vielfalt von Lebensformen auf einem einzelnen Planeten wie dem unsrigen sollten wir auf Überra-

Als Bub sah ich mitten in der Nacht die Apollo-Mondlandungen am Fernsehen. Das war der Auslöser für meine Neugier und Begeisterung für den Weltraum. Noch heute treibt mich die Neugier an, zu verstehen, wie die Natur funktioniert.

Was bringt Ihre Forschung den Steuerzahlern?

Grundlagenforschung von der Art, wie ich sie betreibe, nützt der Gesellschaft in vielfältiger Weise Konkret war ich beispielsweise an der naturwissen schaftlichen Ausbildung von vielen Studierenden beteiligt, die heute im Privatsektor arbeiten und dort ihren Beitrag zur Gesellschaft leisten. Beim Bau von Weltrauminstrumenten arbeiten wir eng mit der Industrie zusammen - eine Beziehung, die oft zum Transfer von Technologie und Personen führt.

Mit den heutigen Instrumenten sind die Astronomen noch weit davon entfernt, die Atmosphäre eines Erdzwillings untersuchen zu können, der seinen Mutterstern in ähnlicher Distanz umkreist wie die Erde die Sonne. Doch bei Proxima b und anderen erdähnlichen Exoplaneten, die viel näher um ihre Sonnen kreisen, könnte dies vielleicht schon bald möglich sein. «Wir sind heute an den Punkt gelangt, an dem wir die Eigenschaften erdähnlicher Atmosphären ausserhalb unseres Sonnensystems messen können», schwärmt Kevin Heng: «Das ist unglaublich spannend.»

Barbara Vonarburg ist Physikerin und beim Schweizer Nationalfondsprojekt PlanetS für Öffentlichkeitsarbeit zuständig