

Ein Planet in unserer Nachbarschaft

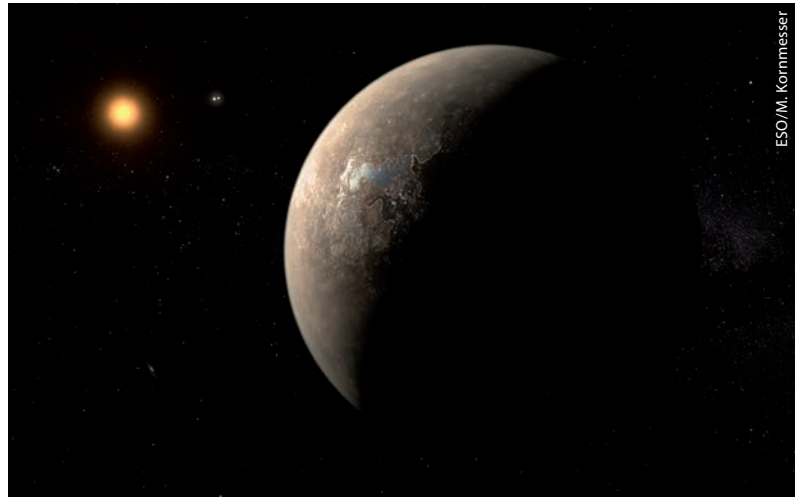
In der habitablen Zone von Proxima Centauri wurde ein Planet mit einer erdähnlichen Masse entdeckt.

1) Die Pale Red Dot-Kampagne verfolgt das Ziel, erdähnliche Planeten um Proxima Centauri aufzuspüren: <https://palereddot.org/de>

Die Suche nach Planeten, auf denen sich Leben gebildet haben könnte, ist ein zentrales Thema der Astronomie. Inzwischen sind über 3000 extrasolare Planeten bekannt, die eine große Vielfalt aufzeigen. Kürzlich wurde auch um unseren Nachbarstern Proxima Centauri ein Planet entdeckt [1], der mit einer minimalen Masse von 1,3 Erdmassen in der habitablen Zone seines Sterns kreist, also in der Zone, wo Wasser auf der Oberfläche des Planeten flüssig sein könnte.

Die Suche nach Planeten um Proxima Centauri begann bereits in den 1970er-Jahren [2], knapp zwanzig Jahre vor der ersten gesicherten Entdeckung eines extrasolaren Planeten um einen Hauptreihenstern im Jahr 1995 [3]. Erste Versuche, einen Begleiter um Proxima Centauri aufzuspüren, nutzten astrometrische Messungen [2, 4], bei denen man Positionsänderungen des Sterns in der Himmelsebene beobachtet, die durch gravitative Wechselwirkungen mit einem umkreisenden Begleiter entstehen. Diese Suche war jedoch erfolglos.

In den 1990er-Jahren starteten die ersten Beobachtungskampagnen mittels Radialgeschwindigkeitsmessungen [5]. Auch hier dient die gravitative Wechselwirkung zwischen zwei Objekten dazu, den Begleiter nachzuweisen. Allerdings misst man die Geschwindigkeit des Sterns in Beobachtungsrichtung, d. h. senkrecht zur Himmelsebene. Leider ließ sich mit der damaligen Messgenauigkeit lediglich aus-



Diese künstlerische Darstellung zeigt den neu entdeckten Exoplaneten, der um unseren Nachbarstern Proxima Centauri kreist.

schließen, dass ein Gasriese Proxima Centauri umkreist.

Mit verbesserten Messgenauigkeiten und durch Kombination verschiedener Datensätze fanden sich schließlich erste Hinweise auf einen Planeten. Anfang 2016 beobachtete eine internationale Kollaboration um Wissenschaftler der Queen Mary University of London Proxima Centauri für 60 Nächte an Teleskopen der Europäischen Südsternwarte (ESO) in Chile.¹⁾ Dabei kam der hochauflösende Spektrograph HARPS (High Accuracy Radial Velocity Planet Searcher) zum Einsatz, der speziell für die Radialgeschwindigkeitsmessung optimiert ist. Damit gelang es, die Existenz des Planeten „Proxima Centauri b“ sicher nachzuweisen [1].

Proxima Centauri b ist unser nächster Nachbarplanet außerhalb

des Sonnensystems. Seine geringe minimale Masse von 1,3 Erdmassen macht ihn besonders interessant. Denn er könnte ein erdähnlicher Planet mit fester Gesteinsoberfläche sein. Der Planet kreist zudem in der habitablen Zone um seinen Stern.

Unsicherheiten, ob es sich bei Proxima Centauri b tatsächlich um einen Gesteinsplaneten handelt, resultieren aus der uns unbekanntem Inklination der Bahnebene des Planeten am Himmel. Wir kennen nur die radiale Geschwindigkeitskomponente der durch den Planeten induzierten Bewegung des Sterns. Die wahre Masse könnte daher größer sein. Dann würde Proxima Centauri b zur Klasse der sehr kleinen Mini-Gasplaneten gehören. Mit Hilfe der Transitmethode ließe sich diese Unsicherheit eliminieren. Dabei wird der Abfall der Sternhelligkeit photometrisch gemessen, wenn ein Planet den Stern umkreist und durch die Sichtlinie zur Erde zieht. In diesem Fall ist die Lage des Bahnorbits bekannt. Die Methode erlaubt zudem die Messung des Planetenradius aus der Größe des Intensitätsabfalls. Beide Methoden zusammen geben daher Auskunft über Masse und mittlere Dichte eines Planeten. Leider war die Suche nach Transitsignalen von Proxima Centauri b bisher nicht aussagekräftig [6]. Seine geringe Masse setzt

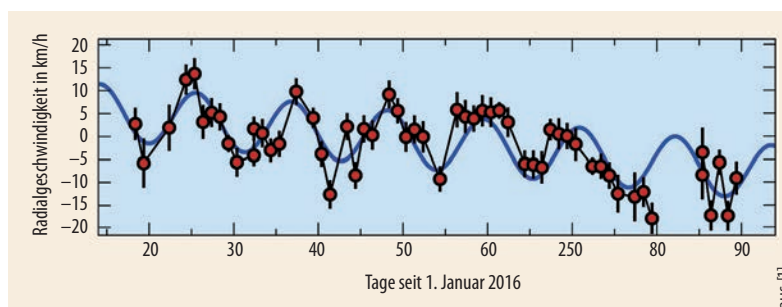


Abb. 1 Die Radialgeschwindigkeit von Proxima Centauri schwankte in der ersten Jahreshälfte 2016 mit einer Periode von etwa 11,2 Tagen. Die Analyse der win-

zigen Doppler-Verschiebungen deutete darauf hin, dass ein Planet mit einer Masse von mindestens 1,3 Erdmassen unseren Nachbarstern umkreisen muss.

ihn aber auf die Liste möglicher Gesteinsplaneten. Mit einem Orbit in der habitablen Zone gehört er zu den interessantesten Entdeckungen extrasolarer Planeten.

Der Stern Proxima Centauri ist kühler und kleiner als die Sonne: Seine Effektivtemperatur liegt bei etwa 2800 K, die der Sonne bei 5777 K, und sein Radius beträgt 0,141 Sonnenradien. Daher liegt die habitable Zone um Proxima Centauri dichter beim Stern als bei der Sonne. Proxima Centauri b umkreist seinen Zentralstern in einem Abstand von 0,0485 astronomischen Einheiten mit einer Umlaufperiode von 11,2 Tagen. Auf diesem Orbit erhält er nur etwa 65 Prozent der Energie, welche die Erde von der Sonne empfängt.

Ob Proxima Centauri b tatsächlich habitabel ist, hängt von mehreren Faktoren ab: Einige davon wurden bereits untersucht. Diese Studien analysieren mögliche Entstehungsszenarien [7], die Entwicklung des Planeten mit Fokus auf mögliche Rotationszustände, das Wasserreservoir und die Wechselwirkung mit dem Zentralstern [8]. Die daraus resultierenden möglichen planetaren Klimata und atmosphärischen Zusammensetzungen [9] sowie die Möglichkeit von Beobachtungen der Planetenatmosphäre mit künftigen Instrumenten wie dem James Webb Space Telescope (JWST), ESPRESSO und SPHERE sind Gegenstand einer Reihe eingereicherter Publikationen [10].

Das Schicksal eines eventuellen planetaren Wasserreservoirs scheint ein besonders wichtiger Faktor für die Frage der Habitabilität zu sein. Zum einen sind masseärmere Sterne im Frühstadium ihrer Entwicklung heller, was zu einem höheren Gesamtenergieeintrag auf den jungen Planeten führt. Dies kann zu einer „Runaway“-Phase führen, in der das Wasserreservoir verdampft und verloren gehen kann. Zum anderen weisen viele M-Sterne wie Proxima Centauri eine höhere Aktivität auf, die atmosphärische Verlustprozesse begünstigt und somit den frühzeitigen Verlust eines möglichen Wasserreservoirs.

Ein günstiges Szenario scheint das eines Planeten zu sein, dessen Wasserreservoir in der Frühphase seiner Entwicklung durch eine Atmosphäre aus molekularem Wasserstoff geschützt war, die er aber im Laufe seiner Entwicklung verloren hat.

Arbeiten der letzten Jahre zur Frage der Habitabilität von Exoplaneten haben gezeigt, dass die Zusammenhänge zwischen den meist wenig bekannten Eigenschaften des Planeten sowie den Eigenschaften und der Entwicklung des Zentralsterns sehr komplex sind. Daher ist es wichtig, möglichst viele Parameter entdeckter Exoplaneten zu bestimmen. Zukünftige Satellitenmissionen (z. B. die ESA-Missionen CHEOPS und PLATO oder die NASA-Mission TESS) zielen darauf ab, die mittleren Dichten von Planeten genauer zu bestimmen, um einen besseren Anhaltspunkt für ihre Klassifizierung als Gesteins- oder Gasplanet zu erhalten. Messungen der Atmosphärenzusammensetzung, z. B. mit dem JWST oder dem zukünftigen Großteleskop E-ELT der ESO, geben weitere Anhaltspunkte zu der Natur eines Planeten. Kombiniert mit einem besseren Verständnis der Entstehung und Entwicklung des Klimas eines bewohnbaren Planeten können wir so in Zukunft qualitativ bessere Indikatoren für die Habitabilität eines Planeten entwickeln.

Die größte Faszination der Entdeckung von Proxima Centauri b liegt sicher in der Nähe des Planetensystems zu uns. Mit nur 4,2 Lichtjahren ist es, in astronomischen Maßstäben, gleich nebenan. Auch wenn der Planet mit heutigen Methoden trotzdem faktisch unerreichbar weit entfernt ist, so regt er doch an, über Technologien nachzudenken, die zumindest Sonden zu einem Besuch bei unserem Nachbarn bringen könnten.

Heike Rauer, Mareike Godolt und Philipp Eigmüller

Prof. Dr. Heike Rauer, DLR, Institut für Planetenforschung, Rutherfordstr. 2, 12489 Berlin und TU Berlin, Zentrum für Astronomie und Astrophysik, Hardenbergstr. 36, 10623 Berlin
Dr. Philipp Eigmüller, DLR, Institut für Planetenforschung, Rutherfordstr. 2, 12489 Berlin; **Dr. Mareike Godolt**, TU Berlin, Zentrum für Astronomie und Astrophysik, Hardenbergstr. 36, 10623 Berlin

- [1] G. Anglada-Escudé et al., *Nature* **536**, 437 (2016)
- [2] K. W. Kamper und A. J. Wesselink, *Astronomical Journal* **83**, 1653 (1978)
- [3] M. Mayor und D. Queloz, *Nature* **378**, 655 (1995)
- [4] G. F. Benedict et al., *Bulletin of the Am. Astron. Soc.* **26**, 930 (1994)
- [5] M. Kürsner et al., *Astronomy and Astrophysics* **344**, L5 (1999)
- [6] D. M. Kipping et al., arXiv:1609.08718, eingereicht bei ApJ (2016)
- [7] G. A. L. Coleman et al., arXiv:1608.06908, eingereicht bei MNRAS (2016)
- [8] I. Ribas et al., arXiv:1608.06813, akzeptiert bei A&A (2016) und R. Barnes et al., arXiv:1608.06919, eingereicht bei *Astrobiology* (2016)
- [9] M. Turbet et al., arXiv:1608.06827, akzeptiert bei A&A (2016); V. S. Meadows et al., arXiv:1608.08620, eingereicht bei *Astrobiology* (2016) und C. Goldblatt, arXiv:1608.07263, eingereicht bei ApJL (2016)
- [10] L. Kreidberg und A. Loeb, arXiv:1608.07345, eingereicht bei ApJL (2016) und C. Lovis et al., arXiv:1609.03082, eingereicht bei A&A (2016)

KURZGEFASST

■ Wieder bei Null anfangen

In den 1980er-Jahren tauchten die ersten Hochtemperatur-Supraleiter mit Sprungtemperaturen von bis zu 160 K auf – ein Phänomen, das die BCS-Theorie nicht erklären konnte. Bisher gingen Forscher davon aus, dass dieses anomale Verhalten bei genügend hoher Ladungsträgerdichte verschwindet. Nun widerlegten Experimente am Brookhaven National Lab diese Annahme: Die Anzahl der supraleitenden Elektronen ist proportional zur Sprungtemperatur und gleichzeitig kleiner als in der BCS-Theorie vorhergesagt. Um beide Skalierungen zu erklären, müssten Theoretiker jenseits der BCS-Theorie bei Null anfangen. I. Božović et al., *Nature* **536**, 309 (2016)

■ Streng geheim halten

Perfekte Sicherheit gibt es beim Austausch von Geheimnissen nur dann, wenn Sender und Empfänger sich aufteilen: Alice und Bob arbeiten mit den zuverlässigen Partnern Amy und Brian zusammen. Die Partner wechseln sich so schnell ab, dass durch die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit Information nur rekonstruierbar ist, wenn z. B. Bob sowohl von Alice als auch von Amy Daten kennt. Bisher gelang dieser Austausch nur für zwei Millisekunden. Eine Genfer Gruppe hielt die sichere Verbindung nun für 24 Stunden aufrecht. Damit ist es möglich, das Verfahren z. B. für digitale Wahlen einzusetzen. E. Verbanis et al., *Phys. Rev. Lett.* **117**, 140506 (2016)