Wie erdähnlich sind "erdähnliche Planeten"? (Teil 3) : Postkarten von fernen Welten

Autor(en): **Geiger, Hansjürg**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **75 (2017)**

Heft 403

PDF erstellt am: **19.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-897118

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Wie erdähnlich sind «erdähnliche Planeten»? (Teil 3)

Postkarten von fernen Welten

Von Dr. Hansjürg Geiger

Moderne Grossteleskope entdecken immer häufiger auch kleine Planeten in der bewohnbaren Zone um einen Stern, jenem Bereich also, in welchem Wasser an der Oberfläche flüssig sein kann. Die Medien nehmen derartige Meldungen gierig auf und spekulieren über mögliches Leben auf den fernen Welten. Wie berechtigt sind solche Hoffnungen? Haben wir die Heimat von ET vielleicht schon gefunden?

Seit bald 4 Milliarden Jahren ist unser Planet speziell. Seit diesem Datum sticht er unter allen den bekannten Himmelskörpern durch eine Eigenschaft hervor, die ihn nach unserem Wissen noch immer als einmalig gelten lässt. Wo immer wir hinschauen, finden wir Lebewesen. Einige mikroskopisch klein, nur wenigen Experten bekannt, wenn überhaupt, andere tonnenschwer, ihre Wipfel bis gegen 120 m über den Boden erhebend und für Touristen ein Reiseziel darstellend. Leben hat unsere durch das All torkelnde, zerbeulte Eisen- und Steinkugel richtiggehend durchseucht. Dabei beweist es erstaunliche Flexibilität. Bakterien bewohnen die Gesteine kilometertief in den Boden, nutzen Radioaktivität als Energiequelle, überstehen Trockenheit, benötigen Siedehitze für ihre Vermehrung, überdauern jahrelang ungeschützt auf der Mondoberfläche. Vielzeller, wie die berühmten Bärtierchen, lassen sich bis nahe an den absoluten Nullpunkt abkühlen und halten im freien Weltall Vakuum und Strahlung aus. Leben ist also keineswegs auf die gemütlichen, mitteleuropäischen Umweltbedingungen angewiesen.
Die Astrobiologen haben deshalb ihren fahndenden Blick bei der Suche nach fremdem Leben stark ausgeweitet. Für sie lohnt sich heute auch die genaue Untersuchung von Lokalitäten, für die noch vor wenigen Jahrzehnten niemand auch nur einen Rappen Forschungsgeld eingesetzt hätte. Darüber ist hier in Orion in den letzten Jahren immer wieder berichtet worden.

Erdähnlich?

Aber was hat es mit den wiederkehrenden Meldungen über «erdähnliche Planeten» auf sich? Gleichen sie wirklich unserer Heimat? Könnten wir, wenn wir könnten, was in absehbarer Zeit sicher nicht der Fall sein wird, wir uns aber gerne vorstellen, könnten wir also nach einer Reise zu einem dieser Himmelskörper, dort gemütlich aussteigen? Nach der Landung vielleicht einen Schirm aufspannen, weil es regnet oder uns unter der lokalen Sonne ein Sonnenbrand droht? Vielleicht einen Pullover überziehen, weil gerade Herbst ist, sonst aber, ungleich den Apollo-Astronauten auf dem Mond, ohne hindernden Anzug die Erforschung der fremden Umwelt beginnen? Antworten mögen einige Beispiele solcher «erdähnlicher Planeten» bieten. Beispiele, die sicher auch etwas zufällig gewählt sind, aber den Bereich abdecken, den wir bisher entdeckt haben.
Geniessen wir also einige Postkarten aus fernen Welten. Meist Zeichnungen, die genauso spekulativ sind, wie die Kommentare zu den möglichen Umweltbedingungen dort. Lasst uns also kühn dorthin gehen, wo noch niemand war. Brechen wir auf zu fernen Zielen, über die niemand so genau weiss, was kühne Trekkies bei ihrem nächsten Kaffeehalt dort erwartet.

Proxima Centauri b

Entdeckt 2016, ist dies der uns nächst gelegene Exoplanet. Deshalb können die Planetenjäger an ihm in den nächsten Jahren ihre Instrumente so richtig ausprobieren und ihn quasi auf den Seziertisch legen. Dieser Planet ist entsprechend der Konvention unter den Astronomen



Bild: ESO / M. Kornesser

Abbildung 1: Abendstimmung auf dem Planeten Proxima Centauri b. Rechts oberhalb des Sterns Proxima Centauri ist das Doppelsternsystem Alpha Centauri erkennbar. Proxima Centauri ist ein Roter Zwergstern und der uns nächstgelegene Stern im Weltall.

mit dem Buchstaben b bezeichnet, weil er der erste nachgewiesene Planet um den Stern (Index A, also: Proxima Centauri A) ist.
Spannend ist dieser Planet auch deshalb, weil er mit 1.1 Erdradien nur wenig grösser als die Erde ist. Zudem bewegt er sich in der «bewohnbaren Zone» um den Stern. Seine Masse beträgt mindestens 1.27 Erdmassen, maximal aber das 3-fache unseres Planeten. Es muss sich daher um einen Steinplaneten handeln.
Leben auf Proxima b dürfte es allerdings schwer haben. Der Planet umkreist seinen Stern in nur 11.19 Tagen und in einem Abstand von 0.05 Astronomischen Einheiten (zum Vergleich der Planet Merkur: Umlaufzeit 88 Tage, durchschnittlicher Sonnenabstand 0.39 AE). Dies führt mit grosser Wahrscheinlichkeit zu einer gebundenen Rotation oder einer 3:2 Resonanz. Sollte der Planet seinem Stern ständig die gleiche Seite zuwenden (gebundene Rotation), so müsste auf seiner Sonnenseite die Temperatur wohl deutlich über 30 °C steigen und auf der abgewandten Seite unter –60 °C sinken. Gewaltige Stürme müssten diese Differenzen ausgleichen, sofern der Planet eine Atmosphäre besitzt. Leben wäre an der Tag-/Nachtgrenze vorstellbar. Bei einer 3:2 Resonanz (während zweier Umläufe um den Stern dreht sich der Planet genau dreimal um die eigene Achse, wie bei Merkur), wäre die Temperaturverteilung etwas gleichmässiger, aber unfreundlich kühl. Sie läge am Äquator bei nahe 0°C und an den Polen unter –60 °C. Für höhere Lebewesen wären dies schwierige Bedingungen, bakterienähnlich Geschöpfe könnten sich allerdings durchaus entwickelt haben.
Weil uns Proxima Centauri so nahe liegt, ist ein Besuch mit einer Minisonde durchaus denkbar. Eine Sonde von der Grösse eine iPhones, beschleunigt auf ¼ der Lichtgeschwindigkeit, könnte das Sternsystem in etwa 20 Jahren erreichen, hindurchflitzen und einige Schnappschüsse zur Erde funken. 4.2 Jahre später träfen die Postkartenbilder bei uns ein.

TRAPPIST-1

Entdeckt 2017 mit dem Transiting Planets and Planetesimals Small Telescope am La Silla-Observatorium der europäischen Südsternwarte (ESO) und dem Spitzer Weltraumteleskop der NASA bewegen sich um den Roten Zwergstern mindestens sieben Planeten (b bis h). Der innerste Körper (b) benötigt 1.5 Tage für einen Umlauf, der äusserste (h) auch nur gerade mal 20 Tage. Das System gleicht also eher einem Schwarm von Gesteinsbrocken, die sich knapp über der Oberfläche des kühlen Sterns bewegen. Allerdings besitzen alle diese Boliden einen Radius im Bereich jenem unserer Erde (vgl. Abbildung 2, Planet Radius). Auch ihre Masse (0.41 – 1.38 Erdmassen) macht sie «erdähnlich».
Für die Evolution von Leben erschwerend, dürften auch diese Planeten eine gebundene Rotation oder eine Resonanz aufweisen. TRAPPIST b ist vermutlich zu heiss und TRAPPIST h zu kalt für flüssiges Wasser. Die Planeten c und d könnten auf ihrer sonnenabgewandten Seite flüssiges Wasser besitzen. Spannend sind e und f. Beide Planeten weisen eine geringe Dichte auf, was die Forscher spekulieren lässt, dass es sich bei ihnen um Ozeanwelten handeln könnte. Bei f dürfte auf der abgewandten Seite ein Eispanzer das Wasser überdecken. (Bild 3)

Gliese 667Cc

Wer so kompliziert benannt ist, muss wohl auch spezielle Eigenschaften besitzen. Tatsächlich ist der Stern Gliese 667C, wiederum ein Roter Zwergstern, Teil eines Dreifachsystems, welches 22.1 Licht-

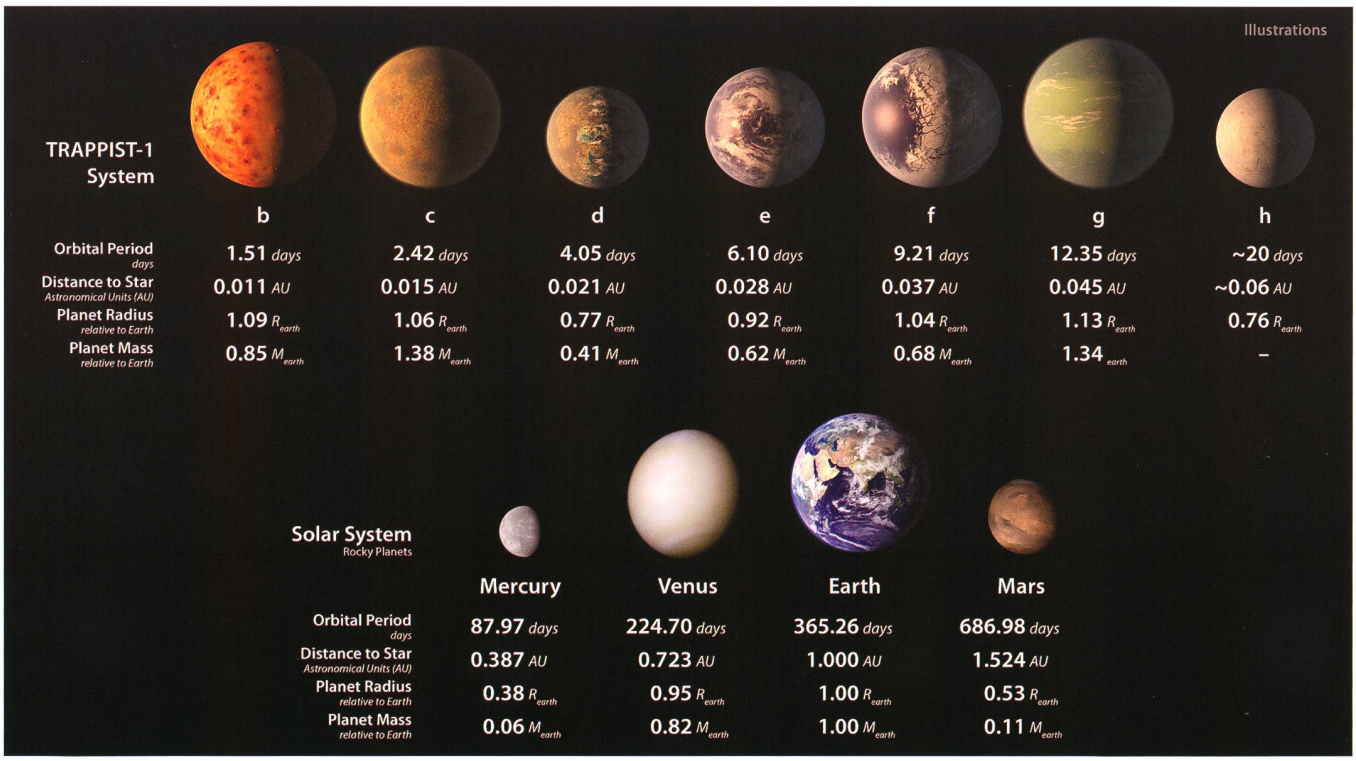


Bild: NASA / JPL-Caltech

Abbildung 2: Künstlerische Darstellung der sieben TRAPPIST-Planeten im Vergleich mit den Gesteinsplaneten im Sonnensystem.

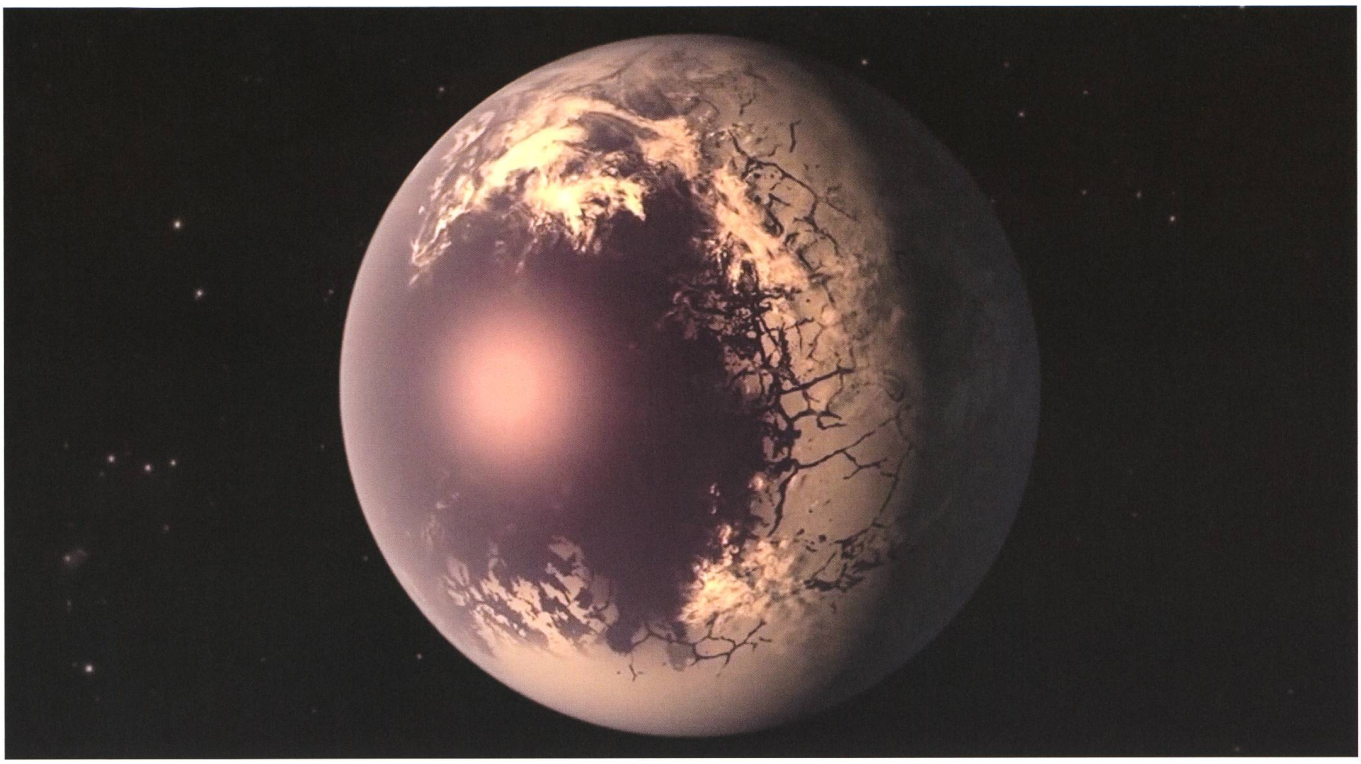


Bild: NASA / JPL-Caltech

Abbildung 3: TRAPPIST-f ist auf der sonnenfernen Seite zu kühl für flüssiges Wasser. Dieser Teil der Ozeanwelt dürfte deshalb von einem dicken Eispanzer bedeckt sein. Gewaltige Stürme toben wohl an der Tag/Nachtgrenze zum Ausgleich der Temperaturunterschiede, sofern eine Atmosphäre vorhanden ist.

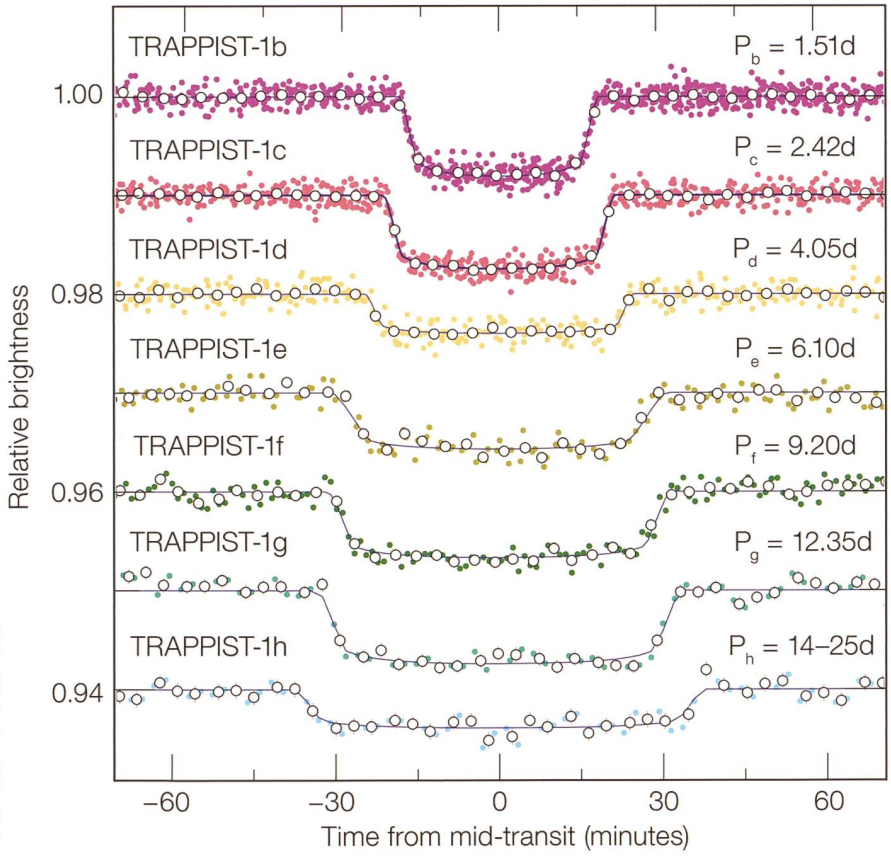


Bild: ESO / M. Gillon et al.

Abbildung 4: Lichtkurven des Zwergsterns TRAPPIST-1 bei der Passage der sieben Planeten. Immer wenn ein Planet vor dem Stern steht, nimmt die Helligkeit ab. Kleinere Planeten blockieren dabei weniger Licht als die grösseren Körper. Dem Stern nahe Planeten verdunkeln ihn weniger lang als die fernen Geschwister.

jahre von der Erde entfernt im Sternbild Skorpion zu beobachten ist. Der Planet hat eine Mindestmasse von 4.4 Erdmassen und umkreist den Stern in 28.2 Tagen. Obwohl er sich so nahe an seiner Sonne aufhält, empfängt er nur etwa 90 % der Energie, welche die Erde von der Sonne einsammelt. Auch er bewegt sich in der habitablen Zone mit einer geschätzten Oberflächentemperatur von etwa 4 °C. Gliese 667Cc gilt als einer der erdähnlichsten bisher gefundenen Planeten. (Bild 5)

Bei Exoplaneten werden häufig Temperaturangaben veröffentlicht. Diese müssen aber mit äusserster Skepsis aufgenommen werden, weil wichtige Parameter schlicht unbekannt sind. Wir wissen weder über die Stärke des Treibhauseffektes in der Atmosphäre, noch über die Lichtreflexion der Oberfläche Bescheid. Beide Faktoren, sowie eine Vielzahl anderer Eigenschaften, beeinflussen die Berechnungen sehr stark. Da der Planet auch eine deutlich grössere Masse als die Erde aufweist, könnte er eine viel dichtere Atmosphäre besitzen, mit hohem Treibhauseffekt und brutalem Druck auf der Oberfläche. Hölle statt Himmel, wie auf der Venus?

«Vergessen Sie Science-Fiction. Wir erleben eine der aussergewöhnlichsten Revolutionen in der Geschichte der Wissenschaften: Die aufkommende Überzeugung einer ganzen Generation von Physikern, Biologen und Chemikern, dass wir nicht alleine sind.»

Ben Miller. Autor, Schauspieler und Physiker. The Aliens are Coming, 2016

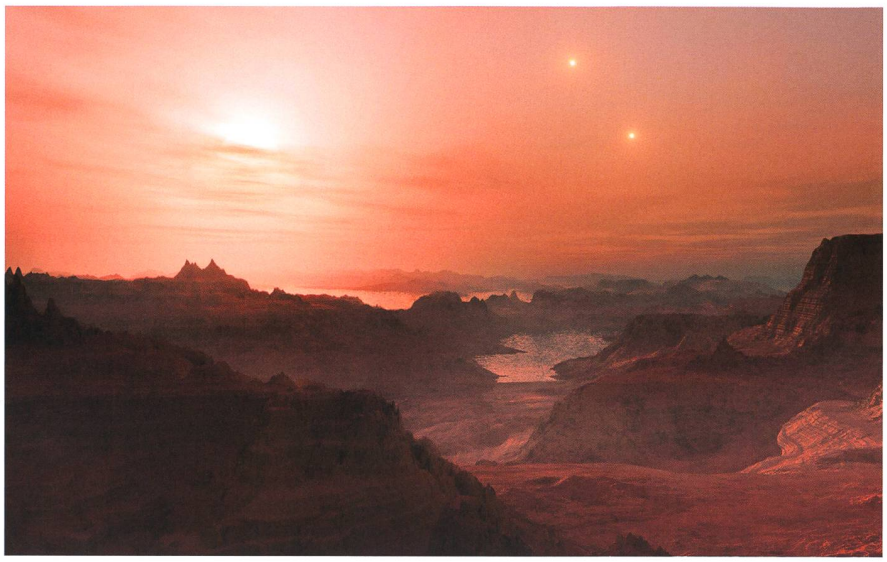


Bild: ESO / L. Calçada

Abbildung 5: Die Phantasie des Künstlers Calçada lässt uns die Abendstimmung auf Gliese 667Cc geniessen. Gleich drei Sterne stehen am Himmel und produzieren ein fantastisches Abendrot. Vielleicht ist die Atmosphäre aber auch so dicht, dass nur diffuses Licht die massive Wolkenschicht durchdringt.

Kepler 452b

Auch dieser Planeten steht in der Hitparade der erdähnlichen Planeten weit oben. Er ist eine Supererde (ca. 60 % grösser als unser Planet) und umrundet seinen sonnenähnlichen Stern in 385 Tagen. Dabei empfängt er etwa die gleiche Energiemenge wie die Erde. Leider ist aber seine Sonne schon sehr alt und hat viel von ihrem Brennstoff verbraucht. Damit scheint sie wohl stärker auf den Planeten ein als unser Zentralstern, womit Leben, sofern es einst auf Kepler 452b existierte, kaum mehr möglich ist.

Kepler 22b

Ebenfalls ein «Beuteobjekt» des Weltraumteleskops Kepler. Der Planet befindet sich im Umlauf um einen sonnenähnlichen Stern, wozu er 290 Tagen benötigt. Mit einem Durchmesser von rund 30'000 km ist auch er vermutlich eine Supererde, die sich in der habitablen Zone bewegt. Falls er keine Atmosphäre besitzen sollte, läge die Temperatur an der Oberfläche etwa im Bereich von –12 °C. Ein Treibhauseffekt könnte ihn also durchaus bewohnbar machen. Allerdings müssten höhere Lebewesen auf ihm gewaltige Muskelpakete entwickelt haben, um sich unter der immensen Gravitationskraft bewegen zu können.

Fomalhaut b

Dies ist zwar klar kein erdähnlicher Planet, aber der erste planetare Begleiter eines fremden Sterns, der fotografisch nachgewiesen werden konnte. Sein Zentralstern liegt etwa 25 Lichtjahre von uns weg und ist mit Einbruch der Dunkelheit im Dezember im Süden, später im Süd-



Bild: NASA / Ames / JPL-Caltech / T.Pyle

Abbildung 6: 1400 Lichtjahre von der Erde entfernt, badet die alternde Sonne Kepler 452 den Planeten b in ihrem Licht. Über seine Zusammensetzung ist wenig bekannt.

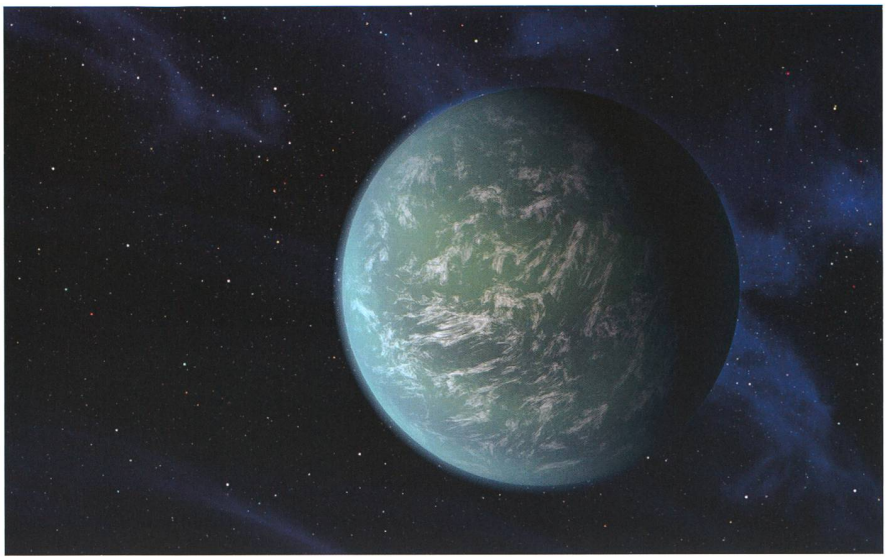


Bild: NASA / Ames / JPL-Caltech

Abbildung 7: Auch über Kepler 22b wissen wir noch sehr wenig. Insbesondere ist seine Zusammensetzung unbekannt, er könnte also auch ein Gasplanet sein. Hier ist er als Steinplanet mit Wolken in seiner Atmosphäre dargestellt. Er war der erste vom Weltraumteleskop Kepler entdeckte Planet in der habitablen Zone.

westen zu sehen. Die Umlaufbahn weist eine starke Exzentrizität auf. Der Planet bewegt sich gegenwärtig etwa 119 AE von seiner Sonne entfernt in einer gewaltigen Staubscheibe. Er selbst besitzt ein Ringsystem wie Saturn. Seine maximale Masse schätzen die Planetenforscher auf die doppelte Jupitermasse.

Fazit

Je besser die Beobachtungsmethoden werden, je raffinierter die Forscher fahnden, desto häufiger gelingt es ihnen, Steinplaneten der «Erdklasse» aufzuspüren. Leider wissen wir über diese Himmelskörper meist viel zu wenig, um ihre Eignung für Leben «wie wir es kennen» auch nur annähernd abschätzen zu können. Sobald aber die geplanten Teleskope der neuesten Generation im Einsatz sein werden, sollte es möglich werden, das Licht von diesen Planeten auf Spuren von Lebensmolekülen, wie chlorophyllähnlichen Stoffen, oder den Abfallprodukten von Leben, wie dem Ozon O_3, zu durchleuchten. Die Entwicklung der letzten Jahre hat uns zwar keine zweite Erde offenbart, die Hoffnung auf ihre Entdeckung aber weiter genährt. Es wird immer spannender!

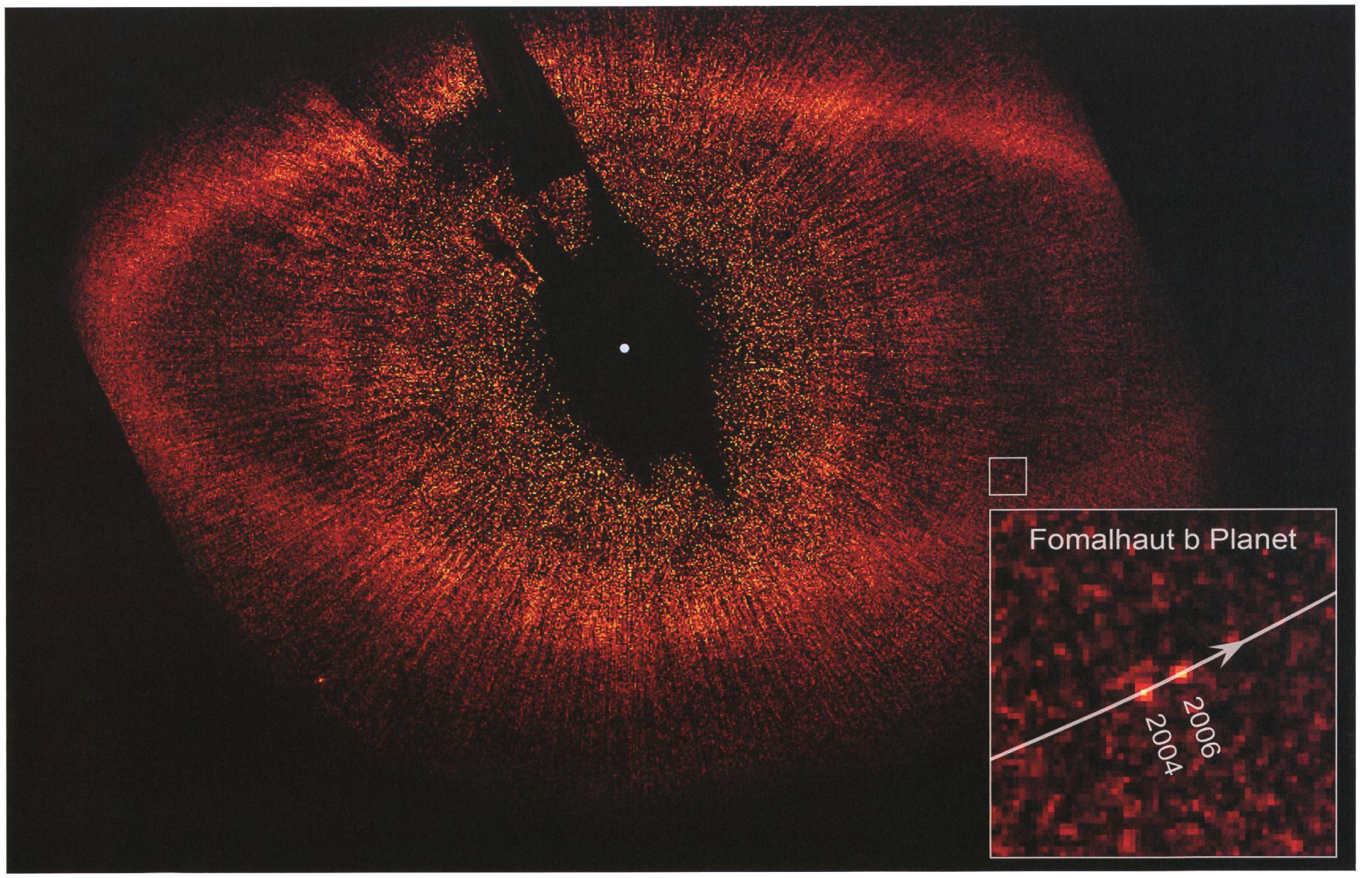


Bild: NASA / ESA. Aufnahme durch das Hubble Space Telescope

Abbildung 8: Fomalhaut b ist der erste Planet, der fotografisch direkt nachgewiesen werden konnte. Er umkreist seinen Mutterstern in etwa 2000 Jahren einmal.