

Eta Earth Revisited:

Wie viele erdähnliche Lebensräume könnte es in der Milchstraße geben?

Übersetzung auf Deutsch von:

Eta Earth Revisited: How many Earth-like Habitats might there be in the Milky Way?

Scherf M1,2, Lammer H1, Sproß L2 1 Space Research Institute, Austrian Academy of Sciences, 2 Institute of Physics, University of Graz

Ohne aerobes Leben wäre das gleichzeitige Vorhandensein von N₂ und O₂ in der Erdatmosphäre über geologische Zeitskalen hinweg chemisch inkompatibel.

Die Existenz einer N₂-O₂-dominierten Atmosphäre auf einem Exoplaneten wäre daher nicht nur eine potenzielle Biosignatur aeroben Lebens. Es müsste auch bestimmte astro- und geophysikalische Kriterien erfüllen, um zu entstehen, sich zu entwickeln und zu erhalten.

Unsere Definition von Eta-Erde baut daher auf dem Konzept eines sogenannten erdähnlichen Habitats (EH) auf, d. h. eines Planeten innerhalb der komplexen bewohnbaren Zone für Leben, auf dem N₂ und O₂ gleichzeitig als dominierende Spezies vorhanden sind, während CO₂ in seiner Atmosphäre nur einen geringen Anteil ausmacht. Nach unserem derzeitigen wissenschaftlichen Kenntnisstand müssen bestimmte Kriterien erfüllt sein, um die Existenz einer solchen erdähnlichen Atmosphäre zu ermöglichen.

Diese können in einer neuen probabilistischen Formel zur Schätzung einer maximalen Anzahl von EHs zusammengefasst werden. Einige dieser Kriterien, wie die bolometrische Leuchtkraft und die XUV-Flussentwicklung eines Sterns oder die Verteilung von felsigen Exoplaneten innerhalb der bewohnbaren Zonen verschiedener stellarer Spektraltypen, sind bereits ziemlich gut untersucht und können durch weitere Beobachtungen getestet werden. Andere wichtige Kriterien, wie das Vorherrschen funktionierender Kohlenstoff-Silikat- und Stickstoffkreisläufe oder der Ursprung des Lebens, sind mittlerweile schlecht oder gar nicht mehr eingeschränkt. Weitere Faktoren, wie das Vorhandensein eines großen Mondes oder die Bedeutung eines intrinsischen Magnetfelds, werden nicht nur schlecht bestimmt, sondern ihre Bedeutung für die Entwicklung und Stabilität eines erdähnlichen Lebensraums wird sogar diskutiert. Während unsere neue Formel zur Schätzung der maximalen Anzahl von EHs im Prinzip alle diese Faktoren sowie Unbekannte berücksichtigen kann, müssen wir uns jetzt auf diejenigen beschränken, die entweder gut verstanden oder zumindest bald getestet werden können. Mit diesem Ansatz lässt sich nach heutigem Kenntnisstand nur probabilistisch eine maximale Anzahl von Exoplaneten abschätzen, auf denen sich prinzipiell ein erdähnlicher Lebensraum entwickeln kann. Die tatsächliche Anzahl von EHs könnte daher erheblich niedriger sein als unsere derzeit beste Schätzung, aber zusätzliche Kriterien sollten in naher Zukunft durch kommende boden- und weltraumgestützte Instrumente wie PLATO, das E-ELT oder durch die Art der EH überprüfbar sein vorgeschlagenes weltraumgestütztes Observatorium LUVOIR.

Unter Berücksichtigung aller Faktoren, die derzeit zumindest teilweise wissenschaftlich quantifizierbar sind, werden wir unsere derzeit beste Schätzung für die maximale Anzahl von EHs präsentieren, die in der Galaxie existieren könnten, und uns insbesondere auf die Rolle konzentrieren, die ein Stern in der Evolution spielen könnte und Stabilität eines solchen Lebensraums. Wenn wir Eat-Earth, die mittlere Anzahl von Gesteinsplaneten pro Stern innerhalb der bewohnbaren Zone, ersetzen, um nur die mittlere Anzahl von EHs pro Stern, Eta-EH, zu berücksichtigen, erhalten wir am Ende eine Zahl, die viel kleiner ist als die derzeit besten Schätzungen Eta-Erde.

Es ist daher wissenschaftlich nicht gerechtfertigt anzunehmen, dass sich alle potenziellen Lebensräume innerhalb einer bewohnbaren Zone für komplexes Leben ähnlich wie die Erde entwickeln werden.

Ohne aerobes Leben wäre das gleichzeitige Vorhandensein von N_2 und O_2 in der Erdatmosphäre über geologische Zeitskalen hinweg chemisch inkompatibel. Die Existenz einer N_2 - O_2 -dominierten Atmosphäre auf einem Exoplaneten wäre daher nicht nur eine potenzielle Biosignatur aeroben Lebens. Es müsste auch bestimmte astro- und geophysikalische Kriterien erfüllen, um zu entstehen, sich zu entwickeln und zu erhalten.

Unsere Definition von Eta-Erde baut daher auf dem Konzept eines sogenannten erdähnlichen Habitats (EH) auf, d. h. eines Planeten innerhalb der komplexen bewohnbaren Zone für Leben, auf dem N_2 und O_2 gleichzeitig als dominierende Spezies vorhanden sind während CO_2 in seiner Atmosphäre nur einen geringen Anteil ausmacht. Nach unserem derzeitigen wissenschaftlichen Kenntnisstand müssen bestimmte Kriterien erfüllt sein, um die Existenz einer solchen erdähnlichen Atmosphäre zu ermöglichen. Diese können in einer neuen probabilistischen Formel zur Schätzung einer maximalen Anzahl von EHs zusammengefasst werden. Einige dieser Kriterien, wie die bolometrische Leuchtkraft und die XUV-Flussentwicklung eines Sterns oder die Verteilung von felsigen Exoplaneten innerhalb der bewohnbaren Zonen verschiedener stellarer Spektraltypen, sind bereits ziemlich gut untersucht und können durch weitere Beobachtungen getestet werden. Andere wichtige Kriterien, wie das Vorherrschen funktionierender Kohlenstoff-Silikat- und Stickstoffkreisläufe oder der Ursprung des Lebens, sind mittlerweile schlecht oder gar nicht mehr eingeschränkt. Weitere Faktoren, wie das Vorhandensein eines großen Mondes oder die Bedeutung eines intrinsischen Magnetfelds, werden nicht nur schlecht bestimmt, sondern ihre Bedeutung für die Entwicklung und Stabilität eines erdähnlichen Lebensraums wird sogar diskutiert. Während unsere neue Formel zur Schätzung der maximalen Anzahl von EHs im Prinzip alle diese Faktoren sowie Unbekannte berücksichtigen kann, müssen wir uns jetzt auf diejenigen beschränken, die entweder gut verstanden oder zumindest bald getestet werden können. Mit diesem Ansatz lässt sich nach heutigem Kenntnisstand nur probabilistisch eine maximale Anzahl von Exoplaneten abschätzen, auf denen sich prinzipiell ein erdähnlicher Lebensraum entwickeln kann. Die tatsächliche Anzahl von EHs könnte daher erheblich niedriger sein als unsere derzeit beste Schätzung, aber zusätzliche Kriterien sollten in naher Zukunft durch kommende boden- und weltraumgestützte Instrumente wie PLATO, das E-ELT oder durch die Art der EH überprüfbar sein vorgeschlagenes weltraumgestütztes Observatorium LUVOIR.

Unter Berücksichtigung aller Faktoren, die derzeit zumindest teilweise wissenschaftlich quantifizierbar sind, werden wir unsere derzeit beste Schätzung für die maximale Anzahl von EHs präsentieren, die in der Galaxie existieren könnten, und uns insbesondere auf die Rolle konzentrieren, die ein Stern in der Evolution spielen könnte und Stabilität eines solchen Lebensraums. Wenn wir Eat-Earth, die mittlere Anzahl von Gesteinsplaneten pro Stern innerhalb der bewohnbaren Zone, ersetzen, um nur die mittlere Anzahl von EHs pro Stern, Eta-EH, zu berücksichtigen, erhalten wir am Ende eine Zahl, die viel kleiner ist als die derzeit besten Schätzungen Eta-Erde. Es ist daher wissenschaftlich nicht gerechtfertigt anzunehmen, dass sich alle potenziellen Lebensräume innerhalb einer bewohnbaren Zone für komplexes Leben ähnlich wie die Erde entwickeln werden.

Planetare Atmosphären und die Suche nach Lebenszeichen jenseits der Erde

Übersetzung auf Deutsch von

Planetary Atmospheres and the Search for Signs of Life beyond Earth

Sara Seager¹ MIT

Seit Jahrtausenden fragen sich die Menschen, inspiriert vom sternenübersäten dunklen Nachthimmel, was jenseits der Erde liegt. Heute ist die Suche nach Lebenszeichen ein wichtiger Motivator für die moderne Planetenerkundung. Das neu gestartete James-Webb-Weltraumteleskop wird es uns ermöglichen, Gase in felsigen Atmosphären von Exoplaneten zu untersuchen, möglicherweise einschließlich „Biosignatur“-Gase, die dem Leben zugeschrieben werden könnten. Näher an der Heimat hat ein jetzt umstrittener Nachweis von Phosphingas in der Venusatmosphäre die Studien der Venus wiederbelebt, von der erneuten Untersuchung jahrzehntealter Atmosphärenanomalien bis hin zu neuen Laboruntersuchungen der Stabilität organischer Moleküle und der Chemie in Schwefelsäure (der Zusammensetzung der Venus' Wolkenpartikel). Neue Entdeckungen der Atmosphäre von Exoplaneten sowie zunehmende Beweise dafür, dass die Venus ein potenziell bewohnbarer Planet ist, geben uns Hoffnung auf Fortschritte bei der Beantwortung der alten Fragen über die Möglichkeit von Leben außerhalb der Erde.

Die atmosphärische Charakterisierung einer beträchtlichen Anzahl von terrestrischen Planeten, einschließlich

Übersetzung auf Deutsch von:

The LIFE space mission: characterizing atmospheres of terrestrial exoplanets and searching for habitable worlds and biosignatures

Daniel Angerhausen (1), Sascha Quanz (1), and the LIFE collaboration (2)

(1) ETH Zürich; (2) www.life-space-mission.com

Die Weltraummission LIFE: Charakterisierung der Atmosphären terrestrischer Exoplaneten und Suche nach bewohnbaren Welten und Biosignaturen

Die Suche nach bewohnbaren und potenziell bewohnten Planeten ist wahrscheinlich das Hauptziel der Exoplanetenforschung und eines der herausforderndsten Unterfangen in der Astrophysik des 21. Jahrhunderts. Das Large Interferometer For Exoplanets (LIFE) stellt sich dieser Herausforderung, indem es das wissenschaftliche Potenzial und die technologischen Herausforderungen einer ehrgeizigen Mission untersucht, bei der ein formationsfliegendes Nulling-Interferometer im Weltraum eingesetzt wird, das bei mittleren Infrarotwellenlängen arbeitet. Der Beobachtungswellenlängenbereich von LIFE beträgt 4–17,5 μm (Anforderung) / 3–20 μm (Ziel) und die erforderliche spektrale Auflösung beträgt 35 (erforderlich) / 50 (Ziel). Die gesamte Missionslebensdauer wird voraussichtlich 5-6 Jahre (Anforderung) betragen, bestehend aus einer 2,5-jährigen Suchphase zur Erkennung von Hunderten von Planeten und einer bis zu 3,5-jährigen Charakterisierungsphase zur detaillierten Untersuchung der atmosphärischen Diversität und der Suche nach Biosignaturen.

Durchbrüche in unserem Verständnis der Exoplanetenpopulation sowie bedeutende Fortschritte bei relevanten Technologien rechtfertigen die Notwendigkeit, aber auch die Machbarkeit einer zukünftigen Mission wie LIFE, um eine der grundlegendsten Fragen der Menschheit zu untersuchen: Sind wir allein im Universum?

Wie lange können kalte Planeten warm genug für flüssiges Wasser sein?

Mögliche bewohnbare Welten außerhalb des Sonnensystems könnten Planeten sein, die sich stark von der Erde unterscheiden. Kalte Supererden, die ihre ursprüngliche, von H-He dominierte Atmosphäre beibehalten, könnten Oberflächen haben, die warm genug sind, um flüssiges Wasser zu beherbergen. Dies wäre auf die kollisionsinduzierte Absorption (CIA) von Infrarotlicht durch Wasserstoff zurückzuführen, die mit dem Druck zunimmt. Wir untersuchen die Existenz und Dauer dieses exotischen Lebensraums, indem wir Planeten mit unterschiedlichen Kernmassen, Hüllenmassen und großen Halbachsen simulieren. Evolutionsmodelle für die Leuchtkraft der Wirtssterne und die intrinsische Wärme und den Radius des Planeten sind ebenso enthalten wie ein Verdunstungsmodell der Atmosphäre. Wir stellen fest, dass terrestrische und Supererdplaneten mit Massen von 1 bis 10 Erdmassen in radialen Abständen von mehr als 2 AE für mehr als 9 Gyr gemäßigte Oberflächenbedingungen aufrechterhalten können. Dies deutet darauf hin, dass eine große Anzahl von Planeten in der Galaxie Kandidaten für Bewohnbarkeit sein könnten und dass das Konzept der planetaren Bewohnbarkeit nicht nur auf Erdanaloga konzentriert werden sollte.