

Astrobiologie. Flüssiges Wasser allein reicht nicht aus. Geht es um die Voraussetzungen für die Entwicklung außerirdischer Intelligenz, scheinen nur wenige Planeten in unserer Galaxis geeignet.

VON ANDREAS TANZER

Gibt es (intelligentes) außerirdisches Leben in unserer Milchstraße? Die Entdeckung von bislang über 5000 Exoplaneten, darunter auch Gesteinsplaneten in der habitablen Zone (definiert als jener Bereich, in dem Wasser in flüssiger Form vorkommen kann), hat die Diskussion beflügelt.

Allerdings dämpft eine aktuelle Abschätzung von Forschern des Instituts für Weltraumforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ÖAW) in Graz den Optimismus - zumindest was höher entwickeltes Leben angeht. Dieses benötigt bei einer Größe ab einigen Zentimetern Sauerstoff als Energielieferant, so Manuel Scherf, einer der Erstautoren von zwei im Journal *Astrobiology* erschienenen Arbeiten. Die Grazer Forscher gehen daher von der Notwendigkeit einer Stickstoff-Sauerstoff-Atmosphäre mit Beimengung von CO₂ zur Stabilisierung aus, Letzteres aber in nicht zu hoher toxischer Konzentration. „Bei der Frage, ob flüssiges Wasser möglich ist, wird ein Treibhauseffekt eingerechnet. Beschränkt man die CO₂-Konzentration, schrumpft die habitable Zone auf ein Drittel“, sagt Scherf.

Knackpunkt Langzeitstabilität

Gemeinsam mit dem IWF-Gruppenleiter Helmut Lammer hat er insbesondere die Langzeitstabilität solcher Atmosphären betrachtet. Hier schneiden Planeten um M-Sterne - rote Zwergsterne, die mit 75 Prozent das Gros der Sterne in der Milchstraße ausmachen - schlecht ab. Aufgrund ihrer geringen Leuchtkraft liegt die habitable Zone so nahe am Zentralgestirn, dass Röntgen- und extrem kurzwellige UV-Strahlung (EUV) deutlich stärker sind als etwa in der Erdbahn. „Diese kurzwellige Strahlung heizt die obere Atmosphäre auf, was dazu führt, dass sie sich in - kosmologisch gesehen - kurzen Zeiträumen verflüchtigt“, erklärt Scherf. M-Sterne kommen daher kaum als Heimatgestirn eines erdähnlichen Planeten in Betracht.

Das betrifft auch die bislang entdeckten Exoplaneten - heutige Teleskope können Gesteinsplaneten nur um leuchtschwache M-Sterne detektieren. Sterne der Spektralklasse G wie unsere Sonne machen aber nur fünf bis sechs Prozent aller Sterne aus. Wobei unsere Sonne ein außer-



Unsere Milchstraße hat über 100 Milliarden Sterne. Lebensfreundliche Planeten sind dennoch rar. ESO/S. Brunier

gewöhnlich „ruhiger“ und damit ungewöhnlich lebensfreundlicher G-Stern ist, wie Scherf erklärt. Weiters könnten auch schwerere Vertreter der Klasse F, die größtmäßig zwischen M- und G-Sternen liegen, infrage kommen. Sterne, die deutlich größer als die Sonne sind, scheiden wegen ihrer kurzen Lebensdauer von vornherein aus.

Neben der Stabilität der Stickstoff-Sauerstoff-Atmosphäre haben die Grazer Forscher weitere Kriterien betrachtet, etwa die Leuchtkraftentwicklung der Sterne, die bestimmt, wie lang ein Planet in der habitablen Zone verbleiben kann. Weiters die richtige Menge an Wasser, damit es auch Landmassen geben kann, die die Autoren für die Entwicklung von Leben und für den Nachschub an Nährstoffen als notwendig erachten. Auch ein großer Mond, der die Planetenachse stabilisiert und dessen Gezeiten die Entstehung von Leben begünstigen, wird in der Rechnung gefordert - selbst wenn der Stellenwert eines Mondes nicht abschließend geklärt ist, wie Scherf berichtet.

Gängige Abschätzungen für diese Voraussetzungen haben die Grazer Forscher mit der Sternpopulation in

unserer Galaxie verknüpft. Wobei auch die Galaxie selbst eine habitable Zone hat: In der Nähe des Zentrums verhindern nahe Supernova-Explosionen und vorbeiziehende Sterne, die Planetenbahnen stören, die Evolution von Leben. In den äußeren Regionen ist die „Metallizität“, der Anteil höherer Elemente, zu gering für Gesteinsplaneten. In Summe ergeben sich in dieser Abschätzung - je

„**Unsere Ergebnisse sind theoretische Maximalwerte. Die reale Anzahl ist deutlich geringer.**“

Manuel Scherf
Inst. f. Weltraumforschung, ÖAW



nachdem ob zehn oder ein Prozent CO₂ erlaubt sind - etwa 250.000 oder 60.000 für intelligentes Leben geeignete Planeten.

Das scheint nicht wenig. Scherf betont allerdings, dass dies nur theoretische Maximalwerte sind. Viele Faktoren - von Sonnenwind und Flares, dem Magnetfeld des Planeten über Plattentektonik für den Stoffaustausch bis hin zu Fragen nach der Entstehung von Leben oder der Lebensdauer einer technischen Zivilisation - sind in dem Modell nicht berücksichtigt. „Da diese Faktoren schwer abzuschätzen sind, haben wir die Wahrscheinlichkeiten auf eins gesetzt. In Wahrheit werden sie aber deutlich darunter liegen“, so Scherf.

Sollen wir uns still verhalten?

Es ist also anzunehmen, dass es nur wenige für höheres Leben geeignete Planeten gibt. Diese wären für außerirdische Zivilisationen ein begehrtes Gut. Es sei daher vielleicht unklug, mittels eigens ausgesandter Radiosignale auf sich aufmerksam zu machen, meint Scherf. Das bleibt Spekulation. Die Berechnungen an sich könnten aber in nicht zu ferner Zukunft getestet werden. Scherf nennt hier Life, ein Weltraumteleskop, das bis 2040 starten und erstmals Daten über Details möglicher Atmosphären von Exoplaneten liefern soll.

Gibt es Hinweise auf Wasser in den Jupitermonden?

Technik aus Graz nähert sich mit der Sonde Juice flott unserem größten Planeten.

Das Magnetfeld ist nicht nur für die Entstehung von Leben auf der Erde wichtig, sondern Magnetfeldlinien sind auch im Weltall von großer Bedeutung: Sie zeigen bei den Planeten an, was innerhalb und außerhalb des Himmelskörpers vor sich geht. Derzeit ist die Raumsonde Juice der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) auf dem Weg zum Jupiter, dem größten Planeten unseres Sonnensystems.

An Bord hat Juice einen hochpräzisen Sensor, der in Graz entwickelt wurde. Das Team um Roland Lammegger und Christoph Amtmann (TU Graz, ÖAW) nutzt dabei Quantenphysik, um Magnetfelder so exakt wie nie zuvor zu messen. Der Quantensensor soll ermitteln, wo sich in den vielen Monden des Jupiters - bisher sind 95 bekannt - Wasser und damit die Voraussetzung für Leben befinden könnte. In einem FWF-Projekt wurde der Sensor so verbessert, dass er wie ein Kompass die Richtung und Stärke der Magnetlinien angibt. (vers)

ISS: Proben aus Leoben sind im All angelangt

Dünnschichtbeschichtungen müssen jetzt Härte- und Drucktest im Weltraum bestehen.

Es ist ein großer Schritt für die Montanuni Leoben und das Erich-Schmid-Institut für Materialwissenschaft der Akademie der Wissenschaften: Nach jahrelangen Vorbereitungen sind dort entwickelte Beschichtungen für künftige Weltraumanwendungen auf der Internationalen Weltraumstation ISS eingetroffen.

Sie sollen in den nächsten Tagen auf ein Modul außerhalb der ISS gebracht werden. Dort müssen sie sich dann mindestens sechs Monate lang unter den extremen Bedingungen des Weltraums bewähren. (gral)

Wie nehmen wir Kunst im digitalen Zeitalter wahr?

Kultur. Gemälde erlebt man am besten, wenn sie im selben Raum sind, sagt man. Oder sagte man? Eine Frage, die durch die Digitalisierung an Aktualität gewinnt - und jetzt in einem Forschungsprojekt untersucht wird.

VON HILDEGARD SUNTINGER

Die Digitalisierung hat auch die Kunst revolutioniert: So ließen etwa virtuelle Techniken eine neue Kategorie von Kunst entstehen, und Museen bieten die Betrachtung digitalisierter Werke online an. Eine Entwicklung, von der man annimmt, dass sie sich auch auf die Wahrnehmung von Kunst auswirkt. Wie das genau passiert, soll in einer Studie untersucht werden, die von der Universität für Weiterbildung Krems geleitet wird.

„Art Experience in the (Post) Digital Age, [original | digital | virtual]“ ist der Titel dieses vom österreichischen Wissenschaftsfonds FWF geförderten Projekts. Ausgangspunkt ist Walter Benjamins Aufsatz „Das Kunstwerk in der Zeit seiner technischen Reproduzierbarkeit“ aus dem Jahr 1936.

Damals Film, heute Digitales

Benjamin schrieb, es gehe etwas verloren, wenn man nur eine Reproduktion betrachte, und prägte die Begriffe der „Aura“ und der „histori-

schen Zeugenschaft“. Zu seiner Zeit waren es Foto- und Filmtechnik, die es ermöglichten, Kunstwerke zu reproduzieren und in einem anderen Medium zu erfahren. Jetzt münze man die Theorien des Philosophen auf digitale und digitalisierte Kunst um, so Projektleiterin Hanna Brinkmann vom Department für Kunst- und Kulturwissenschaften an der Universität für Weiterbildung Krems.

Wobei der Begriff der „Aura“ vage formuliert sei und nicht gemessen werden könne. Stattdessen untersuche man die medien-spezifische Wahrnehmung von Kunst. Methoden wie Eye-Tracking, Fragebögen und qualitative Interviews ermöglichen es, die individuelle Wahrnehmung zu erfassen und zu vergleichen, so die Projektleiterin. Probanden sind Museumsbesucherinnen und -besucher. Der heimische Forschungspartner des breit angelegten Projekts ist das Belvedere Research Center.

Einfluss der Umgebung

In vorangegangenen Studien wurde die Wahrnehmung analoger und digi-

taler Kunst in verschiedenen Umgebungen untersucht. Das heißt, dass das Original im Museum und das digitalisierte Pendant im Labor zu betrachten war. Über diesen Forschungsstand will man in der aktuellen Studie hinausgehen, um auszusprechen, dass die Wahrnehmung vom Kontext beeinflusst ist, erklärt

LEXIKON

Eye-Tracking (dt.: Blickerfassung) bezeichnet das Aufzeichnen der Blickbewegungen einer Person für wissenschaftliche Zwecke. Blickbewegungen bestehen hauptsächlich aus Fixationen (Punkte, die man genau betrachtet), Sakkaden (schnellen Augenbewegungen) und Regressionen. Messinstrument ist ein brillenartiger Eye-Tracker.

Digitalisat ist das Produkt, das durch die Digitalisierung eines Originals entsteht.

Born Digital nennt man im Kunstkontext Werke, die digital geschaffen werden. Im Unterschied zum Digitalisat, bei dem ein Original durch Fotografieren digital wird.

Brinkmann. In einem weiteren Schritt soll auch die Wahrnehmung von Born-Digital-Kunst (geschaffen mit digitalen Mitteln) untersucht und mit der Wahrnehmung analoger Kunst verglichen werden. Ein Thema, zu dem es noch kaum Forschung gibt.

Emotion versus Kognition

Die Forschenden erwarten sich klare Unterschiede in der medien-spezifischen Wahrnehmung von Kunst. Brinkmann: „Wir gehen davon aus, dass das Menschengemachte, das Analoge, die Betrachtenden eher auf einer persönlichen und emotionalen Ebene berührt und die digitalen und digitalisierten Originale eher die Kognition ansprechen, d. h. das Faktische der Werke.“

Aber es könnte auch anders sein. Denn vorläufige Befunde zeigten, dass digitalisierte Werke deutlich länger betrachtet werden als analoge. Das war für die Forschenden überraschend, da sie vom umgekehrten Fall ausgingen. Jedoch seien dies noch keine statistisch auswertbaren Daten, so die Projektleiterin.

Reizdarm: Liebeshormon statt Opioide

Was bei Mäusen wirkt, soll künftig auch bei Menschen Schmerzen lindern.

Chronisch entzündliche Darmerkrankungen wie Reizdarm plagen weltweit Millionen Menschen. Oft werden sie mit Medikamenten, die auf Opioiden basieren, behandelt. Diese weisen jedoch ein hohes Suchtpotenzial auf, können das Zentralnervensystem irritieren, benommen machen sowie Übelkeit oder Verstopfung auslösen. Forschende um Markus Muttenthaler (Uni Wien) haben nun einen Weg gefunden, das als „Liebes- und Kuschelhormon“ bekannte Oxytocin so zu präparieren, dass es die harschen Bedingungen im Magen übersteht.

Sie beschreiben im Fachblatt *Angewandte Chemie* eine von ihnen entwickelte Verbindung, die bei Mäusen mit Bauchschmerzen schmerzlindernd wirkte. Damit könnte eine neue, sichere Alternative für Menschen mit chronischen Darmerkrankungen gefunden sein. (APA/gral)