

■ Langzeitstabilität des Klimas benötigt Feinabstimmung

Immer wieder stellen Forscher fest, dass die Naturgesetze, das Sonnensystem oder Aufbau und Position der Erde für Leben ausgezeichnet geeignet sind. Darüber hinaus kommen sie auch zum Schluss, dass fast alle denkbaren Naturgesetze und Ökosysteme lebensfeindlich sind. In diesem Fall sagt man, dass ein System fein abgestimmt ist im Hinblick auf Leben. Eine solche Feinabstimmung kann prinzipiell das Resultat von Design, Zufall, Notwendigkeit oder eines Auswahl-effektes sein (WIDENMEYER 2019, Kapitel 9 und 10). Wenn es wie im Falle der Feinabstimmung der Naturgesetze möglich ist, die drei letztgenannten Ursachen auszuschließen, ergibt sich dadurch ein Hinweis auf einen intelligenten Schöpfer (TRÜB 2015).

In einem kürzlich erschienenen Artikel geht der Erdsystemwissenschaftler Toby TYRRELL von der Universität Southampton der Frage nach, wie wahrscheinlich es ist, dass die Temperatur eines Planeten während drei Milliarden Jahre lebensfreundlich bleibt (TYRRELL 2020). Dies ist aus zwei Gründen alles andere als selbstverständlich. Erstens kann sich die Energiezufuhr, die ein Planet von seinem Zentralgestirn erhält, über diese Zeitspanne merklich ändern. Im Falle der Erde geht man davon aus, dass die Sonneneinstrahlung heute etwa 30% intensiver ist als zum vermuteten Zeitpunkt der Entstehung des Lebens. Diese Abschätzung erhält man aus Modellen zur Evolution der Sterne. Ohne eine Anpassung des Erdklimas muss die Erde vor 3–4 Milliarden Jahren völlig zugefroren gewesen sein. Trotzdem soll zu dieser Zeit das erste Leben auf der Erde entstanden sein. Bis heute ist dieses Paradox der schwachen, jungen Sonne ungelöst. Der zweite Grund, welcher eine lebensfreundliche Temperatur über lange Zeit schwierig macht, ist die Anfälligkeit des Klimas auf Schwankungen des Kohlenstoff-Kreislaufs. Weichen die Zufuhr und die Entnahme von Kohlendioxid zur Atmosphäre über längere Zeit mehr als

25% voneinander ab, würden die Ozeane innerhalb von Millionen Jahren zufrieren oder zum Sieden gebracht werden.

TYRRELL diskutiert zwei Hypothesen, wie das Erdklima über Milliarden Jahre stabil bleiben konnte. Die favorisierte Lösung geht davon aus, dass es stabilisierende Rückkopplungseffekte gibt. Diskutiert wird zum Beispiel, dass die verstärkte Verwitterung von Silikaten bei erhöhten Temperaturen der Atmosphäre Kohlendioxid entziehen könnte und somit eine Erwärmung bremsen könnte. Nach der zweiten Hypothese soll die Langzeitstabilität des Erdklimas lediglich die Folge eines Auswahl-effektes sein. Bei einer genügend großen Anzahl an Planeten wird es früher oder später einige geben, deren Klima durch glückliche Umstände über lange Zeit stabil bleibt. Beispielsweise könnte der Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre parallel zur stärkeren Einstrahlung zufällig gesunken sein, ohne dass der Rückgang durch die Veränderung der Sonne verursacht worden wäre. Da sich höhere Lebensformen nur unter konstanten Bedingungen entwickeln können, sei es deshalb nicht überraschend, dass das Klima unseres Planeten über Milliarden Jahre stabil geblieben sei. Dem Zusammenspiel dieser beiden Hypothesen versucht TYRRELL mit Hilfe von Computersimulationen weiter nachzugehen.

In seiner Arbeit präsentiert TYRRELL das Klimamodell eines Planeten mit der Temperatur als einzigem Zustandsparameter. Der Temperaturverlauf wird vor allem durch eine Antwortfunktion bestimmt, welche beschreibt, wie das Klima auf Temperaturänderungen reagiert. Zusätzlich werden ein langfristiger Temperaturtrend (z.B. eine Änderung der Sonneneinstrahlung) sowie zufällig auftretende Temperaturschwankungen (z. B. Kometeneinschläge, Vulkanausbrüche) berücksichtigt. Die Antwortfunktion, der langfristige Trend sowie die Anfangstemperatur werden zufällig innerhalb plausibler Grenzen ausgewählt. Insgesamt hat TYRRELL für 100.000 verschiedene Planeten (d.h. für 100.000 verschiedene Antwortfunktionen) jeweils

100-mal getestet, ob die Temperatur während drei Milliarden Jahren in einem lebensfreundlichen Bereich bleibt. Insgesamt fand TYRRELL lediglich einen einzigen Planeten, der in allen 100 Simulationen während 3 Milliarden Jahren lebensfreundlich blieb. Über alle Simulationen gemittelt zeigten 1,45 % aller Testläufe einen stabilen Temperaturverlauf. TYRRELL schließt daraus, dass sowohl Glück als auch eine passende Antwortfunktion für ein stabiles Klima notwendig sind.

Die Resultate von TYRRELL bekräftigen, dass ein über Milliarden Jahre lebensfreundliches Erdklima keine Selbstverständlichkeit ist. Lediglich ein kleiner Teil der von ihm simulierten Planeten ist dauerhaft lebensfreundlich, ein typisches Beispiel von Feinabstimmung. Wie TYRRELL in seiner Publikation ausführlich bespricht, hängen die numerischen Resultate natürlich stark von den gewählten Simulationsparametern ab. Wenn man bedenkt, dass TYRRELL immer von einer geeigneten Starttemperatur ausgeht und dass eine passende Temperatur nur eine von ganz vielen notwendigen Voraussetzungen für Leben ist, lassen seine Resultate erahnen, wie unwahrscheinlich es ist, dass ein Planet während Milliarden Jahren ein lebensfreundliches Klima besitzt. In seiner Publikation kritisiert TYRRELL, dass die Rolle glücklicher Umstände in vielen Publikationen zum Thema Klimastabilität gar nicht erwähnt wird. Die Möglichkeiten, dass das günstige Erdklima auf Design zurückzuführen oder dass Leben vielleicht gar nicht Milliarden Jahre alt sein könnte, bleiben jedoch auch bei ihm außerhalb des Blickfelds.

[TRÜB P (2015) Der bewohnbare Kosmos – Die Feinabstimmung der Naturgesetze als Hinweis auf einen Schöpfer-Gott. www.wort-und-wissen.org/artikel/kosmos-feinabstimmung-naturgesetze-schoepfer • TYRRELL T (2020) Chance played a role in determining whether Earth stayed habitable. *Communications Earth & Environment* 1, 61. doi:10.1038/s43247-020-00057-8 • WIDENMEYER M (2019) Das geplante Universum. Wie die Wissenschaft auf Schöpfung hindeutet. SCM Hänssler] P. Trüb