

Grundlagen der Astrobiologie

Vorläufiges aus der Theorie-AG

Rainer E. Zimmermann

Obwohl die Kosmologie Einsteins von Beginn an so eingerichtet ist, daß die Existenz außerirdischen Lebens fast schon trivial erscheint – weil doch bereits das Kosmologische Prinzip, axiomatischer Ausgangspunkt aller nachfolgenden Überlegungen, sicherstellt, daß die *Physik überall im Universum als gleich angesehen* werden kann – stand die Suche nach außerirdischem Leben im vorigen Jahrhundert nicht gerade im Vordergrund der Forschung. Bestenfalls noch die Mitglieder des SETI-Projektes haben sich mit der Fragestellung beschäftigt, freilich mit dem Schwerpunkt auf außerirdischen *intelligenten* (man kann durchaus sagen: menschlichen) Lebewesen. Allerdings versteht es sich dabei von selbst, daß intelligentem Leben rein evolutionstechnisch zahlreiche andere Lebensformen vorangehen müssen, so daß deren Beobachtung und die Beobachtung ihrer planetaren Bedingungen eine Voraussetzung dafür sind, um im Sinne des SETI-Projektes weiter vorgehen zu können. Erst in den neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts hat die Forschung in diesem Zusammenhang Fahrt aufgenommen, nachdem zahlreiche Planeten außerhalb unseres Sonnensystems entdeckt worden sind, darunter etliche, die imstande wären, Leben zu tragen. Allmählich hat sich dann das Interesse an diesem Thema verstärkt, und dieses wurde im übrigen auch wieder auf das eigene Sonnensystem zurückgelenkt. Dieser Tage befindet sich sogar ein Rover auf dem Mars, dessen wesentliche Aufgabe an die Suche nach Lebensspuren geknüpft ist.

Die Theorie-AG in der WFS hatte sich mit Blick auf diese Entwicklung bei ihrer Gründung 2019 im Nachgang zu einem einjährigen Kurs über theoretische Physik als Schwerpunkt eher die *physikalischen Grundlagen der Astrobiologie* vorgenommen. Vor allem auch deshalb, weil sich schnell herausgestellt hat, daß das Nachdenken über Lebensformen auch viel mit Struktur und Evolution der ganzen Biosphäre zu tun hat, so daß insbesondere auch die Wechselwirkung von Lebensformen, Vegetation, Klimaverhältnissen und Energiesituation in Rechnung gestellt werden muß. Und diese Fragen haben kürzlich auch in ökonomischer und politischer Hinsicht neuerlich an Bedeutung gewonnen. In der AG ist das Thema zunächst auf die Physik hin zugespitzt worden: So zeigt sich alsbald, wie schon angedeutet, daß Leben im Universum eher die Regel ist und kein Sonderfall. Somit stellt sich die Evolution im Grunde als etwas dar, was weniger durch eine kontinuierliche Entwicklung, als vielmehr durch *qualitative* Sprünge gekennzeichnet ist: Es gibt offensichtlich wesentliche Übergänge von physikalischen zu chemischen, biologischen, soziologischen Strukturen. Insofern verwundert es nicht, daß die tradierte Arbeitsteilung in den Wissenschaften der letzten beiden Jahrhunderte eine fachliche Abgrenzung bewirkt hat: die aber nicht wirklich ganz präzise vorgenommen werden kann, weil es immer auch Überschneidungen und Ausnahmen gibt. Die Einführung von Übergangsdisciplinen (physikalische Chemie, Biochemie usw.) ist dabei nur eine vorübergehende, aber keine wirklich befriedigende Lösung.

Mithin leuchtet die fundamentale Rolle der Physik zwar unmittelbar ein. Aber die weitergehenden, auf andere Fächer verweisenden Definitionen sind noch nicht wirklich etabliert. Die Frage: Was ist Leben? etwa verlangt nach einer definitorischen Präzision, die noch nicht gegeben werden kann. Dieses Schicksal teilt sie mit der ähnlichen Frage: Was ist Bewußtsein? Ganz zu schweigen von der umfassenden Frage: Warum gibt es überhaupt etwas und nicht vielmehr nichts? (Spätestens seit Schelling eine maßgebliche Fragestellung in der Philosophie.) Mittelbar verweisen also Fragen der physikalischen Grundlegung sofort auch auf Fragen der philosophischen – zumindest der erkenntnistheoretischen – Grundlegung. Und eine stringente Bearbeitung des Themas ist genuin interdisziplinärer Natur.

Leider sind die regelmäßigen Veranstaltungen der AG seit mehr als einem Jahr wegen der grassierenden Pandemie ausgesetzt worden, und es haben nur wenige, sporadische Kontakte stattgefunden. Insofern ist auch das ursprüngliche Projekt, nämlich einen Band mit gesammelten Beiträgen zum Thema herauszubringen, nicht umgesetzt worden. Was Erweiterun-

gen angeht, gibt es zwar einen entsprechenden Link auf der Seite der deutschen Gesellschaft für Astrobiologie, bei dem es aber leider noch nicht gelungen ist, einen Übersichtstext einzustellen. Im übrigen hält sich die Resonanz in engen Grenzen, denn Fragen der theoretischen Grundlegung stehen nicht gerade im Mittelpunkt der Gesellschaftsaktivitäten. Ich bereite gerade jetzt eine Schwerpunktnummer der Zeitschrift „Philosophies“ (mdpi) vor (The Meaning of Life in the Universe), an der nur ein Teilnehmer der AG und ein weiteres Mitglied der Gesellschaft für Astrobiologie teilnehmen. [1] Die übrigen Teilnehmer am Schwerpunkt stammen aus dem Naturphilosophie-Projekt, das vom Institut für Design Science (www.designscience.de) betreut wird. Zumindest ist es zu meiner Freude gelungen, zusätzlich eine der bedeutendsten einschlägigen Forschungsgruppen für die Schwerpunkt-Nummer zu gewinnen (Düsseldorf, Leitung: William Martin).

Einerseits stellt also gerade die immanente Interdisziplinarität des Themas ein Hindernis für die Attraktivität dar, andererseits bedarf es auch physikalischer (und mathematischer) Voraussetzungen. Außerdem liegt die verfügbare Literatur zum Thema vorwiegend in englischer Sprache vor. [2] Auch das verlangt nach einiger zusätzlicher Mühe. Gleichwohl hoffen wir darauf, die Arbeit neuerlich anlaufen zu lassen, wenn ersteinmal wieder Präsenzveranstaltungen stattfinden können. Eine dauerhafte Reise in die Zoom-Welt erscheint doch eher wenig aussichtsreich.

Was bedeutet es also, in einer solchen interdisziplinären Ausrichtung nach dem „Sinn des Lebens“ zu fragen? Und wie ist der bisherige Erkenntnisstand?

Die Idee ist im wesentlichen, ausgehend von einer Definition Wittgensteins, *die Bedeutung von etwas in seiner Funktion* zu sehen: Das heißt, die Bedeutung des Lebens im Universum wäre mithin die Funktion, welche das Leben durch seine Existenz ausübt. Wenn man dann insbesondere nach den physikalischen Grundlagen des Lebens fragt, muß man zugleich fragen, was das Gemeinsame in den vielfältigen Strukturen ist, die im Universum beobachtet werden können. Die oberflächliche Orientierung an auffälligen Ähnlichkeiten reicht dabei nicht aus, denn wenn man zum Beispiel die gängige Definition des Lebens einfach auf Bereiche der Chemie oder Physik ausdehnt – weil man letztlich immer Strukturen auffinden kann, welche die eine oder andere Eigenschaft des Lebens gleichfalls aufzuweisen imstande sind (in ihrem Lehrbuch geben Schulze-Makuch und Irwin [3] dafür etliche Beispiele) – dann wäre praktisch alles lebendig und damit wiederum auch nichts. Das heißt, die Trennschärfe der Definition ginge verloren. Es zeigt sich schnell, daß der *Systembegriff* hier Abhilfe schaffen kann: Wenn wir zum Beispiel meine eigene Definition heranziehen [4, pp. 27, 37], dann nennen wir *System* ein *Netzwerk interagierender Agenten*, die einen Raum mit einem wohldefinierten Rand produzieren, der offen ist im Sinne der Thermodynamik. *Agenten* sind dabei selbst Systeme, die *autonom* genannt werden, wenn sie sich selbst reproduzieren und imstande sind, mindestens einen thermodynamischen Arbeitszyklus zu vollführen. Wir folgen hier in der Hauptsache dem Vorgehen von Stuart Kauffman. [5]

Bei dieser Definition ist, wie man sehen kann, wenigstens immer schon die *Gültigkeit der Thermodynamik* vorausgesetzt. Mit anderen Worten: Es sind die bekannten Erhaltungssätze, welche den Mindestrahmen für Systeme abstecken. Diese sind also nicht weiter hintergebar, wenn es um die Grundlagen der Physik (und des Restes) geht. Der Systembegriff ist hier offensichtlich der Allgemeinbegriff; die Qualität der Systeme, unter anderem auch die Frage betreffend, ob Systeme lebendig sind bzw. sein können oder nicht, bestimmt sich aus der Art der Agenten und ihrer Wechselwirkungen. Die Funktionen der Teilsysteme zielen hierbei vor allem auf die Maximierung von Systemkomplexität.

Vergleichen wir nun mit der Definition, wie sie Lee Smolin gegeben hat [6, p. 156]: *Ein lebendes System ist ein selbstorganisiertes Nicht-Gleichgewichts-System, derart, daß seine Prozesse durch ein Programm bestimmt werden, das symbolisch gespeichert ist, und das sich und das Programm reproduzieren kann.* Teilweise ergänzen die Definitionen einander. Zumindest widersprechen sie einander nicht. Gemeinsam ist ihnen der große Grad an Allgemeinheit. Wenn die Systemorganisation vor allem auf die Interaktion der Agenten zurückzuführen ist, könnte man

im Grunde alle Systeme, auch einfache physikalische, als lebendig bezeichnen, weil bereits die (den Erhaltungssätzen gemäße) mögliche und *durchaus strategische* Auswahl von Prozeßvarianten als Vorstufe von Bewußtheit aufgefaßt werden kann (verstanden als Wahrnehmung von Abgrenzung zwischen individuellem System und seiner Umwelt).

Wir sehen also immer deutlicher, wie stark unser Verständnis von Leben an die menschliche Perspektive gebunden ist. Wir können ohne Zweifel einfach durch Konvention festlegen, daß ein System genau dann als lebendig bezeichnet wird, wenn die Agenten Makromoleküle vom RNA- und DNA-Typ sind. Das trägt zwar einigen Aspekten Rechnung (beispielsweise sind dann Viren keine Lebensform in diesem Sinne, weil sie sich nicht selbst reproduzieren können), ist aber insgesamt nicht restlos befriedigend. Denn das, was Systeme ausmacht, vor allem im Hinblick auf die physikalischen Wechselwirkungen im Agentennetzwerk, gestattet doch zumindest einen Begriff von *Proto-Leben*, der bis in die Emergenz von Raum und Zeit selbst zurückverfolgt werden kann. Ähnlich kann man auch im Falle von *Proto-Bewußtsein* argumentieren. Aber eben dort liegt gerade das Problem, mit dem sich die AG befaßt.

1. Philosophical Aspects of Astrobiology. In: Rainer E. Zimmermann (ed.), *The Meaning of Life in the Universe*. Special Issue, *Philosophies* (mdpi) 2021, 6, in print.
2. A Conceptual View onto the Physical Foundations of Astrobiology. *Leibniz online* 39, 2020, 1-28. (Ich habe diesen Aufsatz teilweise auf Deutsch wiedergegeben in meinem Buch: *Metaphysik als Grundlegung von Naturdialektik*. wvberlin, 2020, 271-353.)
3. Dirk Schulze-Makuch, Louis N. Irwin: *Life in the Universe*. 3rd ed., Springer, Berlin, Heidelberg, 2018.
4. Rainer E. Zimmermann: *Metaphysics of Emergence*. Part 1: On the Foundations of Systems. xenomoi, Berlin, 2015.
5. Stuart A. Kauffman: *Investigations*. Oxford University Press, 2000.
6. Lee Smolin: *The Life of the Cosmos*. Oxford University Press, 1997.