

Habt ihr schon gewusst 306 ... Anthropische Prinzip

Eine aus Schülersicht höchst interessante Frage lautet in verschiedenen Klassenstufen immer wieder:

Warum ist unsere Welt gerade so, wie sie ist?

Für viele SuS ist es eine erstaunliche Mitteilung, wenn wir Physiklehrkräfte auf diese Frage keine Antwort haben – bzw. genauer: Dass die Physik an der Beantwortung dieser Frage kein Interesse hat ... Dass diese Frage überhaupt nicht in die Physik gehört ... Dass man mit dieser Frage die Grenzen der Physik überschreitet ...

Wollen wir aber einen motivierenden Physikunterricht arrangieren, sollte man dieser Frage selbstverständlich nicht ausweichen. Ein geeignetes Feld für solche motivierenden interdisziplinären Unternehmungen sind die Diskussionen um das **Anthropische Prinzip**. Das ist die Bezeichnung für verschiedene Diskussionen, Ideen, Ansätze, philosophische Thesen, die erklären wollen, warum unser Universum gerade so ist, wie es ist ... bzw. warum die Welt gerade so ist, dass die Existenz des Menschen darin eine wesentliche Rolle spielt.

Anthropische Argumentationen gehen zunächst auf Astrophysiker und Kosmologen zurück, dann findet man sie in der Wissenschaftstheorie und Philosophie.

Als einen Ausgangspunkt könnte man die Formulierungen von **Freemant Dyson** nehmen: *„Wenn wir in das Universum hinaus blicken und erkennen, wie viele Zufälle in der Physik und in der Astronomie zu unserem Wohle zusammen gearbeitet haben, dann scheint es fast, als habe das Universum in gewissem Sinne gewusst, dass wir kommen.“*

Oder nach **Arthur Schopenhauer**: *„Nun ist diese Welt so eingerichtet, wie sie sein musste, um mit genauer Not bestehen zu können; wäre sie aber noch ein wenig schlechter, so könnte sie schon nicht mehr bestehen.“*

Der physikalische Hintergrund: Schon kleine Abweichungen in den Anfangsbedingungen des Universums oder nur extrem kleine Variationen in den Naturkonstanten hätte zwangsläufig dazu geführt, dass sich in unserem Universum kein Leben hätte entwickeln können ... zumindest kein Leben in dem Sinne, wie wir es kennen.

Der Antwort auf diese große Frage könnte man sich vielleicht durch eine kleinere Frage nähern – sollte man meinen:

Frage I: Warum hat der Raum um uns drei makroskopische Dimensionen?

Hätte der Raum mehr als drei „sichtbare, aufgeklappte, makroskopische Dimensionen“, dann gäbe es keine stabilen Planetenbahnen ... und es gäbe keine komplexen Neuronalen Netze ... Also gäbe es keinen „Menschen“ (kein neuronales Netz), der diese Frage stellen könnte! ¹

Aussage **A**: Der Raum hat genau drei makroskopische Dimensionen

Aussage **B**: Leben im biologischen Sinne ist möglich

Der Raum hat keine drei Dimensionen und deshalb ist biologisches Leben nicht möglich ist also folgende Aussage:

$$\neg A \rightarrow \neg B \dots$$

und diese Aussage ist äquivalent mit

$$B \rightarrow A$$

Also ... aus dem Vorhandensein von biologischem Leben – wie wir es kennen – können wir schließen, dass der makroskopische Raum drei Dimensionen haben muss. Allerdings klärt das in keiner Weise die Frage: *„Warum hat der Raum drei makroskopische Dimensionen“* – sofern wir nicht wissen, warum es in unserem Universum „biologisches Leben“ gibt ... womit wir wieder bei der „anthropischen Ausgangsfrage“ wären.

Frage II: Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit für die Entstehung von Leben?

Die fundamentale Frage lautet also: Warum hat unser Universum unter vielen möglichen denkbaren Anfangsbedingungen und unter allen denkbaren Werten der fundamentalen Naturkonstanten gerade die wenigen, die biologisches Leben möglich macht?

Berechnet man die Wahrscheinlichkeit für menschliches Leben nach folgender Formel:

$$p_{(\text{Leben})} = \frac{\text{Menge der Werte bei denen Leben möglich}}{\text{Menge der möglichen Werte}}$$

¹ schon in der SI kann man das „Flächenland“ diskutieren und zeigen, welche Dinge in unserem „biologischen Leben“ in diesem Flächenland nicht möglich wären.

... dann erhalten wir eine verschwindende Wahrscheinlichkeit. ²

Schwaches anthropisches Prinzip

Die Definition dieses „schwachen anthropischen Prinzips“ lautet: „Weil es in diesem Universum Beobachter gibt, muss das Universum Eigenschaften besitzen die die Existenz dieser Beobachter zulassen.“

Starkes anthropisches Prinzip

„Das Universum muss in seinen Gesetzen und in seinem speziellen Aufbau so beschaffen sein, dass es irgendwann unweigerlich einen Beobachter hervorbringt.“ ...

Dieser Formulierung müsste ein Physiker sehr skeptisch gegenüber stehen. Denn seit Kopernikus wissen wir, dass jede gedankliche Struktur, die uns Menschen in das Zentrum des „Weltgeschehens“ stellt, unweigerlich falsifiziert wurde. Rom steht nicht im Mittelpunkt einer Erdscheibe, Rom steht „irgendwo“ auf einer Erdkugel ... die Erdkugel steht nicht im Zentrum des Universums, sie kreist um eine Sonne ... die Sonne steht nicht im Zentrum des Universums, sie dreht sich um ein schwarzes Loch in der Mitte der Milchstraße ... die Milchstraße steht nicht im Zentrum unseres Universums, sie ist eine unter vielen Galaxien in der lokalen Gruppe ...

Wir sind unbedeutende Beobachter – ein „Staubkorn in der Weite des Alls“ ☺

Kehren wir zur Ausgangsfrage zurück, gibt es unterschiedliche Deutungen

Frage III: Welche Deutungen gibt es?

Design-Deutung

... diese passende Feinabstimmung der Anfangsbedingungen und Naturkonstanten wird als Hinweis auf einen „außerweltlichen Konstrukteur“ gedeutet. An diese Variante eines „Gottesbeweises“ kann man glauben ... oder nicht. Man sollte aber deutlich betonen, dass es kein „Beweis“ im naturwissenschaftlichen Sinne ist ... DENN Beweise in diesem Sinn gibt es in der Physik prinzipiell nicht ... UND da es in diesem Segment der Meinungen auch keine Experimente gibt, die Vorhersagen falsifizieren oder verifizieren, hat man die Physik deutlich in Richtung „Glauben“ verlassen.

In dieser Interpretation löst sich die Fragen schlicht auf, denn „die Welt ist so, weil sie der Konstrukteur so geschaffen hat, wie sie ist“.

Idealistische Interpretation

... in dieser Interpretation geht man von der Grundidee aus, dass Beobachter prinzipiell notwendig sind, um das Universum in die Existenz zu rufen ... Gäbe es keine Beobachter, dann gäbe es auch kein Universum. Diese Interpretation stützt sich auf quantenmechanische Überlegungen, in denen die Wellenfunktion durch den Messprozess – also einen Akt eines Beobachters – kollabiert und aus den Superpositionen der Möglichkeiten die Realität entsteht, die wir wahrnehmen.

Auch diese Interpretation löst die Ausgangsfrage – denn wenn ein Beobachter B für die Entstehung des Universums eine notwendige Voraussetzung ist, dann ist die Welt dreidimensional ... und so, wie sie eben ist ... wäre sie nämlich nicht so, gäbe es keinen Beobachter und sie könnte auch nicht entstehen.

² Wie extrem eng der Variationsbereich für ein $p(\text{Leben}) > 0$ ist, kann man an verschiedenen Stellen im physikalischen Hintergrund festmachen:

Sommerfeldsche Feinstrukturkonstante ... Die Definition dieser Konstanten ist $\alpha = e^2/2\pi\hbar c_0/\epsilon_0$... hierbei ist e die elektrische Elementarladung, \hbar die Plancksche Konstante, ϵ_0 die elektrische Feldkonstante und c_0 die Lichtgeschwindigkeit. Diese Konstante α hat den Wert $7,297\,352\,537\,6 \cdot 10^{-3} \approx 1/137$. Diese Konstante (elektromagnetische Kopplungskonstante) beschreibt die Wahrscheinlichkeit, mit der z.B. ein Photon (Austauschteilchen bei elektromagnetischer Wechselwirkung) mit einem Elektron wechselwirkt. So z.B. bestimmt α die Photoemission aus Atomen und die Stärke der Kräfte zwischen elektrischen Ladungen.

Würde diese Konstante α nur wenige Prozent von dem obigen Wert abweichen, wäre die Entstehung von Leben nicht möglich. Wäre α nur wenig größer als $1/137$, wären alle Sterne so genannte rote Zwerge. In einem roten Zwerg fusioniert Wasserstoff nur zu Helium. Die Fusion von Helium zu höheren Elementen findet nicht statt ... es gäbe also keine Supernovaexplosionen ... und in unserem Universum gäbe es nur die beiden Elemente „Wasserstoff“ und „Helium“ ... also ganz schlechte Voraussetzungen für die Entstehung von biologischem Leben.

Wäre α nur wenig kleiner als $1/137$, wären alle Sterne blaue Riesensterne, die nur eine kleine Lebenszeit haben ... sodass eine Entwicklung von biologischem Leben bis hin zum Menschen in Milliarden von Jahren nicht möglich wäre.

Vielwelttheorie

Die Grundidee in dieser Interpretation besteht darin, dass alle Variationen der Anfangsbedingungen und der möglichen Naturkonstanten in einer Vielzahl von Universen tatsächlich realisiert sind. In der überwiegenden Anzahl dieser Universen – siehe obige Ausführungen – gibt es kein Leben. In ganz wenigen Universen gibt es biologisches Leben auf niedrigerer Stufe ... in einigen Universen gibt es Leben auf einer höheren Stufe ... und vielleicht in nur einem Universum gibt es Leben auf der aktuellen Entwicklungsstufe unserer Erde.

Wie bei einem Lottogewinn, steht es auch mit unserem Universum. Die Wahrscheinlichkeit für einen Lottogewinn ist ebenfalls klein – und doch gibt es jedes Wochenende einen oder mehrere Glücklichen ... ³

Diese Interpretation beantwortet die Ausgangsfrage ebenfalls – denn wir leben zwangsläufig in dem Universum, in dem wir leben ☺

Literatur | Recherche

- ☐ http://de.wikipedia.org/wiki/Anthropisches_Prinzip
- ☐ http://www.kreudenstein-online.de/Religionskritik/Gottesbeweise_Teil7.htm
- ☐ http://www.der-kosmos.de/anthropisches_prinzip.htm

Arbeitsauftrag

S. W. Hawking sagt:

- *The answer to the question 'why is the universe isotropic?' is 'because we are here.'* ◀
- *Since if we were not here, one can say, in a sense, that the isotropy of the Universe is a consequence of our experience.* ◀

[01] Übersetzen Sie die Zitate von S. W. Hawking.

[02] Interpretieren Sie diese Zitate auf dem Hintergrund der obigen Informationen ... und weiterer Recherchen.

[03] Planen, organisieren und führen Sie eine Präsentation der Teamergebnisse durch.

³ ... ähnliche Verhältnisse ist die Grundlage für jedes Menschenleben ... man muss sich nur vorstellen, wie viele Samenfäden bei einer Befruchtung auf die Reise geschickt werden ... und nur einer gewinnt ... also ist jedes Kind ein wahnsinniger Glückspilz ... denn die Wahrscheinlichkeit für seine Entstehung ist fast „vernachlässigbar“ klein.