

Zufall, Notwendigkeit oder Geist?

Die mathematisch-naturgesetzliche Grundordnung der Welt

Markus Widenmeyer

Stand: 3. 1. 2015



Studiengemeinschaft Wort und Wissen

www.wort-und-wissen.de/artikel/a18/a18.pdf

Zufall, Notwendigkeit oder Geist? Die mathematisch-naturgesetzliche Grundordnung der Welt

Cum Deus calculat et cogitationem exercet fit mundus¹

GOTTFRIED WILHELM LEIBNIZ

Inhalt

1 Einleitung.....	1
2 Was ist Ordnung?	3
2.1 Beispiele: Die Varianten der Feinabstimmung.....	3
2.2 Die statistische Definition von Ordnung.....	4
2.3 Ein zu radikaler Ansatz?.....	6
2.4 Merkmale geordneter Systeme.....	7
3 Die Nomizität und Mathematizität.....	8
3.1 Naturgesetze	8
3.2 Ein statistisches Atommodell	11
3.3 Mathematizität.....	12
4 Naturalistische Erklärungsansätze.....	13
4.1 Keine Erklärung nötig?	13
4.2 Notwendigkeit?	14
4.3 Multiversum?	14
4.4 Fundamentalere Physik?	15
4.5 Viele Möglichkeiten geordneter Universen?.....	16
5 Geist.....	17
Literatur.....	18

Zusammenfassung

Bereits physikalische Feinabstimmungsargumente liefern kraftvolle Argumente gegen eine atheistische Weltsicht. Diese Feinabstimmung sitzt jedoch wiederum auf einer noch fundamentaleren und dabei riesigen Ordnung auf, die von Naturalisten für Erklärungsversuche meist völlig unproblematisiert in Anspruch genommen wird: Die Tatsache der Naturgesetze überhaupt, im Sinne eines kontinuierlichen und berechenbaren Verhaltens der Naturgegenstände nach

¹ Indem Gott rechnet und seine Gedanken umsetzt, entsteht die Welt.

grundlegend einfachen mathematischen Funktionen. Dieser Ordnungsaspekt der naturgesetzlich-mathematischen Grundordnung soll hier mittels eines statistischen Ansatzes beschrieben werden. Es zeigt sich, dass eine naturalistische Weltansicht keine Handhabe hat, diesen Ordnungsaspekt systematisch zu erklären. Dadurch zeigt sich der Naturalismus als extrem unwahrscheinlich. Die einzig denkbare systematische Erklärung ist teleologischer Art.

1 Einleitung

Für den Naturalismus ist das physikalische Universum alles, was es gibt. Folglich muss dieses Universum alle Ausstattungsmerkmale, die wir in der Welt vorfinden, auf Grundlage seiner selbst besitzen oder erworben haben. Ein zentrales Ausstattungsmerkmal ist die gewaltige Ordnung des Universums, die viele verschiedene Aspekte umfasst: Bekannte Beispiele sind die Ordnung, die wir an Lebewesen finden, oder die Feinabstimmung der Naturgesetze, ihrer Konstanten und die Verteilung der Masse-Energie. Ein orthodoxer naturalistischer Anspruch ist nun, alle Dinge innerweltlich erklären zu können und zwar ausgehend von der Tatsache der Naturgesetze. So behaupten STEVEN HAWKING und LEONARD MLODINOW, dass sich das Universum selbst erschaffen kann und wird, *weil es Gesetze wie die Gravitation gibt*.² Der Philosoph und Physiker ROBIN COLLINS schreibt über die zunehmende Akzeptanz der Naturgesetze als Erklärung für die Ordnung des Universums:

„Ganz allgemein haben diese Versionen des teleologischen Arguments, die sich einfach auf die Ordnung des Universums berufen, seit dem Beginn der naturwissenschaftlichen Revolution an Kraft eingebüßt, je mehr sich Philosophen und Wissenschaftler damit begnügten, die Naturgesetze als hinreichende Erklärung der geordneten Abläufe des Universums zu verstehen – selbst dann, wenn sie sich für die Erklärung der Existenz dieser Gesetze immer noch auf Gott beriefen.“³

Sehen wir einmal unter anderem davon ab, dass das Konzept der Selbsterschaffung inkohärent ist und eine naturgesetzliche Erklärung für Geistiges und moralische Werte prinzipiell nicht möglich sein dürfte:⁴ In diesem Artikel möchte ich insbesondere darauf aufmerksam machen, dass mit einer Inanspruchnahme von Naturgesetzen oder mathematischen Prinzipien als Ausgangspunkt einer Erklärung ein ungeheures Maß an Ordnung unerklärt *vorausgesetzt* wird („weil es Gesetze gibt“) – und zwar unabhängig von klassischen Aspekten der Feinabstimmung. Unsere Beschreibungen der Naturgesetze *erklären nicht* die natürliche Ordnung, sondern bringen sie *zum Ausdruck*. Spätestens hier ist dann unmittelbar einsichtig, dass die Physik (bzw. die Naturwissenschaft) nicht geeignet ist, diese grundlegende Ordnung der Welt zu *erklären* – weil eben die Physik nur unter der *Voraussetzung* naturgesetzlicher Zusammenhänge arbeiten kann.

Nach einer überblicksartigen Darstellung der kosmischen Feinabstimmung schlage ich einen statistischen Ordnungsbegriff vor, der möglichst klar und robust sein soll. Ich begründe daraufhin, warum eine konsequente Anwendung dieses Ordnungsbegriffs hier gerechtfertigt und nötig ist. Daraufhin wird der Ordnungsbeitrag betrachtet, welcher der Gesetzesmäßigkeit (Nomizität) einschließlich der Mathematizität unseres Universums entspricht. Schließlich stelle ich mögliche naturalistische Ansätze vor, wie diese Ordnung erklärt werden könnte. Dabei wird deutlich, dass eine Lösung im Rahmen des Naturalismus aussichtslos erscheint.

² Siehe LENNOX 2011, 20.

³ COLLINS 2013.

⁴ WIDENMEYER 2014, 32-41; 110-111; 147-173; WIDENMEYER 2012.

2 Was ist Ordnung?

2.1 Beispiele: Die Varianten der Feinabstimmung

Das physikalische Universum erscheint in einem unvorstellbaren Maß geordnet. Wichtige Ausprägungen dieser Ordnung kommen in der Feinabstimmung einschließlich der ungeheuren Negentropie der physikalischen Welt zum Ausdruck. Dies sei im Folgenden knapp und überblicksartig ausgeführt:⁵

1. Naturkonstanten: Die Naturkonstanten sind genau in dem Wertebereich, den sie haben müssen, dass Leben und überhaupt eine komplexe Chemie möglich sind. Alle bisherigen Erklärungsversuche gelangen hierfür übereinstimmend zu extrem kleinen Wahrscheinlichkeiten für die beobachteten Naturkonstanten. Es ist zumindest bislang nicht gelungen, den physikalisch „möglichen“ Wertebereich sinnvoll einzugrenzen;⁶ theoretisch ist aber nichts in Sicht, was diesen Wertebereich einschränken würde (die Wahrscheinlichkeit, dass ein Wert im „richtigen“ Bereich ist, wäre dann sogar null!). Insbesondere potenziert sich die Unwahrscheinlichkeit, dass die Naturkonstanten *in ihrer Gesamtheit* durch Zufall so sind, wie sie sind (und für Leben sein müssen), auf hyperastronomische Größen.

2. Grundarchitektur der Naturgesetze: Unabhängig von diesen Konstanten gibt es ein komplexes Gerüst an physikalischen Grundgesetzen, das überhaupt erst prinzipiell die Existenz von Atomen, Molekülen oder nennenswerten Materieansammlungen wie Himmelskörper möglich macht. ROBIN COLLINS regte dazu ein Gedankenexperiment an: Gehen wir zunächst von einem Universum aus, das Energie- und Impulserhaltungsgesetze beinhaltet, den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik und drei Grundpartikel mit den Massen des Protons, Neutrons und Elektrons. Auf dieser Grundlage ist nun zu überlegen, welche Eigenschaften der Partikel und welche Gesetze nötig sind, um geeignete Bausteine der Chemie und schließlich des Lebens zu erhalten. Zunächst benötigen wir Prinzipien, um *Zerfälle der Partikel zu verhindern*.⁷ Geeignet hierfür sind spezielle Erhaltungsgesetze. Weitere spezielle Gesetze sind erforderlich, um auf eine geeignete Weise den *Zusammenhalt der Grundpartikel* zu garantieren. Das sind in der Realität die elektromagnetische Kraft, die für den Zusammenhalt aus Atomkern und Elektronen steht, und die starke Kernkraft, die den Zusammenhalt des Atomkerns (Protonen und Neutronen) ausmacht. Um geeignete Bausteine zu erhalten, muss die starke Kernkraft bei sehr kleinen Abständen sehr stark sein und dann rasch abnehmen. Bei etwas größeren Abständen muss dann die elektromagnetische Kraft dominieren. Diese Voraussetzungen sind aber noch nicht hinreichend. Denn die Stabilität des Atoms und die Möglichkeit chemischer Bindungen konnten erst mit dem Aufkommen der Quantenphysik verstanden werden. Es scheint ganz so zu sein, dass die abstrakte Struktur der Quantenmechanik nötig ist, damit es Atome und schließlich Atombindungen überhaupt geben kann. Schließlich benötigen wir unabhängig davon ein

⁵ Weiterführend: BARNES 2011; COLLINS 2013; COLLINS 2014; TRÜB 2014.

⁶ Genau genommen ist der Begriff einer physikalischen „Möglichkeit“ sinnlos, da die Physik eine empirische Wissenschaft ist und letztlich nur formallogisch widerspruchsfrei formuliert werden „muss“. Als empirische Wissenschaft beschäftigt sie sich mit dem, was tatsächlich vorliegt, nicht mit dem, was (metaphysisch) notwendig oder möglich ist.

⁷ Zerfälle würde es geben aufgrund einer Entropiezunahme, der wesentlichen Triebkraft natürlicher Prozesse. Um die Wirkung dieser Triebkraft zurückzuhalten, benötigen wir spezielle Prinzipien, die Zerfälle oder andere destruktive Reaktionen hemmen.

Prinzip, das größere Masseanhäufungen im Universum möglich macht.⁸ Dieses Prinzip ist die Gravitationskraft. Es dürfte kaum nötig sein zu erwähnen, dass die Grundarchitektur der Physik tatsächlich genau so beschaffen ist, dass es höhere Moleküle und schließlich Leben geben kann.

3. Negentropie: Ein weiterer Aspekt ist, dass zusätzlich zu den oben beschriebenen Ordnungsfaktoren die Masse-Energie des Universums eine höchst genau definierte Anordnung haben muss, damit es komplexere Formen der Materie überhaupt geben kann und Leben schließlich möglich ist. Das Maß für diese Ordnung nennen wir „Negentropie“, da „Entropie“ das Maß für Unordnung darstellt. (Es sei hierbei erwähnt, dass die physikalische Entropie bzw. Negentropie genau genommen nur in einem vorgegebenen Gefüge von Naturgesetzen definierbar ist.) Der Mathematiker und theoretische Physiker ROGER PENROSE hat den Wert der anfänglichen Negentropie des Universums auf eine Zahl von 10^x ; $x = 10^{123}$ geschätzt, was so zu deuten ist, dass nur einer von 10^x ; $x = 10^{123}$ möglichen Ausgangszuständen für ein Universum wie das unsere geeignet ist.⁹ Unabhängig davon, wie genau diese Schätzung ist und wie man sie letztlich physikalisch interpretiert, ist diese Größenordnung ein Anhaltspunkt für die unvorstellbare Ordnung unseres physikalischen Universums. Wie sähe die physikalische Welt mit maximaler Entropie aus? Es gäbe dort keine Atome, keine Moleküle, und erst recht keine Steine, Planeten, Sonnen und so weiter. Eine sehr hohe Entropie hat ein Zustand, bei dem ein großer Teil der Masse-Energie des Universums aufgrund der Gravitation zu einem riesigen schwarzen Loch verklumpt. Der Zustand höchster Entropie dürfte einer statistischen, (nahezu) gleichförmigen Verteilung der Masse-Energie in Form niederenergetischer Quanten entsprechen. Aber dass es dann überhaupt noch gegenständliche Dinge wie Quanten oder schwarze Löcher gäbe, liegt daran, dass es die Ordnung der Naturgesetze gibt.

2.2 Die statistische Definition von Ordnung

Ziel ist nun, einen robusten und klaren Begriff natürlicher Ordnung festzulegen. Hierfür ist Ordnung als eine *statistische Unwahrscheinlichkeit* eines Zustands anzusehen, der in sinnvoller Weise als geordnet definiert ist: Wie viele Möglichkeiten gibt es, das System so anzuordnen, dass der als geordnet definierte Zustand resultiert? Und wie viele Möglichkeiten gibt es, wie das System *überhaupt* beschaffen sein könnte?

Dazu definieren wir, dass ein Zustand Z_O (lies: „*Z*ORDNUNG“) eines Systems Y einen Ordnungsgrad o besitzt. Z_O ist über ein Merkmalsmuster S_O spezifiziert und Z_O besitzt einen bis zahlreiche Unterzustände, die alle S_O aufweisen. Der Ordnungsgrad ist definiert über die Anzahl *aller möglichen* Unterzustände, in denen sich Y überhaupt befinden kann, im Verhältnis zur Anzahl aller Unterzustände von Z_O . (Einfachheitshalber gehen wir davon aus, dass das System eine diskrete Menge an Zuständen besitzt.) Es gebe n_O Unterzustände von Z_O , die alle das Merkmalsmuster S_O aufweisen. Demgegenüber gibt es n_U Unterzustände, die Y *überhaupt* einnehmen kann; es gilt natürlich, dass $n_U \geq n_O$. Der Ordnungsgrad o eines geordneten Zustands Z_O ist dann n_U/n_O . Die Wahrscheinlichkeit p , dass das System diesen Zustand *zufälligerweise* besitzt, ist der Kehrwert davon, nämlich n_O/n_U . Wir können Ordnung also (grob) auch als Unwahrscheinlichkeit u bezeichnen, jedoch ist für deren Zahlenwert besser $1-p$ statt $1/p$ zu nehmen. Die hier verwendeten Ausdrücke „wahrscheinlich“ oder „unwahrscheinlich“ sind (bis auf Weiteres) formaler und statistischer Natur.

⁸ Die starke Kernkraft wirkt nur über sehr kurze Reichweiten; die elektromagnetische Kraft wirkt über größere Reichweiten ebenfalls nicht, da diese nur zwischen getrennten Ladungen wirkt, Ladungen aber über größere Reichweiten weitgehend ausgeglichen sind.

⁹ PENROSE 2004, 729.

Denn solche in diesem Sinne unwahrscheinliche Systeme sind höchst real. Die entscheidende Frage ist, woher sie ihre Ordnung jeweils aufgeprägt bekommen haben.

Zur Erläuterung des eingeführten Ordnungsbegriffs zwei Beispiele: Wenn wir fünf (unterscheidbare) Würfel werfen, gibt es 6^5 und damit 7776 mögliche Kombinationen überhaupt ($n_U = 7776$). Für den Zustand Z_p „Pasch“ (mit dem Merkmalsmuster, dass fünf gleichartige Ziffern vorhanden sind) gibt es $n_p=6$ Unterzustände (fünfmal die „1“ oder fünfmal die „2“ usw.). Der Ordnungsgrad eines Pasches ist somit $7776/6 = 1296$. Das heißt: Bei einem Werfen von fünf Würfeln resultiert ein Pasch mit der Wahrscheinlichkeit von 1 : 1296, wenn keine Manipulation oder andere systematische Beeinflussung im Spiel ist.

Ein anderes Beispiel ist, wenn wir 1000 Buchstaben in eine Reihenfolge bringen. Mit 26 Buchstaben und einem Leerzeichen gibt es 27^{1000} Kombinationsmöglichkeiten überhaupt ($n_U = 27^{1000}$). Für einen sprachlich sinnvollen Text in irgendeiner menschlichen Sprache gibt es n_S Kombinationen. Wir haben gute Gründe anzunehmen, dass n_S sehr viel kleiner als n_U ist, auch wenn die genaue Zahl nicht ermittelbar ist. Erstens hat Sprache vielfältige Spezifika (z.B. Grammatik, einen definierten Wortschatz und weitere Sinnkriterien); zweitens entspricht dies unserer Erfahrung: Wer 1000 Scrabble-Buchstaben zufällig in eine Reihe bringt, erfährt, dass er trotz zahlreicher Versuche keinen Text zustande bekommt. Die formale Wahrscheinlichkeit von sprachlichen Ausdrücken ist demnach sehr gering (also praktisch null). Sprache gibt es aber trotzdem und ist etwas sehr Häufiges, weil es Menschen gibt, deren Geist u.a. fähig ist, komplexe Symbolsysteme zu verstehen und anzuwenden.¹⁰

Eine engere Zustandsdefinition für einen geordneten Zustand des Universums ist: „Geordnet“ seien Zustände des Universums, die körperliches Leben ermöglichen. ROBIN COLLINS spricht z.B. von der Existenz von „ECAs“ (*embodied conscious agents*).¹¹ Eine breitere Definition wäre, dass es vielfältige und komplexe Formen der Materie geben kann (Chemie), sowie auch größere Anhäufungen der Materie. Wo wir nur den Ordnungsbeitrag der Naturgesetze und ihrer mathematischen Beschaffenheit *überhaupt* betrachten, sei unter „Ordnung“ verstanden: „Die Dinge im Universum verhalten sich kontinuierlich und berechenbar. Sie sind mittels relativ einfacher Gesetze und mathematischer Funktionen beschreibbar.“

Natürlich ist nicht zu erwarten, man könne die Ordnung des Universums wirklich genau quantitativ ausdrücken. Entscheidend ist vielmehr, dass wir dieses *Konzept* der Ordnung gedanklich zugrundelegen. Im Blick steht das Verhältnis der Anzahl der Unterzustände n_O eines Universums mit z.B. naturgesetzlich-mathematischer Struktur zur Anzahl der Unterzustände (n_U), wie eine materielle

¹⁰ An diesen Beispielen kann etwas Wesentliches deutlich gemacht werden, was nicht explizit in der gemachten Definition formuliert ist. Das genannte Merkmalsmuster S_O darf nicht ein rein formales sein, also eines, das kraft einer willkürlichen Definition festgelegt wurde. Man könnte z.B. eine sehr kleine Untermenge von 1000er Zufallsreihen von Buchstaben als zu einer Menge S_I zugehörig definieren. Formal wären die Anforderungen für Ordnung erfüllt: Wenig Unterzustände von S_I im Vergleich zur Summe aller möglicher Zustände des Systems und eine Merkmalsdefinition. Hier ist die Merkmalsdefinition aber eine rein formale oder äußerliche bzw. extensionale. Jeder beliebige Zustand könnte dadurch als „geordnet“ definiert werden. Aber offensichtlich gibt es einen Unterschied zwischen: „haiöfaieGaöfhisöa kcgefmasdvZefVezfgsl“ und „Am Anfang war das Wort und das Wort war bei Gott“ oder zwischen „8,63541930460183...“ und „3,14159265358979...“. Was wir für das Vorliegen von Ordnung benötigen, ist ein inneres Merkmal, das alle Unterzustände von Z_O besitzen, also ein intensionales Merkmal und somit ein Merkmal, das einem (einfachen oder komplexen) Begriff entspricht. Ein Pasch z.B. ist demnach eine Ziffernreihe, die das Merkmal hat, nur aus gleichartigen Ziffern zu bestehen. Die Zahl π ist als das Verhältnis von Kreisumfang zu seinem Durchmesser definiert. Ein Sprachsystem ist unter anderem durch Sprachregeln und Bedeutung definiert.

¹¹ COLLINS 2014, 1. Hier muss natürlich betont werden, dass Bewusstsein keine Funktion physikalischer Dinge sein kann.

Welt *überhaupt beschaffen* sein könnte. Dies wären zum Beispiel alle irgendwie denkbaren vierdimensional-raumzeitlichen Verteilungen von Masse bzw. Energie. Besser spricht man aber abstrakt von Datenpunkten, da die Begriffe „Masse“ und „Energie“ genau genommen nur im Rahmen ein speziellen naturgesetzlichen Ordnung definierbar sind. Bei diesem statistischen Ansatz wird methodisch von den Randbedingungen der Naturgesetze, die normalerweise nur ganz bestimmte raumzeitliche Anordnungen der Materie erlauben, abgesehen. Denn es geht ja darum, den Beitrag der Naturgesetze zur Ordnung der Welt zu betrachten.

2.3 Ein zu radikaler Ansatz?

Der statistische Ansatz kann ziemlich radikal wirken, wenn man ihn auf die naturgesetzliche Ordnung der Welt anwendet. Zum Beispiel wird die Tatsache, dass es Naturgesetze gibt, nicht als verhältnismäßig einfache Tatsache behandelt, sondern als eine höchst komplexe Tatsache, wonach unzählige Datenpunkte im Universum so verteilt sind, dass die Gesetze sie (wie zufällig) beschreiben. Gesetze haben hier eine bloß deskriptive (beschreibende) Funktion oder werden zumindest so betrachtet. Es wird also von jedem möglichen *systematischen* Zusammenhang unter den einzelnen Naturdaten abgesehen und der Zusammenhang der Daten statistisch betrachtet. Dies scheint aber im Rahmen des naturalistischen Paradigmas der richtige Ansatz zu sein.¹² Der Grund dafür ist eigentlich recht einfach: Sollte der Naturalismus wahr sein, müsste die *ganze* Ordnung der Natur aus ihr selbst heraus erklärt werden können. Dafür muss die der Natur innewohnenden Ordnung mit einem denkbar *maximal ungeordneten* Zustand verglichen werden. Sonst verbliebe ein *unerklärter Rest* an Ordnung. Ein solcher Rest wäre insbesondere die naturgesetzliche Regelmäßigkeiten bzw. die mathematische Struktur des Kosmos, die unerklärt in Anspruch genommen würde. Und dieser Rest entspräche in kosmischen Dimensionen, wie wir sehen werden, einer gigantischen Menge an Ordnung und einer entsprechenden Unwahrscheinlichkeit.

Es wird wohl eher *emotional* befremdend wirken, die Selbstverständlichkeit grundlegender Ordnungsaspekte der Welt konsequent zu hinterfragen. Zu sehr sind wir an die regelmäßigen Abläufe und die berechenbar und stetig zusammenhängenden Weltzustände gewöhnt. Diese Gewohnheit bedingt das Gefühl der Selbstverständlichkeit, wenn nicht gar eine (fehlgeleitete) Intuition der Notwendigkeit. Im Kontext von Propaganda hat GUSTAVE LE BON in *Psychologie der Massen* geschrieben:¹³

„Das Wiederholte befestigt so sehr in den Köpfen, dass es schließlich als bewiesene Wahrheit angenommen wird.“

Anzeichen solchen Gewohnheitsdenkens sind Floskeln wie z.B. „es ist doch klar, dass...“, „es kann doch nicht anders sein als...“, „es ist doch logisch, dass...“, „das ist ganz normal...“, „es ist einfach so...“.¹⁴ Das Gegenteil einer solchen Gewöhnung kann man „Reflexion“ nennen (das Zurückbeugen, Sich-Zurückbeziehen): Ein scharfes Nachdenken darüber, ob diese Selbstverständlichkeiten und Notwendigkeiten wirklich so selbstverständlich und notwendig sind, wie sie scheinen. Das heißt, wir sollten fragen: „Wie ist das begründet, was alle als selbstverständlich nehmen – ist es zwingend

¹² Ähnliches scheint dem Ansatz von RICHARD SWINBURNE zugrunde zu liegen: SWINBURNE 2006 47-65.

¹³ LE BON 1982, 88.

¹⁴ Diese seelische Disposition könnte in einigen Fällen Ursprung unserer Intuitionen von (scheinbaren) metaphysischen *Modalitäten* sein, also was wir als *notwendig* oder *unmöglich* ansehen.

begründet?“, „Warum sollte es nicht ganz anders sein können?“ oder „Was sind eigentlich die Bedingungen dafür, dass sich die Dinge so verhalten, wie wir es gewohnt sind?“

2.4 Merkmale geordneter Systeme

Das folgende Beispiel zeigt modellhaft einige wichtige Merkmale geordneter Systeme. Wir gehen dazu von Teilchen aus, die keine spezifischen Wechselwirkungen untereinander wie gegenseitige Abstoßung oder Anziehung eingehen, außer dass sie sich gegenseitig nicht durchdringen können. Ein Beispiel ist, wenn sich Teilchen der Sorte A mit Teilchen der Sorte B vermischen (Abbildung 1).

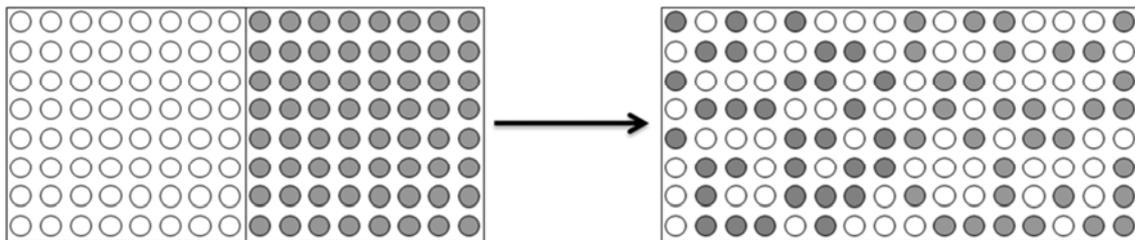


Abbildung 1: Ein geordneter Systemzustand im Vergleich zu einem ungeordneten.

Der geordnete Zustand (links) ist so definiert, dass sich in der linken Hälfte des Kastens nur weiße und in der rechten Hälfte des Kastens nur graue Kugeln befinden. Der Zustand rechts ist hingegen so definiert, dass hier die Kugeln völlig beliebig angeordnet sein können. Die Darstellung rechts zeigt natürlich nur einen einzigen Beispielfall des jeweiligen Zustands.¹⁵ Es gibt hier eine gewaltige Menge an Unterzuständen, die aber alle in Bezug auf diese Zustandsdefinition gleichartig sind. Dies sind hier rund 10^{37} Unterzustände.¹⁶ Das ist der Grad der Ordnung des links abgebildeten Systems, relativ zum rechten. Wir können dabei drei wichtige Merkmale solcher geordneten Systeme festhalten:

1. Es handelt sich selbst bei solchen relativ kleinen und einfachen geordneten Systemen um gewaltige Größenordnungen dieser formalen Unwahrscheinlichkeit.
2. Vergrößert man ein geordnetes System, indem man es lediglich verdoppelt (128 graue und 128 weiße Kreise sowie 256 Felder), erhöht sich in der Regel der Grad der Ordnung bzw. formalen Unwahrscheinlichkeit näherungsweise exponentiell auf ungefähr 10^{76} .
3. Zwar ist der rechte Zustand in Bezug auf die Kugelverteilung an den definierten Orten unspezifisch, das heißt, wir haben *diesbezüglich* eine maximale Unordnung. Trotzdem ist das System *überhaupt* immer noch sehr geordnet, z.B. was die Tatsache anbelangt, dass es überhaupt zwei Kästen und 32 graue und 32 weiße Kugeln gibt. Das heißt: Bei genauem Hinsehen sieht man oft, dass (relativ) ungeordnete Systeme dennoch wieder auf einer fundamentalen Ordnung „aufsitzen“, die immens sein kann, aber oft nicht thematisiert wird.

Anhand dieser Punkte wird leicht verständlich, dass unser Universum einen Ordnungsgrad besitzt, der jedes Maß an menschlicher Vorstellung weit übertrifft, was bereits der oben erwähnte, von ROGER PENROSE abgeschätzte Wert der Negentropie deutlich gemacht hat.

¹⁵ Wenn wir davon ausgehen, dass die weißen und die grauen Kugeln jeweils untereinander ununterscheidbar sind, gibt es links nur einen Zustand. Sonst gibt es links $(64!)^2$ und rechts $128!$ Zustände.

¹⁶ Die formale Wahrscheinlichkeit des ungeordneten Zustands relativ zum geordneten ist $128!/(64!)^2 = 10^{37}$ (z.B. „128!“ spricht „128 Fakultät“; dies ist das Produkt $1 \times 2 \times 3 \dots \times 128$).

3 Die Nomizität und Mathematizität

3.1 Naturgesetze

Naturgesetze sind Ausdruck dessen, dass sich die Dinge im Universum zueinander oder in der Zeit geordnet, berechenbar und stetig verhalten, seien diese Dinge Raum-Zeit-Punkte, Masse- oder Energieeinheiten, Atome oder noch komplexere Dinge.¹⁷ Naturgesetze sind dabei mathematisch formulierbar und sie entsprechen *relativ einfachen* mathematischen Zusammenhängen. Ein Beispiel ist die Kraft, die zwischen zwei physikalischen Entitäten vorhanden ist, und ihre Abhängigkeit von den Größen p und dem Abstandsquadrat a^2 ; p kann z.B. die Ladung oder die Masse der Gegenstände sein, C ist eine Konstante:

$$F = C \frac{p_1 \cdot p_2}{a^2}$$

Ist p eine Masse, gibt dieser Ausdruck die Gravitationskraft wieder, ist p eine Ladung, gibt er die Coulombkraft wieder. In Planck-Einheiten ist der Betrag von C im ersten Fall wesentlich kleiner als für den zweiten Fall.

Die Bedeutung der Naturgesetze kommt anschaulich dadurch zum Ausdruck, dass ohne sie überhaupt nicht mehr von einer (physikalischen) Realität oder von Dingen gesprochen werden könnte. Versuchen wir uns diese Ordnung¹⁸ einmal Schritt für Schritt wegzudenken. Ein noch relativ leicht vorstellbarer Fall wäre der, dass sich ein Gegenstand lediglich nach außen hin unregelmäßig und zufällig verhalten würde. Dies wäre zum Beispiel ein Stein, der sich im Schwerfeld der Erde grundlos und zufällig in irgendeine Richtung oder überhaupt nicht bewegen würde. Trotzdem gibt es noch den Stein und er ist nach wie vor innerlich sehr stark von Ordnung durchwaltet. Wäre auch das nicht mehr der Fall, dann könnte man gar nicht mehr von einem Gegenstand sprechen: Hörte die Ordnung, welche der Wechselwirkung zwischen den Atomen bzw. der chemischen Bindung zugrunde liegt, in einem Gegenstand auf zu existieren, dann löste sich der Gegenstand in einem Nu auf. Und gäbe es nicht die Ordnung innerhalb eines Atoms, dann gäbe es auch keine Atome. Weil es ohne Naturgesetze überhaupt keine physikalische Realität gäbe, gehören sie zentral zu dem, was eine Weltsicht mit ernsthaftem Wahrheitsanspruch zu erklären hat. Dies wird aber häufig nicht erkannt, weil die Funktion von Naturgesetzen in Bezug auf Erklärungen völlig falsch verstanden wird. Man meint, Naturgesetze würden (im Extremfall sogar *alles*) erklären, sieht aber nicht, dass sie ganz wesentlich *selbst* zu erklären sind.

Ein Aspekt davon ist, dass eine Erklärung mittels Naturgesetzen (und Randbedingungen) keinen *Erklärungsfortschritt* liefert im Hinblick auf die Erklärung der Ordnung der Welt. Ein Erklärungsfortschritt wäre, wenn ein formal unwahrscheinlicher Sachverhalt schlüssig auf einen signifikant wahrscheinlicheren Sachverhalt zurückgeführt wird. Auf die Frage zum Beispiel, warum sich massehaltige Körper anziehen, gibt es zwar eine physikalische Antwort, die auf die Gravitationskraft verweist. Dies stellt aber keine wirkliche Erklärung des hier relevanten Ordnungsaspekts dar. Denn die Gravitationskraft ist letztlich einfach nur Ausdruck des komplexen Phänomens, *dass sich massehaltige Gegenstände nach genauen Regeln anziehen*. Daran würde sich auch nichts ändern, falls das Gravitationsphänomen in noch systematischere und noch mehr

¹⁷ Wobei Masse-Energieeinheiten, Elementarteilchen und erst recht noch komplexere Dinge nur im Rahmen bereits vorhandener Naturgesetze definierbar sind.

¹⁸ Wobei mit der Demontage der naturgesetzlichen Ordnung auch die Ordnung der Negentropie verschwindet.

vereinheitlichende Konzepte in einer möglichen zukünftigen Physik integriert würde. Das Gleiche gilt natürlich für alle Kräfte und schließlich für alle physikalischen Grundbegriffe: Sie bringen systematisch zum Ausdruck, was (unter definierten Umständen) tatsächlich passiert. Sie sagen aber nicht, *warum* es passiert. Die Tatsache, dass die Physik die Naturphänomene systematisieren und auf vereinheitlichende Prinzipien zurückführen kann, ist faszinierend. Es ist aber ein gravierender Denkfehler zu meinen, dass dadurch eine *Erklärung* erfolgt sei.

Dazu drei Beispiele:

1. Wir stellen eines Tages fest, dass auf der Straße, in der wir wohnen, über ihre ganze Länge in weißer Farbe eine exakte Sinusfunktion aufgemalt ist. Die Erklärung dieses Sachverhalts kann offensichtlich nicht darin bestehen, dass man sagt: „Das Gesetz der Sinus-Funktion erklärt, warum diese aufgemalte Sinusfunktion vorhanden ist.“

2. Wir finden ein Bild vor, auf dem drei Farben nach einem Muster verteilt sind, das bereits augenscheinlich recht geordnet aussieht. Nachdem das Muster aufwendig und lange untersucht wurde, konnte mithilfe hochkomplizierter mathematischer Analyse festgestellt werden, dass die Verteilung der Farben bis in kleinste räumliche Bereiche hinein anspruchsvollen, aber einfachen mathematischen Regeln genügt. Würde man jetzt sagen: „Aha, jetzt wissen wir, warum das Bild so geordnet ist: Diese Regeln erklären das!“? Sicherlich nicht. Denn diese Regeln sind auch hier keinesfalls die *Erklärung* der Regelmäßigkeiten, sie sind *Ausdruck* der Regelmäßigkeiten, ja sie *sind* diese Regelmäßigkeiten. Eine solche „Erklärung“ entspräche der Tautologie: „Die Regelmäßigkeiten erklären, warum die Regelmäßigkeiten da sind.“

3. Kämen wir in einen Wald, in dem uns plötzlich vier Bäume in einer exakt quadratischen Anordnung auffallen, wäre dies erklärungsbedürftig. Bald aber stellen wir fest, dass *alle* Bäume in diesem Wald so angeordnet sind. Würden wir dann sagen: „Jetzt wissen wir, warum die vier Bäume so quadratisch angeordnet sind: *Alle* Bäume sind hier quadratisch angeordnet!“? Ganz offensichtlich ist auch das keine wirkliche Erklärung, denn auch hier gibt es keinen *Erklärungsfortschritt*.¹⁹ Der ganze Gehalt der „Erklärung“ (egal wie sie rhetorisch dargestellt sein mag) ist: „Es ist nun einmal generell so“.

Man könnte in solchen Fällen zwar dennoch auf eine natürliche Erklärung beharren, z.B. die Anordnung der Farben sei durch unbekanntes chemische Prozesse bedingt. Aber selbst wenn es eine solche Erklärung gäbe, würde man die Ordnung solcher Strukturen nur wieder auf eine tieferliegende, mathematisch-gesetzmäßige Ordnung zurückführen. Und die Struktur nomologischer, also auf Naturgesetze zurückgehender „Erklärungen“ ist genau dieser Art, wie wir es in den Beispielen angetroffen haben: „Ein Ding verhält sich so, weil sich solche Dinge (allgemein) so verhalten“ oder „ein Ding verhält sich so, weil es so (allgemein) beschrieben werden kann.“²⁰

Naturgesetzliche Erklärungen liefern aber nicht nur keinen Erklärungsfortschritt. Naturgesetze sind insbesondere selbst höchst geordnete und formal unwahrscheinliche Sachverhalte. Betrachten wir dazu als erstes ein vereinfachtes Modell unseres raumzeitlich vierdimensionalen Universums und

¹⁹ Natürlich könnte es – zumindest hypothetisch – in unserer Welt physikalisch formulierbare Gründe geben, warum ein solches Bild existiert oder warum Bäume in dieser Anordnung wachsen. Hier würde aber auf die immense naturgesetzliche Regelmäßigkeit plus Negentropie zurückgegriffen werden. Für echte kosmologische Erklärungen ist aber eine solche (physikalische) Ordnungsressource natürlich nicht mehr vorhanden.

²⁰ WIDENMEYER 2014, Abschnitt 5.1.

denken uns eine gestufte zeitliche Entwicklung des Universums. Man kann einen Teil seiner Ordnung bezüglich einer zeitlichen Entwicklung dann so beschreiben, dass jedem diskreten Zeitpunkt T_0 bis T_z ein Raumzustand R_0 bis R_z zugeordnet wird. (Jeder dieser zeitindexierten Raumzustände ist natürlich in sich wieder sehr komplex und geordnet, davon sei hier aber abgesehen.) In unserem tatsächlichen Universum folgt jedem Raumzustand R_N ein späterer R_{N+1} auf eine Weise, dass unter anderem ein vermutlich maximales Maß an Kontinuität, Stetigkeit und Regelmäßigkeit vorhanden ist. Nehmen wir als Kontrast dazu aber einmal an, ein Stein, der jetzt 2000 km von der Erde entfernt ist, befände sich gleich danach an irgendeinem Milliarden Lichtjahre entfernten Ort, dann kurz gar nicht mehr im (beobachtbaren) Universum, dann wieder irgendwo zwischen zwei fernen Galaxien usw.. Das erschiene uns absurd und wir würden sofort sagen, es wäre nicht „möglich“ – weil wir die tatsächlich vorhandene naturgesetzliche Ordnung gewohnt sind und sie als Denkbasis zugrundelegen. Wir sollten jetzt aber diese Gewohnheit und Denkbasis vorübergehend beiseitelegen, weil wir sonst den Beitrag einer naturgesetzlichen Ordnung nicht erfassen können. Tatsächlich wäre nämlich eine völlig unetige und beliebige Abfolge von Raumzuständen sehr viel wahrscheinlicher, was die folgende Tabelle andeutet.

Zeitstufen	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	Unterkustände	Unterkustände, allgemein
Ordnung	R_0	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	1	1
Zufall	R_4	R_1	R_0	R_5	R_2	R_6	R_3	$7!=5040$	$N!$

Tabelle 1: Geordnete und zufällige Abfolge von statischen Zuständen. Eine zufällige Abfolge ist weitaus wahrscheinlicher als eine geordnete.

Dies sind hier nur sieben Zeitstufen und der Ansatz beruht auf Vereinfachungen; klar dürfte aber sein, dass die Größenordnungen in kosmologischen Ausmaßen hyperastronomisch sind. Wer mit diesem rein statistischen Ansatz unzufrieden ist, muss eine klare *systematische* Erklärung liefern, warum nicht z.B. die Raumzustände $R_{137}-R_{8202}-R_{281}-R_{36}-R_{28647}-R_{630}$ usw. zeitlich aufeinanderfolgen, sondern tatsächlich $R_1-R_2-R_3-R_4-R_5-R_6$ usw.. Wie gesagt: Diese systematische Erklärung ist *nicht* dadurch bewerkstelligt, dass man sich auf die Naturgesetze beruft; dies wäre in entscheidender Hinsicht zirkulär.

Für eine andere Überlegung stellen wir uns das Universum am besten statisch vor als ein vierdimensionales System mit drei räumlichen und einer zeitlichen Dimension. Dies ist eine (größtenteils hypothetische) Abbildung des gesamten Universums während seiner ganzen Geschichte. Dem Zustand „keine Naturgesetze“ entspräche eine *völlig zufällige* Anordnung von Datenpunkten in diesem vierdimensionalen „Raum“. Im Zustand mit der Definition „Naturgesetze“ würden alle Unterkustände so beschaffen sein, dass die Anordnung von Datenpunkten durchgängig mittels mehr oder minder einfachen Regeln beschrieben werden kann. Außerdem ist hier weitgehend eine Stetigkeit entlang der Zeitdimension vorhanden. Es dürfte klar sein, dass der Zustand „Naturgesetze“ hyperastronomisch weniger Unterkustände besitzt als der Zustand „keine Naturgesetze“. Eine Erklärung der Naturgesetze müsste verständlich machen, warum nicht ein völlig unstrukturiertes Universum vorhanden ist, sondern eines, das wesentlich mittels Regeln beschrieben werden kann und dadurch hochgradig Berechenbarkeit und Stetigkeit aufweist.

Man sieht an den letzten beiden Beispielen auch gut, dass die Ordnung bzw. die formale Unwahrscheinlichkeit mit dem Umfang des Systems zunimmt, sei dieser Umfang zeitlich oder räumlich. Dies ergibt sich auch aus den Überlegungen aus Abschnitt 2.4. Naturalistische Konzepte, die z.B. von einem „Megaversum“, „Multiversum“ oder ewigen Universum ausgehen, vergrößern ihre Erklärungsnot anstatt sie zu verringern (s.u.). Es sei noch angemerkt, dass bei der Betrachtung des Umfangs der generellen naturgesetzlichen Ordnung Entropieaspekte mit eingeschlossen sind. Auch der Entropiebegriff ist nur sinnvoll definierbar im Rahmen einer konkreten naturgesetzlichen Ordnung.

Das Fazit ist hier: Die Naturgesetze sind keineswegs die *Erklärung*, sondern lediglich *Ausdruck* des stetigen, berechenbaren Verhaltens der physikalischen Welt und das sogar nach einfachen, höchst eleganten Prinzipien. Dass es sie gibt, ist ein formal höchst unwahrscheinlicher Sachverhalt. Fragen, die hier sinnvollerweise zu stellen sind, lauten etwa: „Wie kann es sein, dass es etwas gibt, das durch Gesetze beschrieben werden kann?“ „Wie wahrscheinlich ist es, dass die Welt ausgerechnet so ist, dass sie durch Gesetze beschrieben werden kann?“ Die Wahrscheinlichkeit, dass die richtige Antwort „es ist zufällig so“ oder „es ist einfach so“ lautet, erscheint hyperastronomisch gering.

3.2 Ein statistisches Atommodell

Hier soll modellhaft mittels des statistischen Ansatzes gezeigt werden, dass bereits einzelne Atome formal extrem unwahrscheinliche Gebilde sind. Auch hier sind naturgesetzliche und Entropieaspekte zusammengefasst. Physikalisch können Atome, natürlich sehr vereinfacht, als hochkonzentrierte Masseanhäufungen angesehen werden. Damit sind sie auch hochkonzentrierte Energieanhäufungen. Nach Einsteins Formel $E = mc^2$ sind Energie und Masse *äquivalent*.²¹ Die extreme Konzentration an Masse wird zum Beispiel darin deutlich, dass die Dichte des Atomkerns um rund Faktor 10^{14} größer ist als die Dichte der Stoffe, mit denen wir im Alltag zu tun haben. Er ist sogar um rund Faktor 10^{44} größer als die Dichte des heute bekannten Universums. Entsprechend ist die Energiedichte enorm: Könnte man ein Gramm eines beliebigen, aus Atomen aufgebauten Stoffes direkt in Wärmeenergie umwandeln, entspräche die dabei freigesetzte Wärmemenge der Verbrennung von etwa 3 Millionen Litern Benzin (plus der dazu nötigen 10 Millionen Kilogramm Sauerstoff). Es ist wichtig zu sehen, dass bei dieser Umwandlung weder Masse noch Energie verlorenght. Das, was sich bei diesem Vorgang entscheidend ändert, ist die Ordnung des Systems, hier konkret ein Anteil seiner Negentropie. Diese Ordnung, die unter anderem die atomare Struktur dieses Gramms Stoff ausgemacht hat, wird vernichtet und die Energie, die in hochkonzentrierter Form gleichsam eingeschlossen war, freigesetzt. In einem kleineren Umfang passiert dies bei Kernspaltungsprozessen und bei der Kernfusion des Wasserstoffs. Hier wird ein kleiner Teil der im System enthaltenen Ordnung zerstört und entsprechende Energiemengen freigesetzt.

Jetzt sehen wir aber von solchen physikalischen Beschreibungen ab und modellieren lediglich ein Atom als eine räumlich hochkonzentrierte Anhäufung einer nicht weiter spezifizierten (quasi-physikalischen) Substanz. Dazu betrachten wir die Verteilung von kleinen Paketen, welche entsprechende Substanzmengen (physikalisch: Energiemengen) darstellen, auf Raumeinheiten. Die

²¹ Naturphilosophisch betrachtet ist es klarer zu sagen, dass Masse und Energie wirklich *das Gleiche* sind. Denn die Konstante c^2 , die beide formal unterscheidet, ist letztlich nur durch das physikalische Einheitensystem und damit durch (historische oder praktikable) Konventionen bedingt. Ein weiterer Punkt ist, dass Energie und Masse nur dann strikt identisch (oder äquivalent) sind, wenn man Masse nicht nur als die Ruhmasse definiert. Das ist aber naturphilosophisch und für den hier diskutierten Sachverhalt irrelevant.

Ordnung ist umso größer, je konzentrierter die Pakete angehäuft sind, und am geringsten, wenn sie möglichst zufällig und damit auch (ungefähr) gleichmäßig verteilt sind. Abbildung 2 zeigt einen sehr einfachen Fall, bei dem ausgehend von einem Zustand einer relativ hohen Ordnung (links) Pakete möglichst zufällig auf alle Raumeinheiten zu verteilen sind. Ein ungeordneter Zustand, der rechts abgebildet ist, ist um rund Faktor 10^{18} wahrscheinlicher als ein geordneter Zustand, wie er links abgebildet ist. Auch hier gilt natürlich, dass mit zunehmender Größe und Komplexität des Systems der Grad der Ordnung näherungsweise exponentiell zunimmt. Wenn man zum Beispiel die Anzahl der Pakete und der Raumeinheiten verdoppelt (32 Pakete sind auf 32 Raumeinheiten zu verteilen), so ist ein geordneter Zustand um rund 10^{47} Mal unwahrscheinlicher als ein ungeordneter Zustand. Besonders unwahrscheinlich ist es, wenn die Pakete sehr konzentriert vorkommen. Sind 64 Pakete auf 16 Raumeinheiten zu verteilen, so ist ein Zustand, bei dem alle 64 Pakete auf eine Raumeinheit konzentriert sind, um 10^{76} Mal unwahrscheinlicher als ein ungeordneter Zustand.

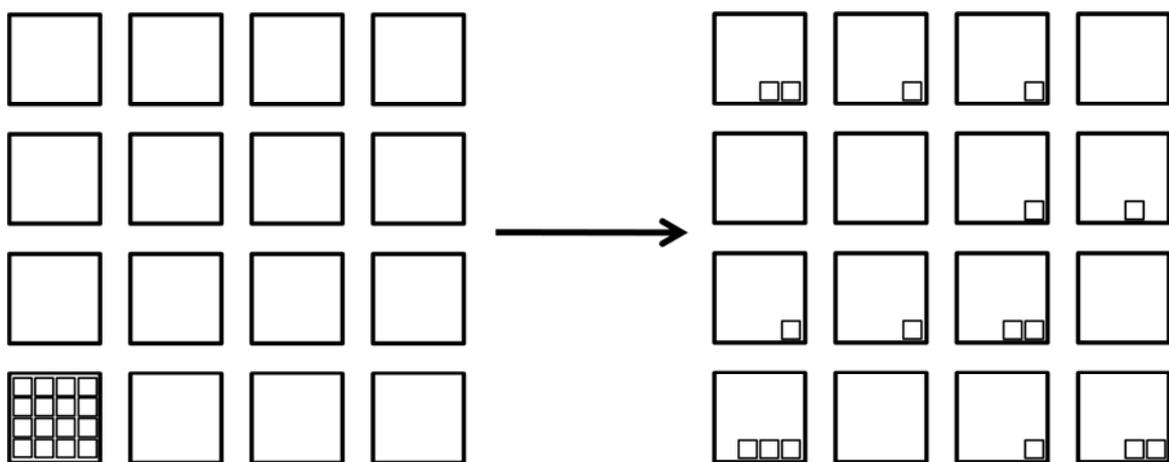


Abbildung 2: Eine konzentrierte und geordnete Verteilung von Paketen (links) im Vergleich zu einem ungeordneten Zustand (rechts).

Insofern Teilchen wie Atome eine hochkonzentrierte Masse-Energie darstellen, ist hier der entscheidende Punkt: Die für uns meist völlig selbstverständliche Tatsache, dass es überhaupt physikalische Gegenstände wie Atome gibt, entspricht einem gewaltigen Grad an Ordnung. Sie ist ein formal äußerst unwahrscheinlicher Sachverhalt. Unser Modell war dabei stark vereinfacht. Natürlich stellen Atome noch deutlich mehr Ordnung dar, als dass sie nur irgendwelche Anhäufungen einer Substanz (physikalisch: Masse-Energie) sind. Sie sind zum Beispiel auch so aufgebaut, dass chemische Bindungen möglich sind.

3.3 Mathematizität

Es soll noch kurz die mathematische Struktur des Universums zur Sprache kommen, auch wenn sie sich letztlich in den Naturgesetzen ausdrückt. Um den Ordnungsbeitrag dieser Mathematizität im vollen Umfang betrachten zu können, müssten wir unser Universum mit einem Fall vergleichen, dem eine mathematisch beschreibbare Struktur komplett fehlen würde. Es wären folglich auch keine vier Dimensionen vorhanden. Das wäre aber nicht vorstellbar. Wir müssen uns daher mit einem stark vereinfachten Ansatz begnügen. Überlegen wir uns dazu, wie viele relativ einfache mathematische Funktionen in zwei Dimensionen (x/y) existieren. Sicherlich eine ganze Menge. Diese Menge ist aber zu vergleichen mit einer bloß zufälligen Verteilung von Datenpunkten. Davon dürfte es hyperastronomisch mehr Varianten geben. Man kann dies im kleinen Umfang empirisch testen, in

dem man per Zufallsgenerator jeweils sehr viele (»1000) Zahlenpaare (x/y) erzeugt. Selbst wenn man dieses Experiment jede Sekunde wiederholt, würde man wohl bis zum jüngsten Tag keine Zahlenpaarmenge erhalten, die einer relativ einfach mathematischen Funktion entspricht.²² Die Tatsache, dass es in der naturwissenschaftlichen Praxis recht leicht ist, mathematische Beziehungen in der Natur festzustellen, ist also ein höchst spezieller Sachverhalt.

An der Mathematizität wird besonders deutlich, dass die natürliche Ordnung eigentlich keine materielle Basis hat. Sie scheint der Materie viel eher von außen aufgeprägt zu sein. Was für Dinge sind mathematische Dinge (wie Mengen, Funktionen, Zahlen usw.)? Einige vertreten einen platonischen Realismus; es handele sich um reale und ewige, weder geistige noch materielle Objekte. Eine andere Möglichkeit ist, dass mathematische Dinge Vorstellungen geistiger Subjekte sind, im menschlichen und insbesondere im göttlichen Geist.²³ In allen Fällen ist aber im Rahmen des naturalistischen Paradigmas nicht geklärt, wie sozusagen die Natur zu ihrer mathematischen Struktur kommt. Ohne diese Klärung bleibt wieder nur die statistische Analyse – und die zeigt eine hyperastronomische Unwahrscheinlichkeit für den Fall, dass die Mathematizität „einfach so“, ohne klaren systematischen Grund der Natur aufgeprägt ist.

Das Fazit der letzten drei Abschnitte ist: Unter der Annahme, dass jede naturalistische Erklärung letztlich eine naturwissenschaftliche sein müsste und jede naturwissenschaftliche Erklärung von gesetzmäßigen und mathematischen Strukturen ausgehen muss, bereiten diese Ergebnisse dem Naturalismus, wo er rationalen Standards genügen will, ernsthafte Schwierigkeiten. Es dürfte jetzt auch klar sein, dass selbst eine hypothetische Ableitung des vorgefundenen Universums aus einem einfachen Anfangszustand mittels z.B. eines Gravitationsgesetzes keinerlei Erklärung darstellt. Es wäre nur eine gigantische Illusion einer Erklärung.

4 Naturalistische Erklärungsansätze

Was muss eine echte Erklärung der Ordnung bewerkstelligen? Sie muss für das, was ohne sie völlig zufällig wäre, eine wirklich geeignete *systematische* Erklärung darstellen. Sie darf dabei keine Scheinerklärung sein, die unterschwellig doch wieder auf *geordnete* physische Grundzustände zurückführt. Kurz: Eine echte Erklärung muss die höchst geringe statistische Wahrscheinlichkeit der kosmischen Ordnung auf einen Sachverhalt *E* von plausibel hoher Wahrscheinlichkeit zurückführen. Und natürlich sollte eine solche Erklärung *klar* sein; besondere Skepsis ist angebracht, wenn sich ein Erklärungsansatz hinter hochkomplizierten und unverständlichen philosophischen oder (ggf. vermeintlich) naturwissenschaftlichen Formulierungen verschanzt. Im Folgenden betrachten wir einige mögliche naturalistische Erklärungs- bzw. Harmonisierungsansätze.

4.1 Keine Erklärung nötig?

Der Atheist BRADLEY MONTON schreibt offen:²⁴

„[I]ch denke, dass es einige Merkmale des Universums gibt, die von einem Atheisten überhaupt nicht erklärt werden können.“

²² „Relativ einfach“ sollte die mathematische Funktion deshalb sein, weil erstens die fundamentalen Naturgesetze ebenfalls relativ einfach sind und andererseits mittels beliebig komplexen Funktionen auch jedes beliebige Zufallsrauschen dargestellt werden könnte.

²³ Die dritte Lösung wäre ein Antirealismus.

²⁴ MONTON, 2009, 35.

„[...] einige Dinge passieren, ohne dass es dafür einen Grund gäbe.“

„[...] als Atheist denke ich nicht, dass es hier irgendeine Erklärung gibt.“

Wenigstens im Hinblick auf die Ordnung der Welt ist dieser Ansatz nicht zielführend. Wenn eine Ordnung eine „nackte Tatsache“ darstellt, bleibt *de facto* nur der Zufall als „Erklärung“; genau dann wird die formale Unwahrscheinlichkeit der Ordnung zu einer realen. Impliziert eine Weltsicht in klarer Weise eine sehr große Unwahrscheinlichkeit, ist sie entsprechend selbst unwahrscheinlich. Die Wahrscheinlichkeit, dass der Naturalismus wahr ist, wäre damit praktisch Null.

4.2 Notwendigkeit?

Eine andere Möglichkeit für den Naturalismus könnte der Appell an eine hypothetische *Notwendigkeit* mathematischer bzw. nomologischer Strukturen der Materie darstellen: Die materielle Welt sei eben mit Naturgesetzen ausgestattet bzw. die Ordnung einfach vorhanden, und dies sei eine notwendige Eigenschaft der Materie. Es ist zunächst klar, dass es sich hier um keine naturwissenschaftliche Erklärung handelt, sondern um eine metaphysische. Die Naturwissenschaft ist eine empirische Disziplin und beschreibt (möglichst systematisch) einfach nur das, was der Fall ist. Außer der Abwesenheit logischer Widersprüche in der Beschreibung gibt es keinerlei Anforderungen, die in irgendeiner Form „notwendig“ wären. Jede denkbare Verteilung von Datenpunkte in jeder denkbaren Dimensionalität der physischen Welt ist logisch möglich.²⁵ Der Punkt ist dann, dass eine Erklärung aufgrund einer angeblichen Notwendigkeit lediglich eine *ad hoc*-Annahme ohne erklärende Kraft ist, solange keine *unabhängigen Gründe* für diese Notwendigkeit angegeben werden. Der Naturalist würde nämlich in diesem Fall einfach nur sagen, die Welt sei *notwendig* so, dass sie gerade diese Ordnung aufweist, wie er sie für seine Erklärungszwecke benötigt. Und eine solche Erklärung wäre auch unglaublich: Denn wieso ist *ausgerechnet* dasjenige notwendig, was in einer völlig anderen Hinsicht – um z.B. Stetigkeit, Berechenbarkeit, dann Atome, Chemie und schließlich Leben zu ermöglichen – geeignet ist? Warum fällt die Struktur dessen, was notwendig sein soll, ausgerechnet und zufällig mit dem zusammen, was letztlich für Chemie und Leben nötig ist? Das heißt: Der Appell an eine vermeintliche Notwendigkeit ist erklärungsstechnisch nicht besser als der Appell an den Zufall (s.o.).

4.3 Multiversum?

Kann der Multiversum-Ansatz eine Lösung darstellen? Bei diesem Ansatz soll die gigantische Unwahrscheinlichkeit eines geordneten Universums durch das Postulat einer ebenso gigantischen Menge an Universen (genauer: Teiluniversen) erklärt werden. Dazu ein anschauliches Beispiel: Würfelt man *einmal* gleichzeitig mit zehn Würfeln, so ist es sehr unwahrscheinlich, einen Zehnerpasch zu bekommen, ein für sich formal recht unwahrscheinliches Ereignis. Könnte man aber millionen Mal oder gar unendlich oft würfeln, so würde ein solcher Wurf wesentlich wahrscheinlicher oder gar sicher erfolgen. Die Wahrscheinlichkeitsressource ist entscheidend erhöht worden. Der kosmologische Ansatz muss dabei eine gigantische Erhöhung der Wahrscheinlichkeitsressource fordern, da alleine die Negentropie eine Anzahl von rund 10^x mit $x = 10^{123}$ Teiluniversen oder mehr nötig machen dürfte. Es geht nun nicht darum, ob es so viele (Teil-)Universen gibt oder nicht, sondern dass das Postulieren ihrer Existenz keine Lösung des naturalistischen Ordnungsproblems darstellen kann: Wer im Multiversum-Ansatz eine Lösung sieht, muss nämlich stillschweigend davon

²⁵ Daher ist es keinesfalls überraschend, dass es z.B. BARNES leicht gelingt, Behauptungen, die spezielle naturgesetzliche Struktur der Universums sei aus theoretischen Gründen notwendig, zu widerlegen (BARNES 2011).

ausgehen, dass diese Vervielfältigung der physikalischen Realität (oder grundlegender Aspekte einer solchen) im Wesentlichen „gratis“ ist. Aber genau das ist nicht anzunehmen. Das Problem ist, dass jedes Teiluniversum genauso wie das Multiversum als Ganzes in irgendeiner Form *Ordnung* enthält. Das ist allein deshalb so, weil es etwas sein muss, das unter einen Begriff einer real existierenden Sache fällt. Eine positive Bestimmung (z.B. ein n-dimensionaler Raum) impliziert schon Ordnung in irgendeiner Ausprägung. Weiterhin ist ein Teiluniversum ein *physikalischer* Teil einer physikalischen Gesamtheit. Dafür muss es zumindest fundamentale physikalische *Gesetze* geben, die in jedem Teiluniversum gelten, sonst wäre die Rede von einer physikalischen *Gesamtheit* unsinnig. Nicht nur das: Eine solche Grundstruktur der Welt muss auch so beschaffen sein, dass sie in der Lage ist, unzählige Welten zu erschaffen.²⁶ Eine mögliche Variation z.B. von Naturkonstanten in den verschiedenen Teiluniversen sitzt daher sozusagen auf einer durchgängigen und vermutlich höchst spezifischen Grundordnung auf. Dadurch wird durch die Multiversum-Hypothese für den Naturalisten sogar alles schlimmer: Wie wir gesehen haben, nimmt mit einer Vergrößerung eines (geordneten) Systems die Ordnung bzw. die Unwahrscheinlichkeit etwa exponentiell zu. Eine Erklärung der Ordnung der Welt durch die Multiversum-Hypothese ist denkbar ungeeignet.

4.4 Fundamentalere Physik?

Die Hoffnung ist hier, die heutige physikalische Beschreibung der Welt auf eine fundamentalere und dabei deutlich weniger komplexe Physik zurückführen zu können. Dort könnte dann die Zahl der physikalischen Parameter, die heute als *unabhängig voneinander* feinabgestimmt erscheinen, deutlich reduziert werden. Letztlich bringt dies den Naturalisten aber nicht weiter:

1. Dieser Ansatz betrifft lediglich das Feinabstimmungsargument und vermutlich dort nur einige Aspekte davon. Dieses müsste im Rahmen einer hypothetischen neuen Theorie anders formuliert werden.
2. Darüber hinaus ist nicht einmal zu erwarten, dass das Feinabstimmungsargument seine wesentliche Aussagekraft einbüßt. Zunächst enthält auch eine solche fundamentalere Physik sicherlich etliche Eigenschaften, die alle (unabhängig voneinander) ganz anders sein könnten, als sie sind. Dies wären ihre generelle mathematische Struktur und die verbleibenden freien Parameter. Die Anzahl der Parameter würde zwar sinken. Der Feinabstimmungsgrad der Parameter bemisst sich aber nicht nur über die *Anzahl* der Parameter. Genauso entscheidend ist auch das jeweilige *Verhältnis* des für die Möglichkeit von Chemie und Leben zulässigen Wertebereichs im Vergleich zum gesamten physikalisch denkbaren Wertebereich. Die Reduktion einer Theorie mit vielen Parametern in eine Theorie mit weniger Parametern könnte sich diesbezüglich darstellen wie eine Überführung z.B. einer binären Zahl in eine dezimale: Zum Beispiel ist „111001“ im binären System „39“ im dezimalen System. Die Anzahl der Parameter (sprich: Stellen) hat sich zwar von sechs auf zwei reduziert. Aber dafür gibt es im Gegenzug sozusagen fünfmal so viele Variationsmöglichkeiten pro Parameter (nämlich jetzt zehn statt zwei). Das heißt: Sind die fein abgestimmten Parameter der heutigen Physik in einer zukünftigen Theorie durch deutlich weniger Parameter abgebildet, könnte sich im Gegenzug der jeweils geeignete Wertebereich (im Verhältnis zum möglichen Wertebereich)²⁷ entsprechend verkleinern.

²⁶ Siehe auch: COLLINS 2013; TRÜB, 2014.

²⁷ Mit den oben gemachten Einschränkungen.

Der substanzielle Gehalt dieses Ansatzes ist damit letztlich nur: Heute abgeschätzte Zahlenwerte der Feinabstimmung (falls sie überhaupt sinnvoll ermittelt werden können) werden wohl immer wieder korrigiert werden – nach unten oder aber nach oben. Das ist keine Überraschung. Aber sehr wahrscheinlich wird eine für Leben geeignete Physik ein außerordentlich spezieller Sonderfall bleiben.

3. Ein besonders wichtiger Punkt ist, dass diese hypothetische fundamentalere Physik selbstverständlich auch mathematisch und gesetzmäßig strukturiert sein wird. Und wahrscheinlich ist diese Ordnung sogar umso größer, je einfacher und eleganter eine ganz grundlegende Physik ist. Das heißt: Es mag viele Strukturen von Universen geben, die körperliches Leben möglich machen. Wenn es aber viele gibt, dann sind die Varianten, die eine sehr einfache und elegante theoretische Formulierung erlauben, höchstwahrscheinlich eine recht kleine Teilmenge davon. Solche Strukturen weisen umso mehr auf einen Schöpfer hin, der neben seiner überragenden Intelligenz und architektonischen Genialität auch einen ausgeprägten Sinn für Eleganz und Ästhetik hat.

4.5 Viele Möglichkeiten geordneter Universen?

Ein weiterer Ansatz räumt zwar ein, dass ein Universum, welches Leben beherbergt, auf Grundlage der Physik und Chemie, *wie wir sie kennen*, äußerst unwahrscheinlich ist. Aber kann es nicht auch äußerst viele Varianten von Universen geben, die auf Basis einer völlig anderen Physik und einer völlig anderer stofflicher Grundlage Leben ermöglichen? Natürlich kann man das nicht ausschließen. Man muss sich aber auch hier vor Augen halten: Entscheidend ist das *Verhältnis* zwischen der Anzahl *aller denkbaren* Universen, der weit überwiegende Teil völlig chaotisch, und der Anzahl solcher (völlig spekulativer) Leben ermöglichender Varianten. Und dieses Verhältnis ist nach allem, was wir wissen, unvorstellbar gering. Warum?

1. Es ist anzunehmen, dass auf jeden Fall *irgendwelche* Naturgesetze, also ein stetiger, verlässlicher Ablauf der Dinge für Leben nötig sind. Allein das impliziert eine hochgradige Ordnung.

2. Stellen wir uns die Summe aller Parameter, die unseres Wissens für ein (lebensfreundlich) geordnetes Universum relevant sind, als einen sehr großen vieldimensionalen Parameterraum vor. Unser Universum befindet sich dann an einem ganz bestimmten Punkt in diesem Raum. Jetzt ist entscheidend, dass in der gesamten Umgebung, die wir irgendwie überblicken können, derartig geordnete Universen nach heutigem Wissen einen unvorstellbar unwahrscheinlichen Spezialfall darstellen. Es gibt keinen Grund, warum dies nicht halbwegs repräsentativ sein sollte.

3. Auch wenn ihre *absolute* Zahl riesig sein kann, sind (große) geordnete Systeme, wie wir sie kennen, stets *relativ* sehr seltene Spezialfälle im Vergleich zur Menge aller ungeordneten Systemvarianten. Wenn wir zum Beispiel sehr viele Buchstaben zufällig in eine Reihe bringen, gibt es sicherlich eine sehr große Menge an Varianten sinnvoller, zusammenhängender Texte in irgendeiner menschlichen Sprache. Mit der Größe des Systems steigt die Anzahl der Varianten (exponentiell) rasch ins Unermessliche. Entscheidend ist aber, dass dies genauso – und umso mehr – die Zahl der ungeordneten Zustände betrifft und damit das (entscheidende) *Verhältnis* zwischen geordneten und ungeordneten Zuständen. Wenn wir z.B. eine Million Buchstaben (plus ein Leerzeichen) haben, gibt es insgesamt $10^{1.430.000}$ Varianten an Zeichenketten. Selbst wenn davon $10^{1.400.000}$ Varianten jeweils einen zusammenhängenden, sinnvollen Text darstellen sollten, wäre das Verhältnis mit $10^{30.000}$ immer noch so, dass Zufall eindeutig ausgeschlossen werden müsste. Man kann dies in solchen Fällen

auch empirisch überprüfen, indem man entsprechende Zufallsexperimente mit wesentlich kleineren Systemen (und bekannten Sprachen) macht und dann das Resultat auf sehr große Systeme extrapoliert. Zu berücksichtigen ist, dass die Unwahrscheinlichkeit mit der Vergrößerung des Systems etwa exponentiell ansteigt.

5 Geist

Der Naturalismus scheint keine systematische Erklärung für die Ordnung der Welt liefern zu können. Spätestens scheitert er an der Tatsache der grundlegenden mathematisch-naturgesetzlichen Struktur des physikalischen Universums. Letztlich muss der Naturalismus die Ordnung der Welt als Zufall betrachten, was einen Sachverhalt impliziert, der eine hyperastronomisch geringe Wahrscheinlichkeit hat. Definieren wir den Naturalismus als die These, dass die Welt ursprünglich und grundlegend geistlos ist. Die alternative These ist dann, dass die Wirklichkeit ganz oder teilweise ursprünglich und grundlegend geistig ist. Das heißt unter anderem, dass es am Anfang der Welt Subjekte oder Personen gab.²⁸ Es ist dann sehr naheliegend, die mathematische und naturgesetzliche Struktur sowie die anderen Grundformen der Ordnung der Welt auf einen hinreichend intelligenten Geist zurückzuführen, der auch Motive hat, eine Welt von der Art, wie wir sie tatsächlich vorfinden, hervorzubringen. Man spricht hier von einer *teleologischen Erklärung*. Damit hätte man das (zunächst grobe) Konzept eines wirklich *systematischen* Grundes für die vorgefundene Ordnung der Welt. Dass an dieser Stelle tatsächlich eine solche nicht-naturalistische These folgt, zeigen folgende Punkte.

1. Ist der Naturalismus sehr unwahrscheinlich, ist es rational davon auszugehen, dass einfach im Gegenzug die Gegenposition des Naturalismus umso wahrscheinlicher wird. Denn formal sollte die Summe der Wahrscheinlichkeiten vollständig disjunkter Sachverhalte eins ergeben. Dies gilt insbesondere dann, wenn es keine klaren Gründe dafür gibt, dass diese Gegenposition unmöglich oder sehr unwahrscheinlich ist.
2. Darüber hinaus ist die Existenz eines ursprünglichen, hinreichend intelligenten Geistes plausibel. Insbesondere gibt es keine klaren Gründe, eine große oder gar ähnlich große Unwahrscheinlichkeit der Existenz eines solchen Geistes anzunehmen:
 - a. Es gibt keinen klaren Begriff einer Unwahrscheinlichkeit eines ursprünglichen, geistigen Wesens. Der hier verwendete Begriff einer *statistischen* Wahrscheinlichkeit ist nur klar anwendbar auf nichtgeistige Vielkomponentensysteme. Geistige Subjekte sind aber *Einheiten* und sie sind durch Gründe und Werte strukturiert, für welche eine statistische Beschreibung ungeeignet ist.
 - b. Es gibt in diesem Rahmen mindestens eine mögliche *systematische* Erklärung unserer Welt bzw. einer Welt unseres Typs (mit der Zustandsdefinition „geistig begabte und handlungsfähige, körperliche Wesen enthaltend“): Ein transzendentes geistiges Subjekt ist motiviert, Wesen zu schaffen, die mit ihm und untereinander in geistige Beziehungen treten können und bestimmte Handlungsoptionen vorfinden. Der tiefere Grund ist die Intentionalität, ein Grundmerkmal des Geistigen. Diese bedingt nicht nur Kreativität und Problemlösungskompetenz, sondern auch Handlungsfähigkeit sowie Kommunikations- bzw. Beziehungsfähigkeit.

²⁸ WIDENMEYER 2014, 152.

- c. Wir können Geist als solchen ohne zusätzliche explanatorische Kosten voraussetzen, insofern es in der Welt das Geistige ohnehin gibt und es aus Nichtgeistigem nicht ableitbar ist.
3. Sowohl Mathematik als auch das Verstehen oder gar das Entdecken der nomologischen Struktur der physikalischen Welt stellen höchste intellektuelle Leistungen der Menschheit dar. Das Konzipieren der Naturgesetze und das Aufprägen dieser Struktur auf ein materielles Universum dürfte diese Leistung viel eher (stark) *übersteigen*, als dass dies ganz ohne Intelligenz auskommt. Das heißt, der Schluss auf eine (übermenschliche und außerkosmische) Intelligenz ist sehr viel plausibler als der Schluss auf Nicht-Intelligenz.

Danksagung

Für eine kritische Durchsicht und wertvolle fachliche Hinweise danke ich Tobias Holder, Dr. Reinhard Junker und Dr. Peter Trüb.

Literatur

- BARNES, LUKE A., 2011, arxiv.org/PS_cache/arxiv/pdf/1112/1112.4647v1.pdf (01.01.2015).
- COLLINS, ROBIN, *Das Teleologische Argument*, in: Irlenbohn, B.; Koritensky, A.; *Analytische Religionsphilosophie*, 125-143, 2013, Darmstadt.
- COLLINS, ROBIN, *Stengers Fallacy*, <http://home.messiah.edu/~rcollins/Fine-tuning/Stenger-fallacy.pdf> (16.12.2014).
- LE BON, GUSTAVE, *Psychologie der Massen* 1982, Stuttgart.
- LENNOX, JOHN, *Steven Hawking, das Universum und Gott*, Witten, 2011.
- MONTON, BRADLEY, *Seeking God in Science – An Atheist Defends Intelligent Design*, Broadview Press, 2009.
- PENROSE, ROGER, *The Road to Reality*, New York, 2004.
- SWINBURNE, RICHARD, *Gibt es einen Gott?*, Heusenstamm, 2006.
- TRÜB, PETER, *Der bewohnbare Kosmos, die Feinabstimmung der Naturgesetze als Hinweis auf einen Schöpfer*, <http://www.wort-und-wissen.de/artikel/>, 2014.
- WIDENMEYER, MARKUS, 2012, <http://www.wort-und-wissen.de/index2.php?artikel=artikel/a11/a11.html>
- WIDENMEYER, MARKUS, *Welt ohne Gott*, Holzgerlingen, 2014.