

(Dies ist ein Teil des Buchs [Der Begriff der Wirklichkeit.pdf](#))

Inhalt:

4. Das veränderte Bild der Wirklichkeit.....	2
4.1. Vorbemerkung.....	2
4.2. Willensfreiheit und Determinismus.....	3
4.3. Warum die Natur kein algorithmisches System ist.....	6
Satz.....	12
4.4. Kausalität von oben.....	15
4.5. Über Ordnung und Gesetze.....	19
4.6. Einige Folgerungen.....	22
Die Selbständigkeit globaler Parameter.....	22
Objekte; Objekt-Attribute und Wechselwirkungen.....	24
Die Richtung der Zeit als fundamentale Tatsache.....	25
Seiendes als Attraktor.....	26
Die drei Arten dynamischer Gesetze.....	28
Mögliche Abschwächungen der Voraussetzungen; Die Frage der Diskretisierung.....	29
Ergänzungen.....	30
4.7. Das veränderte Bild der Wirklichkeit in der Übersicht.....	31
Ein Aspekt von physikalischer, philosophischer und religiöser Bedeutung.....	34

4. Das veränderte Bild der Wirklichkeit

4.1. Vorbemerkung

Die in dieser Arbeit beschriebene Wirklichkeit erscheint *deterministisch*: an jedem Ort und zu jedem Zeitpunkt vollzieht sich das fundamentale Gesetz.

Zugleich existiert aber *Willensfreiheit*.

Nach herkömmlicher Überzeugung widersprechen sich diese beiden Sachverhalte.¹

Die Argumente, durch die dieser Widerspruch beseitigt wird, sind bereits im vorigen Abschnitt enthalten. Da sie dort aber im Dienst des an dieser Stelle erforderlichen spezifischen argumentativen Aufbaus standen – also gewissermaßen nur implizit auftraten –, werde ich sie nun nochmals darstellen, diesmal aber allgemeiner, ausführlicher und explizit auf den Widerspruch bezogen.

Außerdem werde ich auf die Folgen eingehen, die ebendiese Argumente für das Verständnis der Wirklichkeit haben.

Ich habe es bei den bisherigen Ausführungen zur Willensfreiheit vermieden, mich auf meine eigenen physikalischen und ontologischen Hypothesen zu stützen, um die Argumentation zur Willensfreiheit davon unabhängig zu halten. Solange als möglich werde ich auch weiterhin auf diese Weise vorgehen. Schließlich wird es aber unumgänglich sein, auf meine Annahmen zurückzugreifen, weil das Bild erst dadurch vollständig wird.

¹ Manche Philosophen wenden allerdings ein, dass es sich bei diesem Widerspruch um ein Scheinproblem handelt, das nur infolge der unzulässigen Gegenüberstellung von subjektivem und objektiv-analytischem Standpunkt entsteht. Ich habe schon zu Anfang des Kapitels 2. *Geist und Materie* festgestellt, dass eine solch simple Trennung der beiden Standpunkte angesichts des zunehmenden Wissens über neuronale Netze nicht aufrecht erhalten werden kann. Es ist klar, dass wir selbst Teil der Natur sind und dass daher auch unser Geist zur naturwissenschaftlichen Beschreibung der Wirklichkeit in Beziehung gesetzt werden muss. Der Rückzug auf die Behauptung einer grundsätzlichen Getrenntheit beider Sichtweisen ist keine ernstzunehmende Position.

Auf der anderen Seite sind die meisten Naturwissenschaftler – auch Hirnforscher – davon überzeugt, dass das Phänomen *Geist* durch eine naturwissenschaftlich-technische Beschreibung vollständig aufgeklärt werden kann. Auch diese Haltung stellt aber eine unzulässige Vereinfachung dar: geistige Zustände sind *Qualia*, und als solche sind sie in *keiner* Beschreibung der Wirklichkeit enthalten.

4.2. Willensfreiheit und Determinismus

1814 hat Pierre Simon de Laplace in seinem *Essai philosophique sur les probabilités* die deterministische Sicht der Wirklichkeit wie folgt formuliert:

"Nous devons [...] envisager l'état présent de l'univers comme l'effet de son état antérieur et comme la cause de celui qui va suivre. Une intelligence qui pour un instant donné connaîtrait toutes les forces dont la nature est animée et la situation respective des êtres qui la composent, si d'ailleurs elle était assez vaste pour soumettre ces données à l'analyse, embrasserait dans la même formule les mouvements des plus grands corps de l'univers et ceux du plus léger atome: rien ne serait incertain pour elle, et l'avenir, comme le passé, serait présent à ses yeux."

("Wir haben den gegenwärtigen Zustand des Universums als Folge seines vorherigen Zustands anzusehen und als Ursache desjenigen, der darauf folgt. Eine Intelligenz, der in einem gegebenen Augenblick alle Kräfte bekannt wären, durch die die Natur bewegt wird, und die entsprechende Lage aller Entitäten, aus denen sie zusammengesetzt ist, würde, wenn sie darüber hinaus mächtig genug wäre, um alle diese Daten einer Analyse zu unterziehen, in derselben Formel die Bewegungen der größten Körper des Universums und die des kleinsten Atoms umfassen. Für sie wäre nichts ungewiss, und die Zukunft ebenso wie die Vergangenheit wären ihr offenbar.")

Diese Aussage gilt heute in zweifacher Hinsicht als überholt: erstens durch die Quantentheorie, und zweitens durch die Chaosdynamik. Bei der Quantentheorie ist es – jedenfalls in der üblichen Interpretation – die objektive Zufälligkeit der Ereignisse, die eine genaue Kenntnis der Zukunft unmöglich macht, bei der Chaosdynamik die Tatsache, dass sich aus beliebig kleinen Veränderungen in den Anfangsbedingungen große Veränderungen in der Entwicklung eines Systems ergeben können.

Beide Korrekturen der Laplaceschen Weltsicht werden häufig als Argumente für die Freiheit des Willens gebraucht, in dem Sinn, dass durch sie Raum für diese Freiheit geschaffen werde. Tatsächlich sind sie jedoch für die Willensfreiheit ohne Bedeutung. Im Fall der Quantentheorie müsste zur Begründung der Freiheit angenommen werden, dass der Wille selbst als *verborgener Parameter* auftritt, was jedoch nicht ernsthaft in Betracht kommt. Im Fall der Chaosdynamik wird zwar die Vorhersagbarkeit eingeschränkt, ja sie kann sogar vollständig verloren gehen, aber für die Frage der Willensfreiheit ist das gleichgültig: Wenn die Natur ein algorithmisches System *ist* und ihr Gesetz *mit unendlicher Genauigkeit* einhält, dann ist durch das Auftreten chaodynamischer Instabilitäten nichts gewonnen. Es wird dadurch kein Raum für Freiheit geschaffen – gleichgültig, ob das Gesetz nun deterministisch oder probabilistisch ist. Der Widerspruch besteht weiterhin.

Die Argumentation, die im vorigen Kapitel durchgeführt wurde, ist jedoch davon nicht betroffen. Das bedeutet, dass die Laplacesche Aussage noch in anderer Hinsicht – unabhängig davon, ob es den quantenmechanischen objektiven Zufall gibt oder nicht – falsch sein muss.

Die Frage ist also: *Was ist an der Laplaceschen Aussage falsch?*

Durch die Annahme, dass eine Intelligenz von ausreichender Leistungsfähigkeit aus der Gegenwart die Zukunft folgern könnte, unterstellt Laplace – ich zitiere meine Formulierung aus 2.2. – "dass es ein Verfahren gibt, das es ermöglicht, aus den gegenwärtigen Bedingungen durch Anwendung feststehender Regeln künftige Ereignisse abzuleiten bzw. vorauszuberechnen".

Wie aber schon am Beginn der Ableitung der Willensfreiheit festgestellt, ist es jedoch bereits bei mehr als drei Körpern, die gravitativ aneinander gebunden sind, unmöglich, ein *exaktes* Verfahren anzugeben; *es existiert keines*. Um aber die Zukunft zu kennen, *muss* das Verfahren exakt sein. (Da die Natur selbst *unendlich genau* ist, hätte außerdem nur ein exaktes Verfahren Anspruch darauf, den Mechanismus wiederzugeben, den die Natur selbst ausführt.)

Man kann zwar Differenzialgleichungen aufstellen und Anfangsbedingungen einsetzen, aber es ist unmöglich, diese Differenzialgleichungen zu integrieren. Analytische Integration ist aber das einzige exakte Verfahren, d.h. eines, das mit Sicherheit zu einer richtigen Voraussage über den Wert irgendeiner Variablen zu einem künftigen Zeitpunkt führt. Ansonsten gibt es nur Näherungsmethoden, deren Resultate schon im nächsten Augenblick falsch sein können. Ohne Integration kommt man nicht über die Gegenwart hinaus – die Ermittlung der Zukunft scheitert.

Betrachten wie die Funktion, die die Bahn irgendeines der Körper repräsentiert. Dadurch, dass die Bewegung jedes Körpers von allen anderen Körpern abhängt, und weil sich deren Orte und Impulse unaufhörlich verändern, folgt aus dieser Funktion tatsächlich überhaupt nichts. Es gibt keine Möglichkeit für irgendeine genaue Voraussage über den künftigen Aufenthaltsort des Körpers. Dasselbe gilt natürlich für alle anderen Körper.

Es existiert im Allgemeinen kein exakter Algorithmus, der von der Gegenwart in die Zukunft führt, und das bedeutet auch: es existiert kein Verfahren, das demjenigen gleicht, das die Natur selbst zur Erzeugung der Zukunft anwendet.

Wie ist es dann möglich, dass die Illusion, ein solcher Algorithmus existiere, so übermächtig werden konnte? Gibt es überhaupt irgendwelche Fälle, in denen er existiert?

Ja, die gibt es, wenn auch nur als Idealisierungen. Es sind die Fälle, die gewissermaßen in maximaler Entfernung vom allgemeinen Fall liegen, jene Fälle nämlich, wo sich nicht alle Objekte frei und zufällig bewegen, sondern wo sich nur *ein einziges* Objekt bewegt und *alle anderen* (soweit sie den zu messenden Körper beeinflussen) als ruhend angenommen werden.

Es sind aber genau solche idealisierten Spezialfälle, durch die physikalische Gesetze entdeckt und überprüft werden können – und das gilt von Galileis einfachen Pendeln und rollenden Kugeln bis hin zu den aufwändigsten Messungen in modernen Teilchenbeschleunigern. Deshalb sind gerade diese Laborexperimente zu Paradigmen geworden, und auf diese Weise konnte sich die Illusion herausbilden, dass die Zukunft auf algorithmische Weise aus der Gegenwart entsteht.

Kurz gesagt: Damit das Gesetz zum Algorithmus werden kann, muss *Ordnung* vorausgesetzt werden. Im allgemeinen Fall jedoch – das ist eben jener, in dem außer der Ordnung, die durch das Gesetz selbst schon vorgegeben ist, keine weitere Ordnung existiert, in dem also die Anfangsbedingungen *zufällig* sind – gibt es zwar ein Gesetz, aber keinen Algorithmus.

Ich wechsele nun in mein eigenes physikalisches System. Hier ist der eben dargestellte Sachverhalt sofort erkennbar. Das Gesetz, das die Wirklichkeit erzeugt, lautet

$$\frac{d\sigma}{dr} = \pm \frac{1}{c^2} \frac{dv}{dt}$$

Es werden also zwei Differenzialquotienten zueinander in Beziehung gesetzt. Man könnte sagen: *die Wirklichkeit wird im unendlich Kleinen gewebt*, oder auch: *die Maschen des Gewebes der Wirklichkeit sind unendlich klein*. Hier ist es daher offensichtlich, dass integriert werden *muss*, um die Beschränkung auf das unendlich Kleine – sei es räumlich oder zeitlich – zu überwinden. Zugleich ist aber klar, dass nicht integriert werden *kann*, wenn nicht weitere Information vorhanden ist, d.h. *globale* Information.

Betrachten wir als Beispiel die Beschreibung der Gravitation im kugelsymmetrischen Fall aus dem zweiten Teil. Hier wurde vorausgesetzt, dass gilt

$$\sigma = \frac{r - m}{r}$$

– d.h. dass ein höchst geordneter stationärer (σ ist zeitunabhängig) Zustand vorliegt. Unter dieser Voraussetzung kann auch v durch Integration ermittelt werden, und Aussagen über einen endlichen

räumlichen Bereich sind ableitbar. Sie lassen sich zum *Gesetz der Gravitation* (im kugelsymmetrischen Fall) zusammenfassen.

Im allgemeinen, ungeordneten Fall jedoch würde sich das Gewebe der Wirklichkeit in der Beschreibung als *überabzählbare Menge* von Fakten darstellen – nämlich die Werte der beiden Variablen σ und v (bzw. σ und ζ) an jedem Ort des Kontinuums –, die zwar durch das Gesetz zueinander in Beziehung stehen, aber auf keine Weise in einem Algorithmus zusammengefasst werden können.

Laplace hat also unrecht: Gleichgültig, wie mächtig die Intelligenz ist, die die Natur betrachtet – es ist ihr keinesfalls möglich, die Zukunft aus der Gegenwart zu folgern, *weil es kein Verfahren gibt*, mit dem das gelingen könnte – auch dann nicht, wenn an jedem Ort und zu jedem Zeitpunkt durch ein Gesetz festgelegt ist, was geschieht.

Soweit es um die Beschreibung der Wirklichkeit geht, sind wir damit zum gewünschten Resultat gelangt. Sogar wenn die Annahme zugelassen würde, dass die in der Natur vorhandene Information auf ein Gleichungssystem *vollständig* übertragen werden könnte, würde sich dieses Gleichungssystem doch zu keinem (endlichen) Algorithmus komprimieren lassen, und die Ableitung der Zukunft aus der Gegenwart wäre nicht möglich. Die Aussage: "Die Zukunft *folgt aus* der Gegenwart" ist somit falsch.

Also ist auch die Aussage: "Alles, was sich ereignet, folgt aus Gesetzen und Anfangsbedingungen" hinfällig, die zuvor als *Vollständigkeitsaxiom der Naturwissenschaft* bezeichnet worden ist – und es war genau diese Aussage, die der Willensfreiheit im Weg stand.

4.3. Warum die Natur kein algorithmisches System ist

Trotzdem ist die Lage nicht vollkommen zufriedenstellend. Auf Grund der Tatsache, dass in der Wirklichkeit an jedem Ort und zu jedem Zeitpunkt durch ein Gesetz festgelegt ist, was geschieht, könnte der Verdacht aufkeimen, dass das bisher abgeleitete Resultat bloß eine Unzulänglichkeit der Beschreibung darstellt und nicht die Natur selbst betrifft. Bezeugt nicht gerade diese Tatsache die Vermutung, dass *die Natur selbst doch* ein algorithmisches System ist, mit anderen Worten: dass die Zukunft auf algorithmische Weise erzeugt wird?

Als Ausgangspunkt der Erklärung dafür, dass das nicht der Fall ist, dient der schon mehrmals erwähnte Unterschied zwischen Wirklichkeit und Beschreibung: jedes wirklich existierende Objekt ist stets *von sich aus aktiv*; Objekten, die zu einer Beschreibung – oder auch zu einem Modell bzw. einer Simulation – der Wirklichkeit gehören, fehlt hingegen diese Aktivität: *von sich aus* sind sie *passiv*.

Ein Beispiel: Betrachten wir das System *Sonne, Erde und Mond*. In der Wirklichkeit bewegen sich Erde und Mond *von selbst*: die Gravitation, die ihre Bewegung bewirkt, ist untrennbar mit ihrer Existenz verknüpft.

Wenn jedoch ein Modell dieses Systems angefertigt wird, dann ist es notwendig, einen Mechanismus anzubringen, der die Bewegung von Erde und Mond nachahmt, und ihn mit Energie zu versorgen. *Von selbst* machen die Elemente des Modells überhaupt nichts – sie bleiben einfach an Ort und Stelle.

Dasselbe gilt für eine Beschreibung: Man kann eine Gleichung aufstellen, aus der sich die Bewegung von Erde und Mond in beliebiger Näherung berechnen lässt. Allerdings erschließt sich die Zukunft des Systems nur dann, wenn man die Berechnung auch tatsächlich durchführt; *von selbst* geschieht nichts.

Mit Hilfe dieser einfachen metaphysischen Unterscheidung lässt sich verstehen, warum *ein Beschreibungssystem* einen Algorithmus benötigt, um die Zukunft aus der Gegenwart zu folgern, warum aber andererseits *die Natur selbst* dafür *keinen* Algorithmus braucht. Folgendermaßen:

Wir halten an der Annahme fest, dass sich an jedem Ort und zu jedem Zeitpunkt das Gesetz *vollzieht*. Ich habe das Wort "vollzieht" hervorgehoben, denn in ihm ist die Erklärung verborgen, warum die Wirklichkeit – im Unterschied zu einem Beschreibungssystem der Wirklichkeit – kein algorithmisches System sein muss, um die Zukunft zu erzeugen.

Gerade deshalb, weil das Wesen der Wirklichkeit *Aktivität* ist, ist die Voraussetzung, dass *jetzt* – im gegenwärtigen Augenblick – an jeder Stelle des Kontinuums festgelegt ist, was geschieht, für die Entfaltung der Zukunft aus der Gegenwart nicht nur notwendig, sondern auch hinreichend. Für die Wirklichkeit genügt es, wenn sie *jetzt an jedem Ort* "weiß", was sie tun muss. Es ist für sie nicht erforderlich, aus dem unendlich Kleinen herauszutreten und die überabzählbar unendlich vielen Beziehungen zwischen den Punkten des Kontinuums zu kennen, die voneinander distanziert liegen. Wenn sie überall im unendlich Kleinen ihr Gesetz vollzieht, dann schreitet sie *von selbst* – auch ohne diese Kenntnis – von der Gegenwart in die Zukunft.

In einem Beschreibungssystem der Wirklichkeit hingegen ist das nicht der Fall. Selbst wenn das Beschreibungssystem alle Informationen darüber enthalten könnte, was sich in der Wirklichkeit zu einem bestimmten Zeitpunkt an jedem Ort ereignet, wäre das für die Erzeugung der Zukunft nicht hinreichend, weil diesen Fakten das Entscheidende fehlt: *Aktivität*. Das System ist passiv, *von selbst* geschieht nichts, die Zukunft entsteht *nicht*.

Daher ist in der Beschreibung die bloße Information, was gegenwärtig an jedem Ort geschieht, für die Erzeugung der Zukunft nicht ausreichend. Das Beschreibungssystem benötigt einen *Algorithmus* –

eine *Rechenvorschrift* – für die Berechnung der Zukunft, und dieser Algorithmus muss ein Verfahren beinhalten, durch das die Beschränkung auf das räumlich und zeitlich unendlich Kleine aufgehoben werden kann.

In dieser Gegenüberstellung wird deutlich, dass der Algorithmus in der Beschreibung dasjenige ist, was die Aktivität in der Wirklichkeit zu ersetzen hat; in der Wirklichkeit wird die Zukunft durch Aktivität erzeugt, in der Beschreibung ist dafür ein Algorithmus erforderlich.

Die Wirklichkeit kann auf Grund ihrer Aktivität die Zukunft allein aus der Menge der räumlich und zeitlich differenziell benachbarten Bedingungen an jedem Ort erzeugen; sie muss also aus dem unendlich Kleinen nicht heraustreten.

Will man in der Beschreibung von der Gegenwart in die Zukunft gelangen, dann muss *schon jetzt* bekannt sein, welche Beziehungen zwischen Orten und Zeitpunkten bestehen, die räumlich oder zeitlich voneinander getrennt sind. Mathematisch ausgedrückt: diese Beziehungen müssen integrierbare² Funktionen sein, was aber im allgemeinen nicht der Fall ist. Dazu kommt, dass das Kontinuum nur *als sich Veränderndes* existiert, und das bedeutet, dass sich auch alle funktionellen Abhängigkeiten permanent verändern. Zeit- und Raumänderungen sind untrennbar ineinander verwoben. Was *jetzt* gilt, kann im nächsten Augenblick falsch sein. Im allgemeinen Fall ist Integration also unmöglich. Somit bleibt man im unendlich Kleinen gefangen, und das heißt: man kommt über die Gegenwart nicht hinaus.

Kurz gesagt: ***Wir müssen integrieren, um von der Gegenwart in die Zukunft zu gelangen, die Natur benötigt jedoch keine Integration.***

Es ist also die Wesensverschiedenheit von Beschreibung und Wirklichkeit, aus der die Erklärung folgt, warum die Wirklichkeit nicht einem algorithmischen System gleichgesetzt werden darf.

Aus dieser Tatsache ergibt sich eine Reihe von Einschränkungen bei der Anwendung von Begriffen auf die Wirklichkeit. Allerdings ist es nicht ganz einfach, diese Einschränkungen zu verstehen, weil *alle* unsere Begriffe Elemente von Beschreibungen sind, weshalb wir uns immer der Gefahr ausgesetzt sehen, Beschreibung und Wirklichkeit gleichzusetzen – und das gilt in besonderem Maß im Bereich der Naturwissenschaft. Wir müssen also die Selbstverständlichkeit unseres begrifflichen Netzes – der Bedeutungen von Begriffen und ihrer Verbindungen untereinander – verlassen und uns der

² Mit "integrierbar" ist gemeint: Die Stammfunktion existiert, und das bestimmte Integral ist *berechenbar*.

Verfremdung aussetzen, die durch den Versuch eintritt, Begriffe von der Beschreibung auf die Wirklichkeit zu übertragen.³

Die Einschränkung hinsichtlich des Ausdrucks "folgt aus", der im Vollständigkeitsaxiom der Naturwissenschaft auftritt, wurde zuvor schon erwähnt: Da die Natur kein algorithmisches System ist, kann nicht behauptet werden, dass die Zukunft aus der Gegenwart *folgt*. Zulässig ist bloß die Aussage, dass die Zukunft aus der Gegenwart *entsteht*.

Gleiches gilt für den Begriff "determiniert". Zu behaupten, die Zukunft sei determiniert, setzt voraus, dass die Zukunft aus der Gegenwart ableitbar ist. Das würde bedeuten, dass die Zukunft in der Gegenwart enthalten ist, dass sie in diesem Sinn also *schon jetzt* existiert. Das ist aber nicht der Fall.

Dazu eine etwas ausführlichere Erläuterung. Beginnen wir mit einem Beispiel: Nehmen wir an, wir hätten die Absicht, einen vielfarbigem Teppich zu weben. Die Anfangsreihe liegt bereits vor uns, und außerdem verfügen wir über ein vollständiges Set von Web-Regeln. Nehmen wir nun ferner an, im Lauf des Web-Vorgangs entstehe auf dem Teppich irgendwann das Bild eines Löwen. Die Frage ist: Existierte dieser Löwe schon, bevor der Teppich gewebt wurde? Wenn damit gemeint ist, dass der Löwe aus der Anfangsreihe und den Web-Regeln hergestellt werden kann – in diesem Sinn also darin enthalten ist – dann ist die Antwort *ja*.

Vor einer Frage derselben Art stehen Mathematiker, wenn sie im Laufe ihrer Schlussfolgerungen auf mathematische Sätze stoßen. Diese Sätze werden offenbar nicht erfunden, sondern entdeckt. Sie sind auf dieselbe Weise in den Axiomen und Regeln des mathematischen Systems "enthalten" wie der Löwe in der Anfangsreihe und den Web-Regeln des Teppich-Systems.

Wenden wir uns nun wieder unserer eigentlichen Fragestellung zu: Ist die Zukunft in der Gegenwart enthalten?

Der entscheidende Unterschied zwischen der Wirklichkeit auf der einen und dem Teppich-System sowie dem mathematischen System auf der anderen Seite besteht darin, dass beim Teppich-System und beim mathematischen System ein *Verfahren* existiert, durch welches dasjenige, dessen Existenz gefragt ist, hergestellt werden kann. Beim Teppich ist es das regelkonforme Weben, das den Löwen

³ Es mag seltsam erscheinen, Beschreibung und Wirklichkeit einander gegenüberzustellen, weil wir doch *immer* in der Beschreibung gefangen sind. Diese Gegenüberstellung ist aber deshalb gerechtfertigt, weil an den Grenzen der Beschreibbarkeit Widersprüche auftreten, aus denen nicht nur hervorgeht, *dass* Beschreibung und Wirklichkeit nicht zusammenfallen, sondern auch *auf welche Weise* sie sich unterscheiden. Der im zweiten Teil dargestellte Aufbau meines physikalischen Systems beruht auf Schlussfolgerungen dieses Art.

entstehen lässt, im mathematischen System ist es das regelkonforme Schlussfolgern, das zur Entdeckung des Satzes führt.

Bei der Wirklichkeit hingegen gibt es kein Verfahren, das uns von der Gegenwart zur Zukunft führt. Es ist auf keine Weise möglich, in die Zukunft zu gelangen, außer eben genau so, wie es die Wirklichkeit selbst tut. Die einzige Möglichkeit, genaue Auskunft über die Zukunft zu erhalten, ist also, zu warten, bis sie eintritt.

Um es nochmals auf dieselbe Weise wie kurz zuvor zu sagen: Sogar dann, wenn ein Beschreibungssystem existierte, das alle Informationen darüber enthielte, was sich zu einem bestimmten Zeitpunkt an jedem Ort in der Wirklichkeit ereignet, wäre das für die Erzeugung der Zukunft in diesem System nicht hinreichend. Da es im System keinen Algorithmus für die Herstellung der Zukunft gibt, existiert die Zukunft in diesem System einfach *nicht*. Selbst wenn es auf irgendeine magische Weise gelingen könnte, dem System die metaphysische Qualität *Aktivität* hinzuzufügen, die der Wirklichkeit zu eigen ist, wäre die Zukunft dennoch im System *nicht enthalten* – sie würde bloß daraus *entstehen*.

Also sind wir zu dem Schluss gelangt: ***Die Zukunft ist nicht in der Gegenwart enthalten. Sie existiert nicht, bevor sie eintritt.***

Die Wirklichkeit ist kein algorithmisches System.

Diese Aussage ist allgemeiner als diejenige, die zur Ermöglichung der Willensfreiheit notwendig war; Die für die Existenz der Freiheit notwendige Aussage lautete: *Geistige Zustände sind aus keinem vorgegebenen System von Anfangsbedingungen und Gleichungen ableitbar.*

Dass die Wirklichkeit kein algorithmisches System ist, bedeutet aber:

Kein Zustand irgendeines Bereichs der Wirklichkeit ist vollständig aus einem vorgegebenen System von Anfangsbedingungen und Gleichungen ableitbar.⁴

Es gibt also bei der Beschreibung der Wirklichkeit *prinzipiell* nur Näherungen, Wahrscheinlichkeitsaussagen und qualitative Prognosen. Auf einer unmittelbar zugänglichen Ebene der Betrachtung erscheint das selbstverständlich: weder können wir unendlich genau messen, noch Zahlen unendlich genau ausdrücken, noch einen Algorithmus unendlich genau ausführen. All diese selbstverständlichen Einschränkungen betreffen jedoch nur *Beschreibungen*, und ihr Vorhandensein trägt nichts zur

⁴ Warum existieren dann überhaupt algorithmische Gesetzmäßigkeiten? Diese Frage wird in den folgenden Abschnitten beantwortet.

Aufklärung der Frage bei, ob ein Algorithmus *existiert*, mit anderen Worten: ob *die Wirklichkeit selbst* bei der Entfaltung der Zukunft einen solchen Algorithmus ausführt; In diesem Fall bliebe die Willensfreiheit trotz der erwähnten, für alle Beschreibungen geltenden Einschränkungen auf der Strecke.

Die eigentliche Antwort darauf, warum es nur Näherungen gibt, liegt tiefer: sie ist in der Tatsache begründet, dass die Wirklichkeit keinen Algorithmus benötigt. Für die Entfaltung der Zukunft genügt die differenzielle Web-Regel. Diese ist aber kein Algorithmus – zum Algorithmus kann sie (in einer Beschreibung) erst in Verbindung mit idealisierten Annahmen über zusätzliche Ordnung werden. Wenn aber in der Wirklichkeit kein Algorithmus existiert, dann gibt es natürlich auch keine Möglichkeit, ihn in der Beschreibung zu rekonstruieren, und *deshalb* ist jede Beschreibung bloß eine Näherung.

Ich komme nochmals auf den entscheidenden Punkt der ganzen Analyse zurück. Es ist die Aussage:

Die Zukunft ist nicht in der Gegenwart enthalten. Sie existiert nicht, bevor sie eintritt.

Letztlich ist es nur auf Grund dieser Tatsache möglich, zu behaupten, dass der Wille frei ist. Nur deshalb, weil eine Willensentscheidung *nicht existiert*, bevor der Entscheidungsprozess stattgefunden hat, ist sie vom Entscheidungsprozess selbst abhängig und nicht von irgendeinem früheren Zustand des neuronalen Netzes.

Wäre die Wirklichkeit hingegen determiniert, dann wäre die Zukunft – also auch die Willensentscheidung – bereits gegeben, bevor sie eintritt. Es gäbe einen Algorithmus, der die Berechnung der Zukunft aus der Gegenwart erlaubte – eben genau denjenigen, den die Natur selbst zur Erzeugung der Zukunft ausführen würde, wenn sie deterministisch wäre –, und jede Willensentscheidung wäre aus vergangenen Bedingungen ableitbar. Damit wären diese Bedingungen zugleich die *Ursache* der Willensentscheidung. (Ich betone nochmals: es ist dabei gleichgültig, dass uns ein solcher Algorithmus niemals zur Verfügung stehen könnte – die bloße Annahme seiner *Existenz*, die in einer deterministischen Sicht der Natur unvermeidlich wäre, reicht aus, um Willensfreiheit auszuschließen.)

Wenn jedoch kein Algorithmus existiert, dann folgt die Zukunft nicht aus der Vergangenheit, und dann ist es nicht möglich, eine Willensentscheidung als Folge eines früheren neuronalen, physikalischen oder auf irgendeine andere Art definierten Zustands zu betrachten. Auf die Frage, warum eine Person so und nicht anders entschieden hat, gibt es dann nur eine einzige zulässige Antwort:

Weil sie es so wollte.

Bemerkung:

Das heißt selbstverständlich nicht, dass Willensentscheidungen nicht hinsichtlich ihrer (neuronalen, chemischen, physikalischen, genetischen, sozialen usw.) Ursachen analysiert werden könnten. Es bedeutet aber, dass diese Analysen unvollständig bleiben und niemals zu einem sicheren Ergebnis führen, weil geistige Phänomene nicht auf andere Schichten der Wirklichkeit reduziert werden können. Der Wille bleibt die letzte Instanz.

Satz

Sei Determinismus die These, dass zu jedem Zeitpunkt *genau eine* Zukunft existiert⁵. Sei Indeterminismus die These, dass zu jedem Zeitpunkt *mehr als eine* Zukunft existiert. Dann gilt folgender Satz:

Die Zukunft existiert nicht, bevor sie eintritt. Also existiert zu keinem Zeitpunkt eine oder mehr als eine Zukunft. Die Wirklichkeit ist weder deterministisch noch indeterministisch.

Die Alternative deterministisch-indeterministisch lässt sich nur auf Beschreibungen anwenden, nicht auf die Wirklichkeit selbst.⁶

Aus naturwissenschaftlicher Sicht ist die Wirklichkeit zwar nicht in jedem Fall berechenbar, aber sie ist immer auf ein mathematisches Szenario *abbildbar*. In wissenschaftlichen Experimenten bestätigt sich die Überzeugung, dass sich die Natur gesetzmäßig verhält.

Beide Annahmen sind aus unserer Sicht falsch.

⁵ Nach Peter van Inwagen: *An essay on free will*. 2. Aufl., Clarendon Press, Oxford 1986, S. 3.

⁶ Inwagen definiert Determinismus eigentlich als die "These, dass zu jedem Zeitpunkt genau eine *physikalisch mögliche* Zukunft existiert". Da aber der Begriff der "physikalischen Möglichkeit" ausschließlich auf Beschreibungen der Wirklichkeit und nicht auf die Wirklichkeit selbst anwendbar ist, wird damit die Frage "Determinismus oder Indeterminismus" zu einem formalen Problem. Die Antwort lautet dann: Da es keinen Algorithmus gibt, der von der Gegenwart in die Zukunft führt, kann die Frage, ob genau eine oder mehr als eine mögliche Zukunft existiert, nicht beantwortet werden. Aus formaler Sicht sind Determinismus und Indeterminismus also *unentscheidbare* Hypothesen. Bei der formalen Sichtweise geht jedoch das, was *eigentlich* zu sagen wäre, verloren, nämlich die grundsätzliche metaphysische Erkenntnis, dass *keine von beiden Hypothesen* zutrifft – oder besser: dass keine von beiden auf die Wirklichkeit angewendet werden kann.

Abbildbarkeit ist für überabzählbare Mengen, die keine mathematisch erfassbare Ordnung aufweisen, nicht gegeben. Der *allgemeine Fall* ist jedoch als solche Menge definiert.

Außerdem ist es, wie zuvor beschrieben, unmöglich, die *Aktivität* der Wirklichkeit nachzubilden. Das, was die Wirklichkeit vorantreibt, kann mathematisch nur durch einen Algorithmus nachgeahmt werden. Die Existenz eines Algorithmus setzt jedoch ein Maß an Ordnung voraus, das es nur in idealisierten Fällen gibt. Jeder reale Fall entspricht jedoch einer überabzählbaren Menge von Fakten, und als solche ist er nicht vollständig abbildbar.

Die zweite falsche Annahme ist die des gesetzmäßigen Verhaltens. Obwohl diese Annahme im manchen Bereichen der Natur in geradezu unglaublicher Näherung bestätigt ist, ist sie doch metaphysisch falsch: Die Wirklichkeit ist kein System von Gesetzen. Das *einzig exakte Gesetz* ist das fundamentale Gesetz (1). Alle anderen Gesetze, auch die sogenannten Naturgesetze, *entstehen* erst im Laufe der Entfaltung der Natur; Und da sie nicht von unveränderlichem Seienden handeln, sondern von Attraktoren – also von dynamischen Zuständen, die *niemals* vollständig identisch sind –, treffen sie niemals vollständig genau zu.

Im Grunde ist die Frage, ob Gesetze existieren, von genau derselben Art wie die Frage, ob Kreise existieren. In der Wirklichkeit gibt es keine Kreise. Jeder wirkliche Kreis ist eine Näherung. Die Nicht-Existenz von Kreisen ist keine Frage der Wahrscheinlichkeit, sondern eine *metaphysische Gewissheit*. Kreise sind Elemente von Beschreibungen, nicht Elemente der Wirklichkeit.⁷

Wäre die Wirklichkeit insgesamt ein mathematisches oder ein formales System S, dann wären Zustände von physikalischen Systemen *Aussagen* in S. Bezüglich jedes künftigen Zustandes könnte dann gefragt werden, ob er in S ableitbar ist.

Ein solches System enthält jedoch immer eine feststehende Menge von Regeln oder Gesetzen, aus denen alle weiteren Gesetze abgeleitet werden können, während in der Wirklichkeit neue, nicht-ableitbare Gesetze entstehen. Es ist die nicht-abbildbare metaphysische Qualität *Aktivität*, die diese Entstehung bewirkt.

Daraus folgt, dass die Wirklichkeit kein System S ist. Würde man sie einem solchen System gleichsetzen, dann würde sie permanent Zustände hervorbringen, die *unentscheidbaren Aussagen* des Systems entsprechen.

⁷ Alle Themen, die soeben kurz berührt worden sind, werden im weiteren Verlauf ausführlicher diskutiert.

Das Einzige, was behauptet werden kann, ist, dass identische Sachverhalte identische Konsequenzen haben. Das wird üblicherweise als Kriterium für Determiniertheit aufgefasst, da damit zugleich feststeht, dass es im Ablauf der Wirklichkeit keine "Verzweigungen" gibt, mit anderen Worten, dass – falls ein zweites Universum existierte, das gegenwärtig vollständig mit unserem Universum identisch ist – auch die Zukunft dieses zweiten Universums vollständig identisch mit der Zukunft unseres Universums wäre.

Daraus wird dann weiter gefolgert, dass in keinem Fall jemand "hätte anders entscheiden können", weil ja immer schon vorher "feststand", wie die Entscheidung ausfallen würde.

Aus dem zuvor Gesagten geht jedoch hervor, dass diese Schlussfolgerung unzulässig ist. "Feststehen" hat hier dieselbe Bedeutung wie "enthalten sein", und da die Zukunft ganz allgemein nicht in der Gegenwart enthalten ist, kann nicht behauptet werden, dass eine Entscheidung schon vorher feststand.

Diese Annahme wäre nur dann möglich, wenn die Wirklichkeit als ein System S aufgefasst würde; aber dann entspräche das Ergebnis der Entscheidung einer unentscheidbaren Aussage in S, und die Behauptung der schon vorher gegebenen "Festgelegtheit" könnte nicht aufrechterhalten werden.⁸

⁸ Die Annahme eines zweiten Universums, das mit unserem Universum identisch ist, ist sogar als Gedankenexperiment unzulässig, weil sie die falsche Voraussetzung einschließt, es sei (im Prinzip) möglich, die Wirklichkeit zu reproduzieren, also die gesamte in unserem Universum enthaltene Information auf ein anderes Universum zu übertragen. Das ist aber, wie schon vorher erwähnt, prinzipiell ausgeschlossen: sogar dann, wenn unendlich viele Gleichungen von unendlicher Länge zugelassen wären, könnten sie keine überabzählbare Menge von Fakten enthalten.

4.4. Kausalität von oben

Die Umklammerung, der der Geist durch die Annahme der Determiniertheit von der elementaren Schicht des Seienden her ausgeliefert zu sein schien, hat sich gelöst. Dennoch blieben die Schlussfolgerungen der letzten beiden Abschnitte – trotz der Eliminierung des Widerspruchs zwischen Freiheit und Determiniertheit – ohne Wirkung, wenn sie nicht durch das Prinzip der *Kausalität von oben* ergänzt würden. Was ist Kausalität von oben? Ich werde das zunächst nochmals an Hand der Beispiele erläutern, die ich schon im vorigen Kapitel gebraucht habe.

Betrachten wir zuerst ein *Gefäß aus Glas*. Es wird angeschlagen und schwingt. Greifen wir ein beliebiges Molekül heraus. Wodurch wird der Schwingungszustand des Moleküls festgelegt? Offensichtlich nicht durch seine lokale Umgebung, sondern durch *die Form des ganzen Gefäßes*. Es ist die Form, die den Phasenraum strukturiert und solchermaßen die Dynamik des Gefäßes und all seiner Bestandteile festlegt. Die konstante, d.h. über die Zeit sich erhaltende Form wird zur Basis eines Gesetzes: des Schwingungsgesetzes des Gefäßes.

Kurz gesagt: *Das Ganze – das Gefäß – bestimmt die Bewegung der Teile (der Moleküle)*.

Dasselbe gilt für ein *Neuron*. Hier ist jedoch nicht nur die äußere Form, sondern auch die innere (physikalisch-chemische) *Struktur* von Bedeutung: der Phasenraum des Neurons wird durch die äußere Form und den inneren Aufbau des Neurons strukturiert. Zusammen bestimmen sie, wo und auf welche Weise elektrische Potenziale erzeugt, weitergeleitet, schließlich in chemische Signale umgewandelt und an andere Neuronen weitergegeben werden. Auch hier ist also die Zustandsdynamik des Neurons durch Form und Struktur festgelegt. Bei strikt lokaler Betrachtung wäre es unmöglich, die Aktivität eines Moleküls oder Atoms vorauszusagen. Und auch hier sorgen konstante Form und Struktur des Neurons für das Auftreten eines Gesetzes: des neuronalen Input-Output-Gesetzes.

Auch in diesem Fall gilt: *Das Ganze – das Neuron – bestimmt die Aktionen seiner Bestandteile*.

Als letztes Beispiel wählen wir *geistige Zustände*. Sie sind globale Erregungsmuster neuronaler Netze, die aber, wie im vorigen Kapitel skizziert, nicht durch das neuronale Input-Output-Gesetz und die Architektur des neuronalen Netzes festgelegt sind – diejenigen neuronalen Aktivitäten, die in funktionell ungebundenen (assoziativen) Arealen nur auf Grund dieser beiden Bedingungen stattfinden, können in unserem Zusammenhang durchaus als zufällig aufgefasst werden –, sondern die dem Netz *durch äußere Bedingungen* – durch reale Objekte und Abläufe – eingepägt werden, sodass sie zu deren *Repräsentationen* werden können. Geistige Zustände strukturieren auf diese Weise den Phasenraum des Netzes, und die Abfolge geistiger Zustände bestimmt die Dynamik des Netzes. Der

Ablauf ist wiederum gesetzmäßig: er folgt dem jeweiligen (individuellen) geistigen Gesetz, das auf der (annähernden) Konstanz der geistigen Zustände – verstanden als globale Zustände des Netzes – sowie der Übergänge zwischen ihnen beruht.

Abermals lässt sich behaupten: *Das Ganze – die geistigen Prozesse, aufgefasst als globale Phänomene des neuronalen Netzes, die Attraktoren im Phasenraum des Netzes darstellen – bestimmt die Dynamik des Netzes und seiner Elemente.*

Was für diese Beispiele gilt, trifft auch im Allgemeinen zu: Form und Struktur eines Seienden bestimmen seine Dynamik. Die Richtung der Kausalität ist nicht "von unten nach oben", sondern "von oben nach unten", oder anders gesagt: die Dynamik eines Seienden hängt nicht (nur) von seinen Bestandteilen und deren Wechselwirkungen ab, sondern (auch) von seiner Form und Struktur; sie sind es, die die Struktur des Phasenraums des Seienden vorgeben und die Auswahl möglicher Trajektorien treffen.

Es ist hier von entscheidender Bedeutung, dass die Wirklichkeit kein algorithmisches System ist. Denn wäre sie das, dann wäre ja die Kausalität "von unten" *vollständig*, und für die Kausalität "von oben" wäre kein Platz. Es würde genügen, *ein einziges Mal* die korrekten Anfangsbedingungen in den fundamentalen Gesetzesmechanismus einzugeben, und dann würde der Mechanismus in alle Ewigkeit weiterlaufen. Kausalität von oben wäre dann kein eigenständiges Phänomen; Jede Beschreibung auf einer höheren Schicht des Seienden wäre nichts anderes als eine vereinfachte Darstellung bzw. Zusammenfassung von Tatsachen, die aus den Gegebenheiten der jeweils eine Stufe tiefer liegenden Schicht des Seienden folgen. Damit würde aber zugleich letztlich alles aus der tiefsten Schicht folgen, und jede andere Schicht des Seienden hätte ihre Eigenständigkeit verloren.

Das lässt sich durch das folgende ganz einfache Beispiel veranschaulichen: Die Operation $2+2=4$ auf einem Taschenrechner kann auf zwei Arten beschrieben werden: Auf der Eingabeebene – als Abfolge von 4 Tastendrücken – oder auf der elektronischen Ebene. In diesem Fall ist aber klar, dass die kausalen Zusammenhänge in den logischen Schaltungen der elektronischen Ebene zu suchen sind und nicht in den Tastendrücken. Das Resultat 4 steht zu den Eingabe-Tastendrücken nur mittels der Schaltungen in Beziehung. Die Ebene der Tastendrücke hat also keine Selbständigkeit, und die Beschreibung des Vorgangs durch die Abfolge der Tastendrücke ist bloß eine vereinfachte Darstellung, die die kausalen Zusammenhänge nicht enthält.

Wäre die Wirklichkeit ein algorithmisches System, dann würden die Verhältnisse in allen Fällen denen des Taschenrechner-Beispiels gleichen. Der Nachweis, dass die Wirklichkeit kein algorithmisches System ist, ist also für die Existenz eigenständiger, hierarchisch höherer Ebenen von Seiendem notwendig.

Der Gedankengang, durch den diese Eigenständigkeit begründet werden kann und der schließlich bis hin zur Willensfreiheit führt, lässt sich – unter Einbeziehung der Aussagen dieses Kapitels – wie folgt skizzieren:

Er beginnt mit der Zweiteilung der naturwissenschaftlichen Beschreibung der Wirklichkeit in *Gleichungen* und *Anfangsbedingungen*, d.h. in mathematische Zusammenhänge zwischen Variablen und den Werten dieser Variablen zu einem bestimmten Zeitpunkt.

Infolge der Annahme, dass die Welt aus einer endlichen Anzahl von elementaren, miteinander wechselwirkenden Entitäten besteht, wird durch die gegenwärtige Physik die Vorstellung nahe gelegt, Anfangsbedingungen seien die Werte der Attribute solcher Entitäten, und globale Zusammenhänge seien algorithmisch fassbar. Zwar ist die Annahme der Berechenbarkeit der Natur, wie zuvor gezeigt, auch unter der Voraussetzung der Existenz elementarer Entitäten falsch, aber die volle Bedeutung der beiden Elemente der Beschreibung – Anfangsbedingungen und Gesetze – wird erst klar, wenn sie von den metaphysischen und logischen Voraussetzungen her betrachtet werden, aus denen in dieser Arbeit die Entstehung der Wirklichkeit rekonstruiert wurde.

Die tiefste Ebene der Wirklichkeit ist hier *Veränderung von NICHTS*. Durch Definition von NICHTS als die notwendigen und hinreichenden Voraussetzungen von Existenz wird diese Ebene zu einem sich verändernden Raum-Zeit-Kontinuum, das nur in Form dieser Veränderung existiert und dessen einzige Regel darin besteht, dass die differenzielle Änderung der metrischen Dichte des Raums stets gleich der differenziellen Änderung der metrischen Dichte der Zeit ist.

Es gibt also am *Ursprung des Seienden* nur ein einziges Gesetz, und dieses Gesetz wirkt im unendlich Kleinen.

Es lässt sich daraus im Allgemeinen kein Algorithmus ableiten, auch nicht in Verbindung mit irgendwelchen Anfangsbedingungen, weil sich diese Anfangsbedingungen ins Unendliche verflüchtigen: Es wäre unsinnig, die überabzählbar vielen Werte von σ und ζ als Anfangsbedingungen zu bezeichnen. Sie müssen vielmehr als *veränderlicher globaler Zustand* verstanden werden, dessen wesentliches Merkmal es ist, dass seine räumlichen und zeitlichen Zusammenhänge nicht algorithmisch erfasst werden können – nicht ohne die Annahme zusätzlicher Ordnung. Dadurch wird die Aussage "die Zukunft folgt aus der Gegenwart" falsch; Der globale künftige Zustand ist nicht ableitbar. Das zweite Element der Beschreibung, das jetzt also nicht mehr "Anfangsbedingungen", sondern "globaler Zustand" heißt, erlangt dadurch eine *prinzipielle Selbständigkeit*, die ihm in der konventionellen Sichtweise nicht zukommt.

Wie gezeigt wurde, ist es gerade diese Selbständigkeit des globalen Zustandes, die zum Ausgangspunkt für den Beweis der Eigenständigkeit von komplexem Seiendem wird; Was als *Form* und *Struktur* von Seiendem erscheint, ist ja nichts anderes als ebendieser globale Zustand: aus den im allgemeinen Fall zufälligen und nicht algorithmisch erfassbaren globalen Bedingungen entstehen durch die Selbstorganisation der Natur Form und Struktur von Seiendem, d.h. es entsteht *Kausalität von oben*.

Die Entstehung von Seiendem ist somit gleichbedeutend mit der Entstehung von Gesetzen, die die innere und äußere Dynamik dieses Seienden regeln. In einfachen, idealisierten Fällen kann der globale Zustand algorithmisch komprimiert werden, d.h. in die Form lösbarer Gleichungssysteme gebracht werden.

Was im Rahmen der Standardphysik als elementare Schicht des Seienden erscheint, wird von dem hier eingenommenen Standpunkt aus zur ersten und einfachsten Schicht der Wirklichkeit, die sich aus dem *Ursprung des Seienden* entfaltet, und die sogenannten *Naturgesetze* der Standardphysik stellen sich als Gesetze der Art heraus, die ich im vorigen Kapitel als *Gesetze der Form* oder *Strukturgesetze* bezeichnet habe.

Die Entfaltung der Natur schreitet jedoch weiter fort: die einfachen Formen des Seienden schließen sich zu komplexeren Formen zusammen, und es entstehen abermals neue Gesetze.

Aus dieser Sicht besteht zwischen der Natur und ihrer Beschreibung folgender Zusammenhang:

1. Kein Beschreibungssystem kann die Wirklichkeit exakt wiedergeben. Es ist für die Beschreibung der Wirklichkeit *geeignet*, wenn es die in der Wirklichkeit auftretenden Objekte enthält und deren Verhalten in hinreichender Näherung darstellt.
2. Wachsende Komplexität der Natur bedeutet wachsende Komplexität der Beschreibung. Wenn Strukturen höherer Komplexität entstehen, dann muss das zuvor für die Beschreibung der Natur geeignete System durch ein komplexeres ersetzt werden, das das vorherige enthält.

Falls es eine Theorie von Allem gäbe, dann müsste sie das endgültige System sein, d.h. jenes, das alle diese Systeme umfasst. In jedem Fall gilt aber, dass mit dem Auftreten psychischer Zustände kein System mehr zur Beschreibung der gesamten Natur geeignet ist, weil damit der Bereich verlassen wird, der durch feststehende Gesetze beschreibbar ist. Deshalb kann es keine Theorie von Allem geben, die psychische Phänomene mit einschließt. Da aber psychische Zustände Teil der Natur sind, kann es überhaupt keine Theorie von Allem geben.

4.5. Über Ordnung und Gesetze

Dieser Abschnitt enthält einige Notizen über die Entstehung von Ordnung und über dynamische Gesetze. Zur Entstehung von Ordnung habe ich allerdings nichts Wesentliches zu sagen – es erscheint mir aber unerlässlich, an dieser Stelle zumindest das Notwendigste zur Sprache zu bringen, damit es im argumentativen Zusammenhang den ihm zukommenden Platz einnehmen kann.

Ich umgehe die Schwierigkeit, Ordnung zu definieren. Für die Zwecke der folgenden Ausführungen ist es hinreichend, Ordnung als Oberbegriff über die Begriffe Form, Struktur, Regelmäßigkeit, Periodizität usw. aufzufassen.

Nach dem vorher Gesagten gilt Folgendes:

Die wissenschaftliche Beschreibung der Natur besteht aus *Gesetz* und *globalem Zustand*. Das Gesetz bleibt immer gleich. Also ist die Entstehung von Ordnung immer eine Veränderung des globalen Zustands, der sich vom Zufälligen zum Geordneten hin entwickelt.

Die Entstehung von Seiendem ist gleichbedeutend mit der Entstehung von Ordnung und der Entstehung von Strukturgesetzen, in denen sich diese Ordnung ausdrückt. Die Entstehung von komplexerem Seiendem ist gleichbedeutend mit der Entstehung von zusätzlicher, höherer Ordnung und weiteren, hierarchisch höheren Strukturgesetzen.

Die wichtigste Frage ist nun zweifellos: *Wie* entsteht Ordnung?

Geht man von der Tatsache aus, dass weder der globale Zustand selbst noch seine zeitliche Entwicklung algorithmisch erfasst werden können, dann scheint es im ersten Augenblick, als würde sich die Entstehung von Ordnung überhaupt jeder Beschreibung entziehen. Das ist aber nicht der Fall. Es ist bei vielen Systemen möglich, auf Grund gegebener Randbedingungen Aussagen über die Struktur des Phasenraums des Systems zu machen – insbesondere über die darin vorhandenen Attraktoren – und daraus Schlüsse zu ziehen, ob das System einem geordneten Zustand zustrebt.

Gerade am Anfang der Selbstentfaltung der Natur – dort also, wo die Bedingungen am einfachsten sind, weil sie aus bloßer Notwendigkeit hervorgehen – und am uns derzeit bekannten komplexesten (vorläufigen) Endpunkt dieser Entfaltung ist es möglich, auf diese Weise die Entstehung von Ordnung zumindest prinzipiell zu begreifen:

Die Einsicht, wie sich das Universum am Anfang selbst organisiert, folgt – wie am Ende des zweiten Teils beschrieben – aus der Annahme, dass es eine geschlossene metrische Struktur von unveränderlicher Größe ist, die daher dem einfachsten Attraktor zustreben wird: dem Zustand stehender Wellen.⁹ (Es ist aber zu bedenken, dass diese Schlussfolgerung nur dann genau zutreffen würde, wenn das Universum ein ideal-elastisches Medium wäre. Da es jedoch ein Raum-Zeit-Kontinuum ist, das keine absolute Dichte hat, sind die Verhältnisse viel komplexer, und der Stehende-Wellen-Zustand ist vermutlich nur einer von mehreren ordnenden Mechanismen.)

Am Ende der Entwicklung, dort, wo die Ordnung des Reichs des Geistes herrscht, wird die Entstehung von Ordnung abermals dadurch begreifbar, dass die geistigen Zustände als Attraktoren aufgefasst werden, die dem Phasenraum des neuronalen Netzes durch die Wahrnehmung von Objekten und Ereignissen und deren Verbindung mit inneren Informationen aufgeprägt werden. Wird die Herausbildung der geistigen Ordnung auf diese Weise verstanden, dann stimmt sie ganz selbstverständlich mit unserer intuitiven Auffassung von Geist überein.

Wie die Chaosdynamik lehrt, kann es jedoch außerordentlich schwierig sein, die Attraktoren im Zustandsraum eines Systems – und damit die Selbstorganisation des Systems zu geordneten Mustern – zu bestimmen. Diese Art von Prozessen ist erst in den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts in den Blick der Naturwissenschaften gelangt, und sie bleibt, nach einer Phase medialer Aufmerksamkeit, bis heute – wegen der großen mathematischen Schwierigkeiten und der daraus folgenden geringen Aussicht auf schnellen Erfolg – ihr wenig geliebtes Stiefkind, obwohl es doch offensichtlich ist, dass die Frage der Entstehung von Ordnung mindestens die gleiche Aufmerksamkeit verdiente wie die gegenwärtig dominierende Erforschung naturgesetzlicher bzw. – vom hier eingenommenen Standpunkt aus – strukturgesetzlicher Prozesse.

Sind Prozesse der Selbstorganisation keine solchen Prozesse? Das ist tatsächlich der Fall. Die Gesetze, denen sie gehorchen, stellen einen weiteren Typus von Gesetzen dar, der zwei Kriterien erfüllt:

1. Selbstorganisation setzt nichtlineare Rückkopplung voraus. Daher sind die Gleichungen nichtlinear.
2. Die Gleichungen enthalten Variablen, die sich nicht auf Attribute einzelner, lokaler Entitäten beziehen – es sind vielmehr *globale Variable*, d.h. solche, die Eigenschaften des ganzen Systems ausdrücken.

⁹ Zur unveränderlichen Größe siehe Kapitel 8. *Kosmologie* im zweiten Teil. Ob die Geschlossenheit der metrischen Struktur aus dem Gesetz selbst hervorgeht (ob sie die einzige Randbedingung ist, die mit dem Gesetz verträglich ist), weiß ich nicht. Ich nehme es aber an. Ansonsten müsste sie als zusätzliche Bedingung angenommen werden.

Die zweite Aussage bedeutet, dass auch bei den Gesetzen der Entstehung von Ordnung – genauso wie bei den Strukturgesetzen, in denen sich eine bereits vorhandene Ordnung ausdrückt – der globale Zustand die zeitliche Entwicklung des Systems bestimmt. Und auch hier muss, damit dies zu einer *ontologischen* Aussage werden kann, wieder die zuvor gezeigte Selbständigkeit (Unableitbarkeit) des globalen Zustands vorausgesetzt werden; andernfalls wären die *globalen Parameter* – wie bei der konventionellen Sicht – bloß ungenaue Zusammenfassungen lokaler Gegebenheiten und kein eigenständiges Element der Beschreibung.

Ein Beispiel zur Verdeutlichung: das erste bekannte, nach seinem Entdecker "Lorenz-System" benannte chaotische System, das die Dynamik einer viskosen, inkompressiblen Flüssigkeit beschreibt, die sich zwischen zwei Platten befindet, zwischen denen eine Temperaturdifferenz herrscht. Das System hat 3 Variablen – nennen wir sie X, Y, und Z, die auf folgende Weise definiert sind: ¹⁰

X ist proportional zum Betrag der Konvektionsgeschwindigkeit.

Y ist proportional zur Temperaturdifferenz zwischen aufsteigender und fallender Strömung.

Z ist proportional zur Abweichung vom linearen vertikalen Temperaturprofil.

Falls die Temperaturdifferenz ΔT der beiden Platten über einer bestimmten Grenze r_0 liegt, verhält sich das System chaotisch, und im Zustandsraum bildet sich der bekannte *Lorenz-Attraktor*.

Da das Lorenz-System nur einen einzigen Attraktor hat, stellt sich für $\Delta T > r_0$ in jedem Fall – *unabhängig von den Anfangsbedingungen* – der Zustand ein, der durch den Attraktor repräsentiert wird. Das Verhalten des Systems wird also durch *globale Parameter* geregelt – sie bestimmen das Muster, das sich im Zustandsraum ausbildet.

An diesem Beispiel sind die folgenden, für die mathematische Darstellung der Selbstorganisation typischen Merkmale zu finden:

1. Das System ist in einem gewissen Maß unabhängig von Anfangsbedingungen der Art, von denen bisher immer die Rede war, d.h. von Anfangsbedingungen in der Form von Variablenwerten, die Objekt-Attributen oder Feldgrößen entsprechen.

2. Deshalb wird auch nicht das Verhalten der Bestandteile des Systems untersucht – das wäre unmöglich –, sondern das globale Langzeitverhalten, also die Muster, auf die hin sich das System

¹⁰ Das Folgende ist einer Arbeit von *Andreas Jung* entnommen, zu finden unter <http://andreas.welcomes-you.com/research/talks/lorenz/>

entwickelt. Sie sind Attraktoren des Zustandsraums, wobei für die Musterbildung vor allem chaotische Attraktoren von Bedeutung sind.

Es ist also offensichtlich, dass es sich bei Prozessen der Selbstorganisation um einen völlig neuen Bereich der Naturbeschreibung handelt, bei dem das Ziel nicht, wie sonst in der Naturwissenschaft, die möglichst exakte und detaillierte Ermittlung eines künftigen Systemzustands ist, sondern das Erlangen von *Gestaltinformation*.¹¹

Das Prinzip der Selbstorganisation fügt sich auf folgende Weise in die hier vorgestellte Sicht des Aufbaus der Natur ein:

In den vorangegangenen Abschnitten dieses Kapitels und im vorigen Kapitel ist gezeigt worden, dass sich im allgemeinen Fall die globalen Bedingungen nicht in einem Algorithmus zur Berechnung der zeitlichen Entwicklung eines Systems zusammenfassen lassen. Dadurch blieb aber zunächst unklar, wie diese Entwicklung verstanden werden könnte. Hier stellt Selbstorganisation durch Rückkopplung die notwendige Ergänzung dar: An die Stelle der Beschreibung durch einen Algorithmus, der Variablen beinhaltet, die den Attributen einzelner Objekte entsprechen – was im allgemeinen Fall unmöglich ist, weil es einen solchen Algorithmus einfach nicht gibt – tritt die Analyse der globalen Bedingungen, und die Beschreibung erfolgt mittels Variabler, die globale Systemeigenschaften repräsentieren.

4.6. Einige Folgerungen

Die Selbständigkeit globaler Parameter

Obwohl die Beschreibung chaotischer, rückkoppelnder Systeme deterministisch sein kann – wie etwa beim Lorenz-System –, wäre es nach den Analysen der Abschnitte 4.2. und 4.3. nicht korrekt, daraus auf die Determiniertheit des Systems selbst zu schließen. Ich skizziere nochmals die Begründung:

In einem linearen System, wie es etwa in hinreichender Näherung eine große Menge von Gasmolekülen in einem geschlossenen Behälter darstellen würde, gibt es – zumindest *im Prinzip* – einen Algorithmus, durch den sich aus den Orten und Impulsen der Moleküle die Entwicklung des Systems be-

¹¹ Allerdings sind die Muster in vielen chaotischen Systemen (wie z.B. beim Wetter) nur im Phasenraum erkennbar. In der Wirklichkeit bleiben sie verborgen, weil ihnen genau dasjenige fehlt, was sie erst zu etwas *Seiendem* machen würde: die *Form*, die im realen 3-dimensionalen Raum existiert und sich über eine gewisse Zeit erhält.

stimmen ließe. Natürlich wäre es bei einer Zahl von, sagen wir: 10^{26} Molekülen vollkommen abwegig, diese Art der Beschreibung tatsächlich zu versuchen, aber es spricht nichts gegen die Annahme der Existenz eines solchen Algorithmus. Daher ist dieses (idealisierte) System *deterministisch*.

Im Gegensatz dazu existiert aber in einem nichtlinearen, rückkoppelnden System *prinzipiell* kein solcher Algorithmus. Das wurde in 4.2. und 4.3 für kontinuierliche selbstorganisierende Systeme gezeigt; Es gilt aber auch für Systeme, die aus einer endlichen Anzahl miteinander wechselwirkender Objekte bestehen – wie etwa ein System aus einer großen Anzahl aneinander gebundener gravitierender Körper.

Was bedeutet es dann, wenn die Gleichungen, durch die ein selbstorganisierendes System beschrieben wird, deterministisch sind? Die Antwort lautet wie folgt:

Diese deterministischen Gleichungen enthalten nicht alle Einzelheiten des Systemzustands; Sie beziehen sich nicht auf die Eigenschaften der einzelnen Elemente des Systems, sondern auf globale Eigenschaften, d.h. solche des ganzen Systems. Die Details werden ignoriert. Es handelt sich also um einen "qualitativen Determinismus"; Zwei Systeme können denselben chaodynamischen Gleichungen genügen, obwohl sie sich in den Details unterscheiden. Sie würden zwar demselben Attraktor zustreben, aber sie blieben dennoch unterscheidbar.

Lokale Unterschiede bleiben aus dieser "qualitativ deterministischen" Beschreibung ausgeschlossen, und deshalb kann aus der Tatsache, dass die Gleichungen der Chaodynamik deterministisch sind, nicht die Determiniertheit der damit beschriebenen Systeme gefolgert werden.

Man ist also abermals mit der *Selbständigkeit des globalen Zustands* konfrontiert – und hier ist das gleichbedeutend mit der *Selbständigkeit der Beschreibung durch globale Parameter*.

Eine solche Beschreibung kann daher nicht bloß als Zusammenfassung lokaler deterministischer Vorgänge aufgefasst werden. Sie ist davon unabhängig und stellt somit eine *fundamentale Ebene* der Beschreibung dar – in dem Sinn, dass sie *nicht* auf Bewegungsgleichungen reduziert werden kann, die für die einzelnen Elemente des Systems gelten, weil solche Bewegungsgleichungen einfach *nicht existieren*. Und das ist der eigentliche Grund dafür, dass sich hier die Prinzipien der Beschreibung ändern müssen, konkret: dass man von der lokalen Beschreibung zur globalen Analyse der Gestaltbildung überwechseln muss.

Das alles trifft auch im Fall konventioneller Betrachtungsweise zu. Dennoch werden die Verhältnisse erst völlig klar, wenn man sie von dem hier präsentierten Aufbau der Physik aus betrachtet:

Hier gibt es keine Ebene aus elementaren Entitäten, aus der sich alles zusammensetzt und deren Dynamik alles bestimmt. Stattdessen gibt es ein Kontinuum und dessen differenzielles Gesetz. Aus diesem Gesetz allein folgt jedoch *nichts*. Es bedarf immer der *globalen Verhältnisse*. Das bedeutet: hier sind Gesetz und (veränderliche) Randbedingungen – d.h. *Gesetz und globaler Zustand* – gleichwertig. Es gibt nur beides zusammen. Es gibt nur Kausalität von unten und von oben zugleich.

Die Gültigkeit der deterministischen chaodynamischen Gleichungen, die globale Parameter enthalten, ist ein Beweis, dass in rückkoppelnden selbstorganisierenden Systemen tatsächlich der *globale Zustand* die Führung übernimmt und die Entwicklung des Systems bestimmt.

Objekte; Objekt-Attribute und Wechselwirkungen

Nehmen wir an, ein Bereich des Raum-Zeit-Kontinuums habe sich aufgrund bestimmter Randbedingungen von einem ungeordneten zu einem geordneten Zustand hin entwickelt, und es sei dadurch ein Muster entstanden, das sich nicht nur in einem Zustandsraum zeigt, sondern auch im realen dreidimensionalen Raum. Nehmen wir ferner an, dieses Muster bleibe über eine gewisse Zeit (das kann eine Milliardstel Sekunde sein oder auch 100 Milliarden Jahre) annähernd unverändert bestehen.

Dann ist *Seiendes* entstanden – ein Objekt, das Form und Struktur hat und bestimmte Attribute aufweist. Es ist aber nicht *elementar* (im Sinn von substanziell unteilbar und strukturlos), sondern ein *dynamisches Muster*, und deshalb sind seine Attribute nichts anderes als *globale Parameter*; Während die Beschreibung der Entstehung von Seiendem die Verwendung zeitlich veränderlicher globaler Parameter erfordert, muss das Seiende selbst – also das, was sich als (annähernd) stationäres Endprodukt dieser Entwicklung zeigt – durch (annähernd) konstante globale Parameter beschrieben werden, und das sind dann offenbar die Attribute dieses Seienden. Beispiele dafür sind etwa *elektrische Ladung* oder *Masse*, oder die Eigenschaften von Zuständen der sogenannten *Elektronenhüllen* von Atomen.

Sie gehen als Variablen in *Strukturgesetze* ein, die die Wechselwirkungen zwischen Objekten mit diesen Attributen beschreiben: Elektromagnetismus, Gravitation, atomare und molekulare Gesetzmäßigkeiten.

Damit ist jene Ebene der Wirklichkeit erreicht, die in der Standardphysik für elementar gehalten wird. Auf dieser Stufe einfacher physikalischer Objekte und ihrer Wechselwirkungen begegnet uns nun wiederum jenes Phänomen, das zuvor als wesentliches ontologisches Charakteristikum der Dynamik der fundamentalen Ebene (des Raum-Zeit-Kontinuums, das allem Seienden vorausgesetzt ist) bestimmt wurde: Wie das Kontinuum selbst sind auch Systeme, die aus solchen einfachen Objekten bestehen und in denen die mit den Objekten zugleich entstandenen Strukturgesetze gelten, nur dann

algorithmisch, wenn sich in ihnen *mehr* an Ordnung findet, als durch die Gesetze allein schon vorgegeben ist. Wenn das nicht der Fall ist, dann hängt die Entwicklung des Systems abermals von globalen Parametern (höherer Ordnung) ab, und es können nun unter geeigneten Randbedingungen abermals neue, komplexere Objekte entstehen, mit neuen Attributen und neuen Wechselwirkungen usw. Wie oft sich diese stufenweise aufwärts strebende Entwicklung wiederholen kann hängt von den jeweiligen Bedingungen ab. Das einzige uns zurzeit bekannte System, das einen evolutionären Aufstieg über etliche Stufen bis hin zu Seiendem von bemerkenswert hoher Komplexität ermöglicht, ist die Biosphäre der Erde.

Die Richtung der Zeit als fundamentale Tatsache

Infolge der Ausführungen der letzten Abschnitte stellt sich die Frage nach der Richtung der Zeit in neuer Form:

Der mathematische Ausdruck für den Prozess, der die Wirklichkeit erzeugt, ist $\frac{d\sigma}{dr} = \pm \frac{1}{c^2} \frac{dv}{dt}$.

Es ist also ein *differenzieller* Prozess, und daraus folgt, dass Aussagen, die Zuständen der Wirklichkeit entsprechen sollten, eine überabzählbare Menge von Fakten enthalten müssten und sich nicht zu endlichen Aussagen komprimieren ließen.¹² Das bedeutet aber, dass Zustände der Wirklichkeit durch kein mathematisches System vollständig erfasst werden können.

Daraus folgt, dass alle mathematischen Konzepte, auf denen die Beschreibung der physikalischen Wirklichkeit bisher beruhte, nur noch den Status von Näherungen haben. Das gilt z.B. auch für den Hamiltonschen Formalismus, der im Allgemeinen als Basis für den Beweis von Zeitumkehr dient. Sogar das Phasenraumkonzept selbst ist betroffen – es gibt keinen Phasenraum mit überabzählbar vielen Dimensionen – und ist somit nur für näherungsweise gültige oder qualitative Aussagen geeignet. (Ich werde es im Folgenden in diesem Sinn verwenden.)

Die Behauptung: "Zeitumkehr ist möglich" bzw. "Die umgekehrte Trajektorie existiert" muss also zur Behauptung abgeschwächt werden: "Zeitumkehr ist annähernd möglich" bzw. "Es gibt Trajektorien, die annähernd mit umgekehrten Trajektorien übereinstimmen".

Auch diese schwächere Behauptung ist aber nur für Systeme richtig, bei denen sich die zeitliche Entwicklung durch die Bewegungsgesetze der Bestandteile ausdrücken lässt – ein typisches Beispiel wäre etwa das System einer großen Anzahl sich bewegender Gasmoleküle in einem Behälter –, sie wird

¹² Vermutlich gilt sogar, dass sie auch nicht zu abzählbar unendlichen Aussagen komprimiert werden könnten.

jedoch falsch, wenn man versucht, sie auf Systeme anzuwenden, die sich auf einen geordneten Zustand hin entwickeln oder einen solchen aufrechterhalten. Diese Art von Systemen wird, wie zuvor ausgeführt, eben nicht durch Bewegungsgleichungen elementarer Objekte geregelt – solche Objekte existieren offensichtlich nicht, da die Punkte des Kontinuums keine "Objekte" sind –, sondern durch Gleichungen, in denen die zeitliche Entwicklung durch globale Parameter ausgedrückt wird: die nichtlinearen, rückkoppelnden Gleichungen der Chaodynamik.

Zeitsymmetrie bedeutet jedoch die Umkehrung der Bewegungsrichtung *aller* Bestandteile eines Systems. Da sich die lokalen Gesetzmäßigkeiten der Bewegungen der Punkte aber den globalen Gesetzen unterordnen, ist eine solche Umkehrung unmöglich, und das bedeutet: der umgekehrte zeitliche Verlauf ist ausgeschlossen.

Die Richtung der Zeit ist also keine Frage von Wahrscheinlichkeit: Zeitsymmetrie kann es – außer in idealisierten Sonderfällen – aus prinzipiellen ontologischen Gründen nicht geben.¹³

Seiendes als Attraktor

Alles Seiende ist ein Muster aus Veränderungen des Raum-Zeit-Kontinuums. Da es seine Form über einen gewissen Zeitraum erhält, muss es einem Attraktor der Kontinuumsdynamik entsprechen – und das gilt für *jedes* Seiende, vom Elementarteilchen bis zum geistigen Zustand. Damit steht zugleich fest, dass Seiendes niemals vollkommen gleich bleibt. Das lässt sich wie folgt zeigen:

Zur Auswahl stehen drei Arten von Attraktoren: Fixpunkte, zyklische Orbits und chaotische Attraktoren. Fixpunkte gehören zu statischen Zuständen. Solche Zustände sind in einer Wirklichkeit, die nur als sich verändernde existiert, nicht möglich. Also beschränkt sich unsere Auswahl auf zyklische und chaotische Attraktoren.¹⁴

¹³ Es war bekanntlich Ilya Prigogines Anliegen, die Richtung der Zeit aus den Gesetzmäßigkeiten der Selbstorganisation abzuleiten. (Siehe dazu etwa *Das Paradox der Zeit*, München, Piper, 1993.)

Ich meine aber, dass dieses Vorhaben scheitern muss, wenn nicht zugleich die Annahme widerlegt wird, dass es fundamentale Bewegungsgleichungen gibt, die die Dynamik der elementaren Bestandteile eines Systems enthalten und dadurch das ganze System determinieren. Es ist im Grunde derselbe Sachverhalt wie bei der Willensfreiheit: Die Dominanz des Globalen über das Lokale kann erst dann behauptet werden, wenn es keine elementare Schicht der Wirklichkeit gibt, aus der auf algorithmische Weise die Zukunft erzeugt wird.

¹⁴ Außerdem kann es noch stationäre Zustände in der Form von Singularitäten geben, wie im Fall schwarzer Löcher, wo ein kugelsymmetrischer, zeitlich konstanter metrischer Fluss ins Zentrum existiert.

Entspricht Seiendes einem chaotischen oder einem zyklischen Attraktor? Vermutlich gibt es beide Varianten. Wenn, wie bei der Quantenmechanik, die möglichen Zustände von Objekten und Systemen diskrete Folgen bilden, dann sind sie stehenden Wellen vergleichbar und entsprechen zyklischen Attraktoren. In diesem Fall kann – wie das in der Quantenmechanik ja auch geschieht – bei der Darstellung der Zustände und der Übergänge zwischen ihnen die fundamentale Nicht-Linearität des eigentlichen, ursächlichen Geschehens vernachlässigt werden.

Zustände, die stehenden Wellen entsprechen, sind jedoch niemals einander vollständig gleich. Betrachten wir zur Illustration wieder ein akustisches Vergleichsszenario: Wenn etwa zwei Hornisten auf identischen Instrumenten denselben Ton blasen, dann ist dennoch die Wahrscheinlichkeit, dass die Schwingungszustände der Luft in beiden Instrumenten vollständig übereinstimmen, gleich Null. Gleiches gilt für die Schwingungszustände im selben Instrument zu zwei verschiedenen Zeitpunkten.

Bei den stehenden Wellenzuständen der Quantenmechanischen Systeme ist dasselbe der Fall; Und genau das ist die Ursache dafür, dass für die Zeitpunkte der Übergänge zwischen solchen Zuständen nur Wahrscheinlichkeiten vorausgesagt werden können.^{15 16}

Für den Fall, dass Seiendes einem zyklischen Attraktor entspricht, gilt also genau das, was eingangs behauptet wurde: Es bleibt niemals vollkommen gleich. Damit gilt zugleich: Zwei Objekte derselben Art gleichen sich niemals vollständig.

Betrachten wir nun die zweite Variante. Falls Seiendes nicht einem zyklischen, sondern einem chaotischen Attraktor entspricht, dann folgt die Behauptung aus der Definition des chaotischen Attraktors: die Trajektorie geht nie zweimal durch denselben Punkt, und das bedeutet, dass es kein Seiendes gibt, das zu zwei verschiedenen Zeitpunkten eine vollständig identische Gestalt hat. Und auch in diesem Fall gilt, dass sich zwei Objekte derselben Art niemals vollständig gleichen.

¹⁵ Leider herrscht gegenwärtig das interpretative Missverständnis, es handle sich um "objektive" Wahrscheinlichkeiten. Es sind aber ganz "normale" Wahrscheinlichkeiten, deren Auftreten durch das Vorhandensein einer tieferen Ebene – der Ebene der Musterbildung durch Rückkopplung und der Kontinuumsflüsse und -wellen, die diese Muster verursachen und zugleich durch sie strukturiert werden – erklärt werden kann.

¹⁶ Der Bereich der Atome und Moleküle ist wegen seiner Strukturierung in Form stehender Wellen jener Bereich der Wirklichkeit, der einer algorithmischen Beschreibbarkeit am nächsten kommt. Aber auch wenn die fundamentale Nicht-Linearität hier vollständig gebannt scheint, ist das letztlich eine Täuschung. Die Unruhe des kontinuierlichen Hintergrundes – selbst wenn sie unmessbar bleibt – und die unvermeidlichen Störungen von außen verhindern, dass irgendein quantenmechanisches System ein dynamisches Gleichgewicht erreicht und dadurch vollständig linear wird.

Gibt es Objekte, die einem chaotischen Attraktor entsprechen? Vermutlich ja. Die Nichtlinearität der Vorgänge im Atomkern legt nahe, dass Atomkerne solche Objekte sind. Auch geistige Zustände könnten chaotische Attraktoren sein.

Dass Seiendes niemals vollkommen gleich bleibt, hat zur Folge, dass Gesetze, die Variablen enthalten, die sich auf Attribute von Seiendem beziehen, letztlich nur *Wahrscheinlichkeitsgesetze* sind bzw. – wenn sie, wie im Fall der Allgemeinen Relativitätstheorie, nicht als solche formuliert sind – in ihren Vorhersagen nicht ganz genau sein können. Vollständige Genauigkeit wäre nur erreichbar, wenn man bis zur tiefsten, Ebene der Wirklichkeit vordringen könnte – dorthin, wo die Wirklichkeit *exakt* mit dem fundamentalen Gesetz übereinstimmt. Das ist aber undurchführbar, denn dort wäre man wieder bei den überabzählbar vielen Werten der beiden Variablen σ und v angelangt.

Es fragt sich, wie weit es je gelingen kann, die nichtlinearen Prozesse, die letztlich die Voraussetzung für die Entstehung und den Wandel von Seiendem sind, zu beschreiben. Zweifellos wäre eine solche Beschreibung ungleich komplizierter als die schlichte Annahme, dass die einfachsten Formen des Seienden keine dynamischen Muster, sondern elementare, substanzielle Entitäten sind. Immerhin ist festzuhalten, dass der derzeitige Gewinn an Einfachheit um den Preis erkaufte wird, dass die Prozesse, bei denen sich die fundamentale Nicht-Linearität bemerkbar macht – und solche Prozesse gibt es mit Sicherheit – infolge der falschen Grundannahmen nur durch Formalismen beschreibbar sind, die der Wirklichkeit zwar quantitativ angenähert werden können, die jedoch in struktureller Hinsicht die Wirklichkeit vollständig verfehlen.¹⁷ Die Hypothese elementarer Entitäten macht den Weg zur tatsächlichen Struktur der Wirklichkeit vollkommen unzugänglich. Aber selbst wenn sich die Schwierigkeiten nichtlinearer Beschreibung als unüberwindlich erweisen sollten: wie im ersten Teil gezeigt wurde, ist allein schon durch die Korrektur der Interpretation ein wesentlicher Erkenntnisfortschritt erreicht; Die Wirklichkeit öffnet sich für die Begriffsbildungen, die uns zur Verfügung stehen, und die Unsinnigkeiten der gegenwärtigen Interpretation verschwinden.

Die drei Arten dynamischer Gesetze

Es gibt drei Arten von Gesetzen, denen die Dynamik von Systemen unterliegt:

a) Ein differenzielles Gesetz, das im unendlich Kleinen wirkt. Es ist das fundamentale Gesetz. Das Gewebe der Wirklichkeit wird daraus gefertigt. In diesem Sinn ist es *DAS Naturgesetz* bzw. *die Weltformel*.

¹⁷ Ich habe schon im zweiten Teil erwähnt, dass ich die Prozesse der sogenannten starken Wechselwirkung für Prozesse dieser Art halte.

Im allgemeinen Fall lässt sich der globale Zustand nicht algorithmisch komprimieren, d.h. es sind keine exakten Voraussagen über endlich ausgedehnte räumliche Bereiche möglich.

b) Die Gesetze der Entstehung von Ordnung. Sie sind rückkoppelnd und nichtlinear. Ihre Variablen entsprechen globalen Systemeigenschaften.

Die Verwendung globaler Variablen ist hier nicht auf einen Mangel an Kenntnis der lokalen Bedingungen zurückzuführen – auch deren vollständige Kenntnis würde zur Ermittlung der zeitlichen Entwicklung des Systems nicht genügen¹⁸ –, sondern darauf, dass die zeitliche Entwicklung – d.h. die Gestaltbildung – in selbstorganisierenden Systemen durch den *globalen Zustand* bestimmt wird und daher ausschließlich mittels der Darstellung durch globale Parameter erfasst werden kann.

c) Strukturgesetze. Sie existieren auf Grund einer bereits bestehenden Ordnung. Durch sie kann die Dynamik von Systemen auf der Basis von Entitäten und deren Wechselwirkungen beschrieben werden, die Elemente einer höheren Schicht der Wirklichkeit sind, die also durch Gesetze der zweiten Art entstanden ist.

Alle Strukturgesetze sind Wahrscheinlichkeitsgesetze. Wenn sie nicht als solche formuliert sind, sind sie nicht vollkommen genau.

Mögliche Abschwächungen der Voraussetzungen; Die Frage der Diskretisierung

In den Beweis, dass der globale Zustand ein eigenständiges Element der Beschreibung bildet – was wiederum eine notwendige Voraussetzung der Selbständigkeit des Geistes und der Willensfreiheit ist – sind die Grundannahmen meines physikalischen Systems eingegangen: Raum und Zeit sind kontinuierlich, das Gesetz, das die Wirklichkeit erzeugt, ist differenziell. Die Wirklichkeit ist ein differenzielles Gewebe aus Änderungen der Raumzeit.

Im Hinblick darauf, dass die gegenwärtige Physik von einer fundamentalen Quantisierung ausgeht, ist die Frage von Interesse, wie weit sich diese Voraussetzungen abschwächen lassen, ohne dass die Ergebnisse verloren gehen.

¹⁸ Im Fall der einfachsten Formen des Seienden – jener also, die durch Selbstorganisation des Kontinuums entstehen – ist diese Behauptung unmittelbar einsichtig, weil die Gesamtheit der lokalen Bedingungen hier eine überabzählbare Menge ist. Aber auch für den Fall, dass es sich um Selbstorganisationsprozesse handelt, bei denen sich nicht das Kontinuum, sondern eine große Zahl von Objekten zu Mustern organisiert, wird durch Rückkopplung die Existenz eines Algorithmus zur Berechnung künftiger Systemzustände ausgeschlossen. Man denke wieder an das Beispiel zahlreicher Körper, die gravitativ aneinander gebunden sind.

Wären Raum *und* Zeit diskret, dann wäre das Universum ein endliches algorithmisches System, und alles wäre determiniert. Es muss also zumindest angenommen werden, dass entweder der Raum kontinuierlich ist oder die Zeit. Sie lassen sich aber nicht voneinander trennen: Wenn eines von beiden diskret ist, dann ist es auch das andere. Es ist also notwendig, dass beide kontinuierlich sind.

Was ist mit der zur Zeit geltenden Sichtweise, dass eine endliche Anzahl von Entitäten *in* Raum und Zeit existieren und miteinander wechselwirken?

Das einfache Beispiel eines Systems zahlreicher Körper, die durch Newtonsche Gravitation aneinander gebunden sind, zeigt bereits, dass auch bei dieser Sichtweise kein Algorithmus existiert, der von der Gegenwart in die Zukunft führt. Also ist auch ein solches Universum nicht determiniert, und daher bleiben alle Schlussfolgerungen richtig, die hier durchgeführt wurden. Das gilt auch für den Fall, dass alle Wechselwirkungen quantisiert sind und dass alles Seiende nur eine diskrete Folge von Zuständen einnehmen kann: auch hier genügt die Annahme der Kontinuität des Raumes, denn aus ihr folgt, dass es für Seiendes unendlich viele mögliche Positionen im Raum gibt, wodurch abermals die Existenz eines Algorithmus ausgeschlossen wird. Allerdings wäre es auf Basis solcher Annahmen kaum möglich, den Unterschied zwischen Wirklichkeit und Beschreibung zu formulieren und zu verstehen.

Ergänzungen

1. Gleichung (1) ist linear. Warum kann dann von einer Selbstorganisation des Kontinuums durch nichtlineare Rückkopplung die Rede sein?

Erstens deshalb, weil der Übergang vom unendlich Kleinen zum Endlichen – außer in idealisierten, vereinfachten Fällen – zugleich ein Übergang vom Linearen zum Nichtlinearen ist. Man denke z.B. an Wellen: Wellen sind eigentlich *immer* nichtlinear – eine Tatsache, die in der Praxis nur deshalb vernachlässigt werden kann, weil entweder die Amplituden klein gegen die Wellenlänge sind oder weil sich die Wellen gerade auf Grund nichtlinearer Rückkopplung so verhalten, als wären sie linear.

Was bei Wellen der Fall ist, gilt auch ganz allgemein: Gleichungen, die die Dynamik des Kontinuums beschreiben, müssen – falls sie exakt gelten sollen – nichtlineare Terme enthalten. Berücksichtigt man diese Terme, dann ist man augenblicklich mit einer Komplexität konfrontiert, die mathematisch nicht beherrschbar ist.

Der zweite Grund ist, dass die nichtlinearen Gleichungen der Selbstorganisation ja gerade *nicht* aus Gleichung (1) folgen, sondern, wie vorher gezeigt worden ist, ein zweites, eigenständiges Element der Beschreibung sind.

2. Ich habe mich hier auf das Konzept der "Kausalität von oben" konzentriert. Selbstverständlich gibt es auch "Kausalität von unten" und "Kausalität auf gleicher Ebene". Über diese beiden Arten der Kausalität muss aber nichts weiter gesagt werden. Das einzige Problem besteht darin, dass gegenwärtig die Tendenz vorherrscht, sie für die einzigen beiden Arten von Kausalität zu halten.

Um "Kausalität von oben" – als notwendige Voraussetzung der Eigenständigkeit geistiger Phänomene – in ihr Recht zu setzen, sind jedoch, wie in diesem Kapitel gezeigt wurde, Änderungen der gegenwärtigen naturwissenschaftlichen Weltsicht erforderlich.

4.7. Das veränderte Bild der Wirklichkeit in der Übersicht

Die Natur entfaltet sich von der Gegenwart in die Zukunft, indem sie an jedem Ort das differenzielle Gesetz (1) vollzieht.

Dieses zeitliche Voranschreiten der Wirklichkeit kann durch Beschreibungen nicht reproduziert werden, weil Beschreibungen die metaphysische Qualität *Aktivität* fehlt. Deshalb genügt es in der Beschreibung nicht, das Gesetz und die Anfangsbedingungen zu kennen. In der Beschreibung müssen Kenntnisse über endliche Bereiche vorhanden sein, damit die Zukunft aus der Gegenwart abgeleitet werden kann, d.h. es muss integriert werden, was aber im allgemeinen Fall nicht möglich ist.

Das bedeutet: Kein zukünftiger Zustand irgendeines Systems kann in einer Beschreibung vollständig abgeleitet werden. Die Zukunft ist in keiner Beschreibung enthalten.

Die Zukunft existiert also nicht, bevor sie eintritt, mit anderen Worten: zu keinem Zeitpunkt existiert eine Zukunft – weder genau eine noch mehr als eine. Die Wirklichkeit ist daher weder deterministisch noch nicht-deterministisch.

Hier offenbart sich abermals ein Unterschied zwischen der Wirklichkeit *an sich* und der Wirklichkeit in einer Beschreibung: Beschreibungen sind entweder deterministisch oder indeterministisch, aber die Wirklichkeit *an sich* fügt sich nicht in das Schema von Determinismus und Indeterminismus ein. Sie entzieht sich dieser Alternative. Obwohl die wirkliche Zukunft aus der wirklichen Gegenwart entsteht, folgt die Beschreibung der Zukunft nicht aus der Beschreibung der Gegenwart.

Wenn die Wirklichkeit weder deterministisch noch indeterministisch ist – was ist sie dann?

Diese Frage kann – wie immer, wenn nach der Wirklichkeit *an sich* gefragt ist – nicht direkt beantwortet werden, aber man kann sich der Antwort annähern, indem man die differenzielle Betrachtungsweise verlässt und sich den globalen (topologischen und metrischen) Verhältnissen zuwendet.

Da die Gesamtheit der differenziellen Gegebenheiten nicht für ein Verfahren ausreicht, um aus der Gegenwart die Zukunft zu erzeugen, wird die Beschreibung mittels globaler Parameter und Randbedingungen zum eigenständigen Element der Darstellung.

Diese Form der Beschreibung hat eine zweifache Bedeutung:

1. *Die Entstehung von Ordnung* kann durch nichtlineare rückkoppelnde Gleichungen repräsentiert werden, in denen die Entwicklung eines Systems durch zeitlich veränderliche globale Parameter dargestellt wird.

2. Geeignete Randbedingungen vorausgesetzt, gibt es im Phasenraum solcher Systeme Attraktoren, auf die hin das System sich entwickelt. *Alles, was existiert*, entspricht einem solchen Attraktor. Die Attribute eines Seienden sind somit nichts anderes als (annähernd) konstante globale Parameter, die sich darauf beziehen, wie der Attraktor seine raumzeitliche Umgebung strukturiert.

Die globalen Bedingungen sind also sowohl für die Entstehung von Ordnung als auch für die auf Grund der entstandenen Ordnung bestehenden Gesetzmäßigkeiten verantwortlich: endliche Bereiche des Kontinuums ordnen sich zu Seiendem mit bestimmten Attributen und zu Strukturgesetzen (Wechselwirkungen), die zugleich mit diesem Seienden auftreten. Auf diese Weise bildet sich eine erste, elementare Schicht von *Existenz*, die aus Objekten und Strukturgesetzen (Wechselwirkungen) besteht.

Auch in dieser Schicht elementarer Objekte ist aber die Kenntnis der Gesetze und Anfangsbedingungen im allgemeinen Fall nicht hinreichend für die Ableitung der Zukunft. Dafür muss abermals zusätzliche Ordnung vorausgesetzt werden. Wie entsteht diese Ordnung? Auf dieselbe Weise wie zuvor: Unter geeigneten Randbedingungen organisieren sich die Objekte zu Strukturen und Formen, und es entsteht eine neue, komplexere Schicht von Objekten und Strukturgesetzen. Um diese Entwicklung zu verstehen, ist es wieder notwendig, von der lokalen auf die globale Betrachtungsweise überzugehen.

Dasselbe Spiel kann sich mehrfach wiederholen, wobei immer wieder neue Seinsebenen von zunehmender Komplexität entstehen. Auf allen Ebenen nähert sich die Wirklichkeit algorithmischer Beschreibbarkeit an, ohne sie aber jemals ganz zu erreichen.

Zurück zur Frage, welchen Status die Wirklichkeit in bezug auf die Alternative Determinismus – Indeterminismus hat.

Die Gleichungen der Selbstorganisation durch Rückkopplung sind deterministisch, d.h. die zeitabhängigen globalen Variablen haben zu jedem Zeitpunkt eindeutige Werte. Die lokalen Details sind in diesen Gleichungen aber nicht enthalten; Die Gleichungen stellen also keine vollständige Beschreibung des Systems dar, und daher kann der Determinismus der Gleichungen nicht auf das dadurch beschriebene System übertragen werden. Es bleibt ein unvollständiger Determinismus, der lediglich das globale Langzeitverhalten des Systems betrifft.

Damit ergibt sich in bezug auf die Frage "Determinismus oder Indeterminismus" folgendes Bild:

- a) Die Gesamtheit der lokalen (differenziellen) Gegebenheiten ist für die Festlegung der Zukunft nicht ausreichend.
- b) Die Beschreibung durch globale Parameter ist zwar deterministisch, jedoch werden die lokalen Unterschiede nicht berücksichtigt. Festgelegt wird dadurch nur die Gestaltbildung.

Die Verbindung beider Aussagen zeigt, wie das metaphysische Charakteristikum der Wirklichkeit *an sich*, weder determiniert noch nicht determiniert zu sein, sich auf der Seite der Beschreibung äußert:

In der differenziellen Betrachtungsweise folgt die Zukunft nicht aus der Gegenwart. In der globalen Betrachtungsweise ist die Entwicklung zwar determiniert, aber nur hinsichtlich der Entstehung von Form und Struktur. Will man die Wirklichkeit also im Schema deterministisch – indeterministisch einordnen, dann kann man ihr bloß einen qualitativen, sozusagen einen "weichen" Determinismus zuschreiben.

In dieser Sichtweise besteht zwischen dem an jedem Ort und zu jedem Zeitpunkt gesetzmäßigen Verhalten der Natur und der Annahme der Willensfreiheit kein Widerspruch mehr.

Weil die Wirklichkeit durch die Gesamtheit der lokalen (differenziellen) Sachverhalte nicht determiniert ist, wird der globale Zustand, ausgedrückt durch globale Parameter, zu einem eigenständigen Element der Beschreibung, und es kann außerdem behauptet werden, dass die Gesetze der jeweils komplexesten Schicht des Seienden, in denen die Attribute der Elemente dieser Schicht als

Variablen auftreten, die dominanten Gesetze sind. Dadurch ist es möglich, das Prinzip der *Kausalität von oben* zu begründen, in dem sich die Dominanz der jeweils komplexesten Schicht des Seienden ausdrückt.

Bei uns selbst ist das die Schicht der geistigen Prozesse.

Mit diesen Aussagen ist das Verhältnis von lokaler und globaler Beschreibung geklärt: Beide hängen miteinander zusammen, sind aber dennoch eigenständige Verfahrensweisen. Keine ist aus der anderen ableitbar, ihr Zusammenhang ist nicht formalisierbar. Erst durch die Verbindung beider ist es möglich, zu einem Verständnis der Wirklichkeit zu gelangen, die sich der Alternative deterministisch – nicht-deterministisch entzieht und in der die Phänomene *Geist* und *Wille* den ihnen zustehenden Platz einnehmen können.

Ein Aspekt von physikalischer, philosophischer und religiöser Bedeutung

Das, woraus alles entsteht, der *Ursprung alles Seienden*, ist *für uns* NICHTS, das sich verändert.

In die Form eines Satzes gebracht wird er zum einfachst-möglichen Sachverhalt, als Gesetz ausgedrückt zur einfachst-möglichen Gleichung.

Wesentlich ist, dass hier das Prinzip der Notwendigkeit regiert, das die größtmögliche Einfachheit erzwingt. Deshalb ist an dem, was der *Ursprung des Seienden für uns* ist, nichts außer *Aktivität*, dem metaphysischen Grundprinzip der Wirklichkeit. Werden die notwendigen Voraussetzungen von Existenz, Raum und Zeit, hinzugefügt, dann nimmt der *Ursprung des Seienden* die Gestalt von Gleichung (1) an.

In der Physik, in der Philosophie und auch in den verschiedenen Religionen wird jedoch meist angenommen, dass die Ordnung, zu der sich das Universum entfaltet, in irgendeiner Form schon *am Anfang* vorhanden sein muss.

Die Schlussfolgerungen dieses Kapitels zeigen aber, dass diese Annahme falsch ist. Die Zukunft ist nicht in der Vergangenheit enthalten, und die zukünftige Ordnung ist daher ebenfalls nicht in der Vergangenheit enthalten.

Am Anfang, der aber nur als Beginn der Entfaltung, oder sagen wir besser: *einer* Entfaltung des Universums verstanden werden darf und nicht als Beginn seiner Existenz, gibt es nur das sich

verändernde NICHTS. Dieses ist bloß es selbst und nichts sonst – es ist nicht das All-Eine, es ist nicht Gott oder wie auch immer die Religionen den Urgrund der Wirklichkeit nennen. Es ist nicht das "Absolute", es ist kein Wille, keine Absicht, kein Ordnungsprinzip, auch nicht ein "Zustand minimaler Entropie"; es "enthält" nichts von dem, was in Zukunft sein wird. Es ist bloß NICHTS.¹⁹

Durch sein differenzielles Wirken entfaltet es sich in die Zukunft, indem es globale, geordnete Zustände erzeugt.

Gerade deshalb, weil das differenzielle Gesetz die einfachst-mögliche Gleichung und sonst nichts ist, kann sich dann aus ihm selbst und mittels der jeweils entstehenden Randbedingungen der größtmögliche strukturelle Reichtum entwickeln. Durch das einfachst-mögliche differenzielle Gesetz werden der globalen strukturellen Entfaltung die wenigsten Einschränkungen auferlegt.

(Weiter zum nächsten Kapitel [5. Qualia.](#))

¹⁹ Analog zur Definition des "Wesens des Seienden", die im Abschnitt 5.3 folgt, ist das Wesen des *Ursprungs des Seienden* dessen Einheit von Substanz und metaphysischer Qualität *Aktivität*, d.h. sein "An-sich-Sein", soweit dieses zum Begriff werden kann. Daher lässt sich immerhin behaupten, dass es im Wesen des *Ursprungs des Seienden* liegt, sich zu all den Arten des Seienden zu entfalten, die wir vorfinden, und auch zu all denjenigen Arten des Seienden, die überhaupt möglich sind.