

Vorwort

Wozu noch ein weiteres Buch über die Geschichte unserer Welt? Es gibt doch schon so viele von dieser Sorte!

Um es gleich einmal vorwegzunehmen: Ich wollte die Geschichte der Welt einmal anders als üblich erzählen: nicht als die Geschichte von *Entdeckern* und *Entdeckungen*, sondern als eine – möglichst kurze – Beschreibung des *Gestaltungsprozesses* vom anfänglichen Chaos des Urknalls bis hin zur strukturierten Gesellschaft des modernen Menschen.

Was meine ich damit? In der Regel wird die Geschichte der Welt durch eine Abfolge von *Entdeckungen* dargestellt. Na, Sie wissen schon! So in der Art: „... bereits die alten Griechen hatten erkannt, dass ...“. Solche Bücher sind in der Regel gespickt mit Jahreszahlen, Namen von Forschern und Anekdoten aus deren Leben. Das mag zwar ein kurzweiliges Lesevergnügen bereiten, birgt aber die Gefahr in sich, dass man nach der Lektüre nicht mehr so recht weiß, was eigentlich der aktuelle Stand der Erkenntnis ist. Im Unterschied dazu wollte ich die Entwicklung unserer Welt kurz und bündig beschreiben und dabei den Schwerpunkt mehr auf die *Entwicklungsprinzipien* als auf die Forscher legen.

Während meines Physikstudiums wurde mir zunächst lang und breit die „alte Physik“ erläutert. Ich musste mich mit dem Newtonschen Gravitationsbegriff herumschlagen, demzufolge die Gravitation eine *Kraft* ist. Erst viel später kam dann jemand und sagte: „April, April! Es ist ja alles ganz anders! Die Gravitation ist gar keine Kraft, sondern eine *Eigenschaft der Raumzeit!*“ Dann lernte ich, die Welt mit den Augen des 20. Jahrhunderts zu sehen, wobei es mir nur unter großen Mühen gelungen ist, den inzwischen geschnürten „Knoten im Gehirn“ zu lösen.

Bis es die Menschen gelernt haben, die Welt aus der heutigen Perspektive zu betrachten, wurden viele Vorstellungen entwickelt, die sich später als unzureichend – und sehr häufig als falsch – erwiesen haben. Man dachte über Probleme nach, die dann im Lichte neuer Erkenntnisse gegenstandslos wurden. Ich stellte mir also die Frage: Soll man Ihnen, verehrte Leserin und verehrter Leser, tatsächlich sämtliche „Irrungen und Wirrungen“ der wissenschaftlichen Forschung auftischen, nur um am Ende zeigen zu können, wie „schlau“ wir doch inzwischen geworden sind?

Vorwort

In der Antike haben sich die Philosophen die Frage gestellt, was wohl geschehen möge, wenn man den Rand der Erdscheibe erreicht, oder wie es auf der Unterseite der Erdscheibe aussehen mag. Nachdem die Erkenntnis gereift war, dass die Erde eine *Kugel* ist, wurden beide Fragen gegenstandslos.

Später wurde darüber nachgedacht, wie der Äther beschaffen sei, durch den sich das Licht ausbreitet, und warum es keinen Unterschied macht, aus welchem Bewegungszustand heraus das Licht ausgesendet wird. Indem schließlich Albert Einstein mit seiner *Speziellen Relativitätstheorie* die Invarianz der Lichtgeschwindigkeit zum Prinzip erhob, schaffte er zugleich den Äther ab. Die beiden Fragen wurden wiederum gegenstandslos.

Ein drittes – und letztes – Beispiel: Isaak Newton soll zu seiner Gravitationstheorie dadurch inspiriert worden sein, dass sich vom Baum ein Apfel löste und ihm auf den Kopf fiel. Nehmen wir an, es waren sogar zwei Äpfel unterschiedlicher Größe, die aus derselben Höhe herabfielen und gleichzeitig auf seinem Kopf aufschlugen. Lange Zeit grübelte man über der Frage, warum im Gravitationsfeld Körper mit unterschiedlichen Massen mit exakt derselben Beschleunigung fallen. Man versuchte das damit zu erklären, dass die *schwere* Masse, die die Gravitationswirkung bestimmt, gleich der *trägen* Masse ist, die die Größe der Beschleunigung festlegt. Dabei blieb jedoch die Frage offen, warum das so ist. Nachdem Albert Einstein seine *Allgemeine Relativitätstheorie* formuliert hatte, wurde auch diese Frage gegenstandslos. Der Vorgang ließ sich nun ganz anders interpretieren: Nicht die beiden Äpfel bewegten sich beschleunigt auf Newtons Kopf zu, sondern sie folgten kräftefrei – und damit *unbeschleunigt* – einer gekrümmten Raumzeit-Bahn, die durch die Gravitationswirkung der Erdmasse festgelegt wurde. Stattdessen war es Newton, der sich *beschleunigt* auf die Äpfel zubewegte. Und für jeden der beiden Äpfel war diese Beschleunigung natürlich dieselbe. Die unterschiedlichen Massen der Äpfel spielten dabei überhaupt keine Rolle: die beiden Begriffe der *schweren* Masse und der *trägen* Masse hatten ihren Sinn verloren!

Ich wollte solche „vorläufigen Interpretationen“ überhaupt nicht erwähnen und Fragen, die sich später als gegenstandslos erwiesen haben, erst gar nicht stellen. Die beste Möglichkeit, die Welt aus unserem heutigen Blickwinkel zu beschreiben, schien mir darin zu bestehen, nicht den *Entdeckungsprozess* der Welt darzustellen, sondern den *Prozess ihrer Gestaltung* durch einen fiktiven „Gott“ zu erzählen. Die Erscheinungen in unserer Welt, für die wir noch keine Erklärung gefunden haben oder deren Erklärung zu kompliziert ist, um sie in der gebotenen Kürze darzulegen, konnte ich auf diese Weise einfach als

Vorwort

willkürliche Festlegungen – gewissermaßen als die „Gebote“ – dieses fiktiven „Gottes“, ausgeben. Bei einer solchen Erzählweise musste ich die Namen vieler bedeutender Wissenschaftler notgedrungen in die Fußnoten verbannen, weil ich deren Entdeckungen als die Entwurfs-Entscheidungen des fiktiven „Gottes“ ausgegeben habe. Die Wissenschaftler mögen mir das verzeihen!

Bei der Erzählung des Gestaltungsprozesses kam es mir nicht auf Vollständigkeit an – die war ja ohnehin nicht zu erreichen. Vorgänge und Erscheinungen, die bei der Beschreibung der jeweils nachfolgenden Abläufe keine Rolle spielen, habe ich einfach unterschlagen. Soweit es möglich war, habe ich auf die Verwendung fachspezifischer Begriffe verzichtet, beispielsweise auf die Benennungen der einzelnen Epochen der Erdgeschichte. Ich habe mich auch der Versuchung widersetzt, zu viele – und vor allem unanschauliche – Zahlen anzugeben, die sicherlich in ein dickes Handbuch gehören, aber nicht in einen populärwissenschaftlichen Text. Oder haben Sie eine Vorstellung davon, was beispielsweise eine Temperatur von 10 Milliarden Grad bedeutet?

Formeln werden im Text generell nicht angegeben, auch wenn ich einige wichtige Formeln in den Fußnoten „versteckt“ habe. Ich habe mich bemüht, der Empfehlung zu folgen, die gewöhnlich Albert Einstein zugeschrieben wird, eine Darstellung „so einfach wie möglich zu halten, aber auf keinen Fall einfacher!“. Ich habe deshalb stets der allgemeinen Verständlichkeit den Vorrang gegenüber der exakten Wissenschaft eingeräumt. Das machte jedoch mitunter längere Erläuterungen anstelle einer kompakten Gleichung erforderlich. Ich habe mich aber bemüht, die Darlegungen nicht allzu „geschwätzig“ werden zu lassen. Schließlich wollen sie ja sicherlich kein „gewichtiges“ Buch von tausend Seiten in den Händen halten!

Welche Voraussetzungen sollten Sie für die Lektüre mitbringen? Auf jeden Fall Neugier und Interesse! Ich hoffe, dass Ihnen bei der Lektüre des Buches vieles von dem klar wird, worüber ich mir durch das Schreiben des Buches Klarheit verschafft habe.

Also: los geht's!

1 Ich gestalte die Zeit und den Raum

Darf ich mich Ihnen vorstellen? Ich bin Gott und blicke mit Stolz – und einer gewissen Portion Scham – auf die von mir gestaltete Welt hinunter. Vor meinem göttlichen Auge lasse ich noch einmal die lange Zeit vorüberziehen, in der ich die wichtigsten Entscheidungen hinsichtlich der Gestaltung meiner Welt getroffen habe. Und es waren weitreichende Entscheidungen mit vielen Höhepunkten, so beispielsweise:

- die Eigenschaften von Raum und Zeit,
- die Expansion der Welt,
- die Struktur der Leuchtenden Materie,
- das Entstehen und Vergehen der Sterne,
- die Bildung der Planeten und Monde,
- die Entwicklung der Erde,
- die Evolution des Lebens sowie
- die Geschichte der Menschen.

Ich habe mich nun nach reiflicher Überlegung dazu entschlossen, Ihnen die Geheimnisse meiner Welt zu offenbaren – natürlich nicht alle, denn einige Geheimnisse behalte ich vorerst noch für mich. Schließlich will ich es eventuellen Konkurrenten, die ähnliche Welten gestalten wollen, nicht allzu leicht machen!

Wie fing das eigentlich alles an?

Ganz am Anfang war meine Welt nur ein unendlich kleiner, unendlich dichter und unendlich heißer Punkt, in dem es weder Raum und Zeit noch Materie gab. Vor diesem Anfang und außerhalb dieses Punktes gab es nichts: absolut gar nichts! Wie dieser Punkt zustande gekommen ist, bleibt allerdings vorerst mein Geheimnis.¹

In der leeren Welt existierte natürlich auch ich noch nicht. Da traf es sich gut, dass ich allmächtig war: So erschuf ich zunächst einmal mich selbst. Damals hatte ich noch keinen Namen. Wozu auch? Es gab ja doch niemanden, der mich hätte „bei meinem Namen“ rufen können. Erst viel später haben mich

¹ Den Entstehungsprozess dieses Punktes, von dessen Ursache und Ablauf die Menschen keine genaue Vorstellung haben, bezeichnen sie als *Urknall* oder als *Big Bang*. Er hat nach ihrer Zeitrechnung vor 13,8 Milliarden Jahren stattgefunden. Ein gewisser Herr *Georges-Henri Lemaître* hat als Erster erkannt, dass das expandierende Universum aus einem – von ihm so bezeichneten – *Ur-Atom* hervorgegangen ist.

Ich gestalte die Zeit und den Raum

die Menschen Elohim, Jahwe, Allah – und „Gott weiß wie“ noch – genannt. Manche glaubten es besonders gut mit mir zu meinen: Sie hielten es für erforderlich, mir bei der Gestaltung der Welt eine große Anzahl anderer Götter zur Seite zu stellen, die jeweils für spezielle Aufgaben zuständig sein sollten. Sie wollten offenbar so eine Art „göttliche Arbeitsteilung“ organisieren: Das war natürlich Schwachsinn!

Da schwebte ich nun über meiner leeren Welt und langweilte mich sehr. Mir war zu Ohren gekommen, dass man sich anderenorts die Zeit damit vertreibt, die Welt zu *interpretieren*. Nun ja, die hatten ja auch eine interessante Welt – aber ich? Ich sprach also so vor mich hin:

„Anderorts wird die Welt nur verschieden *interpretiert*,
es kommt aber darauf an, sie zu *gestalten!*“

Damals konnte ich noch nicht wissen, dass es später einmal einen gewissen Herrn *Karl Marx* geben würde, der eine ähnliche Aussage formuliert hat. Dieser Herr hat allerdings auch behauptet, dass es mich gar nicht gäbe: So ein Unsinn!

Meine schrecklich langweilige, punktförmige Welt wollte ich später einmal mit zahlreichen Objekten bevölkern. Ich wusste nur noch nicht: wann und wie? Um nun meine Ideen besser ordnen zu können, zerlegte ich die Welt gedanklich in kleine „Ausschnitte“, in die ich später Objekte hineinsetzen würde. Der Einfachheit halber nahm ich zunächst einmal an, dass ein Objekt nur wenig – idealerweise gar nichts – mit anderen Objekten zu tun hat. Ein solches Objekt bezeichnete ich als ein *abgeschlossenes System*:

Abgeschlossenes System:

Ein *abgeschlossenes System* (kurz: ein *System*) ist eine Gesamtheit von Elementen, die zwar untereinander in Beziehung stehen, die aber keine Wechselwirkungen mit Objekten eingehen, die nicht zum System gehören.

Ich gestalte die Zeit und den Raum

Mein ursprünglicher Plan bestand darin, die Welt später einmal mit Systemen zu bevölkern, die sich in einem „göttlichen“ – somit in einem optimalen – Zustand befinden und die sich deshalb besser nicht mehr verändern sollten. Dieser Plan erschien mir dann aber doch zu langweilig. Die Systeme sollten sich auf jeden Fall verändern können! Für jede Veränderung müsste es aber eine Ursache geben! Deshalb dachte ich mir das *Prinzip der Kausalität* aus:

Prinzip der Kausalität:

Ein Ereignis oder ein Zustand X ist die *Ursache* für die *Wirkung* Y , wenn Y durch X herbeigeführt wird.

Jedes Ereignis Y sollte also eine Ursache X haben. Wenn das aber so ist, dann müsste es doch für das Ereignis X auch eine Ursache W geben – und für das Ereignis W wiederum eine Ursache! Wie kam ich nur aus diesem Dilemma heraus? Ich benötigte unbedingt ein Ereignis, das ohne jegliche Ursache eintritt. Da ich allmächtig bin, war das für mich kein allzu großes Problem: Ich postulierte einfach ein Ereignis, das *ohne* Ursache eintritt und nannte es einen *Zeitpunkt*. Ich stellte mir eine kontinuierliche Folge von *Zeitpunkten* vor, die in ihrer Gesamtheit die *Zeit* bilden sollten. Dadurch ergab sich die Möglichkeit, dass sich der Zustand eines Systems mit dem Ablaufen der *Zeitpunkte* ändert.

Meine nächste Aufgabe hätte eigentlich darin bestehen müssen, den ersten *Zeitpunkt*, also den *Anfang der Zeit*, festzulegen. Diese Aufgabe bereitete mir denn doch einiges Kopfzerbrechen. Ich löste das Problem auf „salomonische“ Weise: Der *Anfang der Zeit* sollte unerheblich sein! Jeder beliebige *Zeitpunkt* sollte als *Anfang der Zeit* dienen können! Das Verhalten eines Systems in meiner Welt sollte unabhängig vom konkreten *Zeitpunkt* sein. Lediglich *Zeit-Differenzen* sollten eine Rolle spielen. Diese Festlegung bezeichnete ich als *Homogenität der Zeit*:

Homogenität der Zeit:

Das Verhalten eines Systems soll *unabhängig vom Zeitpunkt* sein, in dem eine Veränderung eintritt.

Ich gestalte die Zeit und den Raum

Ein System sollte sich also – bei gleichbleibenden „Umweltbedingungen“ – heute genauso verhalten wie morgen. Dieser Gedanke gefiel mir außerordentlich gut. Ich hatte damit ein „ästhetisches“ Prinzip in meiner Welt verankert, das *Prinzip der Symmetrie*:

Prinzip der Symmetrie:

Ein System ist dann *symmetrisch*, wenn unter bestimmten *Veränderungen* bestimmte Merkmale *gleichbleiben*.

Da die Änderung der Zeit in kontinuierlicher Weise erfolgen sollte, bezeichnete ich die Homogenität der Zeit als eine *kontinuierliche Symmetrie*.

Die Idee mit der Symmetrie war zwar schön und gut, aber da hatte ich mich ja in einen Widerspruch verwickelt: Ich wollte doch eigentlich erreichen, dass sich ein System im Laufe der Zeit *verändert*. Wenn Symmetrien vorliegen, dann würden aber bestimmte Merkmale *gleichbleiben*! Ich beschloss deshalb, dass es in meiner Welt nur eine geringe Anzahl von Symmetrien geben sollte und dass sie – bis auf wenige Ausnahmen – nur schwer zu entdecken sein sollten.

Wenn sich nun ein System – trotz einer Verschiebung des Zeitpunkts – in gleicher Weise verhalten soll, dann muss es offenbar etwas geben, das sich nicht ändert. Dieses Etwas nannte ich eine *Erhaltungsgröße*, die ich im vorliegenden Fall als *Energie* bezeichnete. Damals wusste ich zwar noch nicht so genau, was ich mit der Energie anfangen sollte, aber ich war mir sicher, dass ich das zu gegebener Zeit noch herausfinden würde.

Was für die Homogenität der Zeit gilt, sollte auch für andere kontinuierliche Symmetrien gelten. Deshalb verknüpfte ich jede kontinuierliche Symmetrie mit einer Erhaltungsgröße:

Kontinuierliche Symmetrie und Erhaltungsgröße:

Zu jeder *kontinuierlichen Symmetrie* soll es eine *Erhaltungsgröße* geben, die sich nicht ändert!

Ich gestalte die Zeit und den Raum

Viel später hat es eine gewisse Frau *Emmy Noether* gegeben, die diesen Überlegungen gefolgt ist und meine Festlegung bestätigt hat.

Um das Symmetrie-Prinzip gleich ein zweites Mal auszuprobieren, setzte ich – neben der Zeit-Dimension – weitere Elemente in meine Welt: nämlich mehrere *Raum-Dimensionen*. Aber wie viele Raum-Dimensionen sollte ich in meiner Welt verankern? Ich entschied mich dafür, es zunächst einmal mit drei Raum-Dimensionen zu versuchen. Ihre Anzahl könnte ich ja bei Bedarf später immer noch erhöhen.

Die Position eines Systems im Raum sollte also durch drei Koordinaten festgelegt werden, die kontinuierliche Werte annehmen können. Der Anfangspunkt jeder dieser Koordinaten sollte wiederum unerheblich sein, sodass sich das Verhalten eines Systems bei einer Verschiebung im Raum nicht ändert. Ich forderte also die *Homogenität des Raums*:

Homogenität des Raums:

Das Verhalten eines Systems soll *unabhängig vom Ort* der Veränderung sein.

Was sollte aber die Erhaltungsgröße sein, die zu dieser kontinuierlichen Symmetrie gehört? Ich bezeichnete sie erst einmal als *Impuls* und nahm mir vor, später über sie nachzudenken.

Wenn es schon keinen ausgezeichneten Ort im Raum gibt, warum sollte es dann eine ausgezeichnete Richtung im Raum geben? Ich legte also fest, dass für die Veränderung eines Systems auch seine Ausrichtung im Raum unerheblich sein soll. Ich forderte somit die *Isotropie des Raums*:

Isotropie des Raums:

Das Verhalten eines Systems soll *unabhängig von seiner Ausrichtung* im Raum sein.

Die Erhaltungsgröße, die zu dieser kontinuierlichen Symmetrie gehört, bezeichnete ich als *Drehimpuls*.

