

Klassischer Determinismus

Das klassische Ideal einer erfolgreichen Ordnungssuche stellt der Laplacesche Dämon dar:

Ein Geist, der für einen Augenblick alle Kräfte kennte, welche die Natur beleben, und die gegenseitige Lage aller Wesenheiten, aus denen die Welt besteht, müßte, wenn er zudem umfassend genug wäre, um alle diese Angaben der [mathematischen] Analyse zu unterwerfen, in derselben Formel die Bewegungen der größten Himmelskörper und die der leichtesten Atome überblicken. Nichts wäre ungewiß für ihn, und Zukunft wie Vergangenheit wären seinen Augen gegenwärtig.¹⁰

Laplace behauptet also, daß unter gewissen Bedingungen die ganze Welt berechenbar wäre. Es ist lehrreich, sich die Voraussetzungen und die Konsequenzen dieses epistemischen Ideals klarzumachen. Dies versuchen wir in Tabelle 2.

<p>Wenn die Welt</p> <ul style="list-style-type: none"> – deterministisch wäre und – ausschließlich aus (untereinander wechselwirkenden) Teilchen bestünde, <p>wenn die Newtonsche Bewegungsgleichung $m \cdot b = K$ uneingeschränkt gültig wäre,</p> <p>wenn <i>wir</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – alle Naturgesetze, insbesondere alle Kraftgesetze, und – alle Rand- und Anfangsbedingungen zu einem bestimmten Zeitpunkt (d. h. bei Gültigkeit der Newtonschen Gleichung die Orte und Geschwindigkeiten aller Teilchen) – mit absoluter Genauigkeit <i>kennnten</i> und 	<p>wenn wir</p> <ul style="list-style-type: none"> – alle diese Daten speichern, – mathematisch verarbeiten und – schnell genug – alle einschlägigen Gleichungen lösen <i>könnten</i>, <p>dann wäre</p> <p>nicht nur der Lauf der <i>Welt</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – in allen Einzelheiten – eindeutig bestimmt (gleiche Ursachen haben gleiche Wirkungen), <p>sondern dann könnten <i>wir</i> (oder wenigstens der Laplacesche Dämon oder ein gigantischer Supercomputer) sogar</p> <ul style="list-style-type: none"> – alle Ereignisse – der Vergangenheit und der Zukunft rechnerisch ermitteln.
---	--

Tab. 2: Voraussetzungen und Konsequenzen des klassischen Determinismus.

In dieser Darstellung wird vom Prinzip der „schwachen“ Kausalität Gebrauch gemacht: *Gleiche Ursachen haben gleiche Wirkungen*. Die klassische Physik hat stillschweigend ein weit stärkeres Prinzip zugrundegelegt, das Prinzip der „starken“ Kausalität: *Ähnliche Ursachen haben ähnliche Wirkungen*. Danach wirken sich kleine Abweichungen in den Anfangsbedingungen auch auf die späteren Zustände des betrachteten Systems nur geringfügig aus; kleine Ursachen haben nicht beliebig oder unvorhersagbar große Wirkungen. Laplace hat dieses Prinzip nicht formuliert; wir dürfen aber annehmen, daß er es, wie die spätere Physik auch, uneingeschränkt bejaht hätte. Bei den Prämissen in Tabelle 2 entfällt dann die Forderung der absoluten Genauigkeit, und deshalb dürfen auch die Rechenergebnisse entsprechende, d. h. mit den anfänglichen Abweichungen vergleichbare Ungenauigkeiten aufweisen.

Grenzen der Ordnungssuche

Die Suche nach Ordnung und Struktur, nach Regelmäßigkeiten und Naturgesetzen, war, das lehrt die Wissenschaftsgeschichte, recht erfolgreich. Aber eine Garantie, daß sie immer und überall zum Ziel führen werde oder gar müsse, gibt es nicht. Tatsächlich haben sich längst auch Grenzen dieses Ansatzes gezeigt. Sie liegen zum einen in der Verfaßtheit der realen Welt, zum anderen in den Möglichkeiten (oder vielmehr in den Beschränkungen) des erkennenden Subjekts. Sieht man genau hin, so erweisen sich alle Prämissen des Laplaceschen Determinismus, soweit sie nicht sowieso nur epistemische *Idealisierungen* unbeschränkten Wissens und Könnens darstellen, als verfehlt. Dies kann hier allerdings nur noch durch eine Aufzählung belegt werden.

■ Die Welt ist nicht deterministisch. Nach der üblichen Deutung der Quantenphysik gibt es absoluten Zufall (und damit z. B. für den Zeitpunkt eines spontanen Kernzerfalls nicht nur keine Ursache, sondern auch und erst recht keine Erklärung).

■ Die Welt besteht nicht nur aus Teilchen; sie enthält auch Felder. Der klassische Determinismus läßt sich allerdings auf (klassische) Felder übertragen, so daß die Entdeckung von Feldern im 19. Jahrhundert den Determinismus noch nicht ernsthaft gefährdete.

■ Die Newtonsche Bewegungsgleichung ist nicht universell anwendbar, insbesondere nicht auf Teilchen ohne Ruhemasse, etwa auf Photonen.

■ (Ob wir alle Kraftgesetze kennen oder kennen könnten, darf offenbleiben; daß es so sei, hat ja auch Laplace nicht behauptet.)

■ Messungen können den Zustand eines Systems verändern (stören) in einer Weise, die weder vorhergesagt noch nachträglich bestimmt werden kann.

■ Ort und Impuls eines einzelnen Teilchens sind nicht nur nicht gleichzeitig beliebig genau meßbar; reale Systeme *haben* überhaupt nicht scharfen Ort und Impuls. Die Quantenphysik definiert den Zustand eines Teilchens deshalb anders als die klassische Physik.

■ Absolute Genauigkeit einer Messung würde bei einer kontinuierlichen Größe (wie Ort, Zeit, Geschwindigkeit) die empirische Bestimmung einer reellen Zahl, also von *unendlich* vielen Dezimalstellen bedeuten. Das ist nicht realisierbar.

■ Daß die Prämissen der umfassenden Datenspeicherung, Datenverarbeitung und Rechengeschwindigkeit für uns Menschen nicht erfüllbar sind, wußte natürlich auch Laplace; gerade deshalb hat er ja einen Geist mit *übermenschlichen* Fähigkeiten eingeführt. Jedoch durfte Laplace noch davon ausgehen, daß alle mathematischen Probleme durch angebbare Verfahren, also letztlich *algorithmisch*, gelöst werden können. Heute wissen wir, daß auch diese Annahme falsch ist. Für manche Probleme konnte gezeigt werden, daß es für sie keinen Lösungsalgorithmus geben kann. Außerdem ist für viele durchaus realistische Probleme ein Lösungsweg zwar bekannt; jedoch würde er selbst den ins Auge gefaßten kosmischen Supercomputer nachweislich weit überfordern. Und einen eleganteren Lösungsweg gibt es dabei nicht; in einigen Fällen ist das bewiesen, in anderen ist es höchstwahrscheinlich.¹¹

■ Das Prinzip der starken Kausalität ist nicht erfüllt. Wie die Untersuchungen an chaotischen Systemen zeigen, können auch *beliebig kleine* Änderungen der Anfangsbedingungen immer noch zu unübersehbaren Abweichungen in späteren Zuständen führen. Bei solchen Systemen ist trotz ihrer deterministischen Struktur (also trotz *schwacher* Kausalität) keine zuverlässige langfristige Prognose möglich.¹²

Es sind also drei Entwicklungen in der modernen Wissenschaft, die den Laplaceschen Dämon, den klassischen Determi-

nismus und damit die traditionelle Ordnungssuche ganz entscheidend in Frage stellen: Quantenphysik, Algorithmentheorie (Metamathematik) und Chaos-Theorie. Für manchen mag dies eine Enttäuschung sein. Aber vielleicht ist ja eine Welt sogar menschlicher, in der nicht alles determiniert und nicht alles berechenbar ist, eine Welt, in der es – dank der Quantenereignisse – Zufall und damit auch Glück gibt, in der – weil nicht alle Probleme algorithmisch lösbar sind – Phantasie und Einfallsreichtum, Raten und Probieren, Kreativität und Originalität noch gefragt sind und in der man – wie die Chaos-Theorie zeigt – auch bei chaotischem Verhalten immer noch sinnvoll nach einfachen Grundgesetzen suchen kann. Der Versuch, Ordnung ins Chaos zu bringen, kann jedenfalls noch lange weitergehen. Vielleicht erreichen wir ja dabei noch eine weitere, eine fünfte Weltbildstufe, eine Stufe etwa, auf der – wie in den Mythen – Fakten und Normen wieder *zusammengehören*, auch wenn sie nicht, wie dort meist angenommen wird, auseinander abgeleitet werden können.

Lesen wir die Ordnung hinein oder heraus?

Bisher sind wir davon ausgegangen, daß die Ordnung, von der wir sprechen, in der Welt „da draußen“ und völlig unabhängig vom erkennenden Subjekt vorhanden ist. Sie mag schwer zu entdecken sein; aber sie ist jedenfalls da. Zwar erfahren wir von dieser Welt nur etwas, indem wir „hinsehen“, indem wir mit ihr in Wechselwirkung treten; aber wir glauben, dabei auch Einsichten darüber zu gewinnen, wie die Welt ist, wenn wir nicht hinsehen. Wir hoffen, daß die Strukturen der Welt von uns gefunden oder wenigstens in Wahrnehmung, Erfahrung und Wissenschaft *rekonstruiert* werden können.

Selbstverständlich ist dies jedoch nicht. Der Standpunkt des Realisten, den wir hier eingenommen haben, ist nicht der einzig mögliche. Man kann auch der Meinung sein, daß die vorgefundene Ordnung gar nicht in der äußeren Welt, sondern letztlich im Subjekt selbst liegt bzw. von ihm (möglicherweise nur von ihm) erzeugt wird. Die Strukturen der Welt würden dann nicht gefunden, sondern erfunden. Und unsere vermeintlichen Rekonstruktionen wären in Wahrheit nur Konstruktionen, die keinen oder jedenfalls keinen erkennbaren Bezug zur Welt hätten.

Der Beitrag des Subjekts

Beispiele für diese Möglichkeit gibt es. So sind wir heute der Meinung, daß die in den Mythen vorgestellten Ordnungen zum größten Teil Phantasieprodukte sind. Wir schätzen und studieren sie nicht so sehr deshalb, weil wir von ihnen Aufklärung über den Bau der Welt erwarten, sondern weil sie uns Auskunft geben über uns selbst, über unsere eigene Vergangenheit, über die Wurzeln unserer Kultur, über unsere Träume, Hoffnungen und Ängste, über Vorstellungen und Denkmöglichkeiten.

Auch gelangten schon Denker der Antike zu der Einsicht, daß die Farben, die wir in und an den Dingen zu sehen glauben, nicht objektiv sind, sondern subjektive Deutungen, die wir den Außenweltssignalen hinzufügen. Ähnliches gilt für viele weitere Sinnesqualitäten. So meint Demokrit (ca. 460 bis 370):

Süß und bitter, warm und kalt existieren nur nach der herkömmlichen Meinung, und ebenso die Farben (der Dinge): in Wirklichkeit existieren nur die Atome und das Leere.

(Fragment 9, zitiert bei Sextus Empiricus)

Auch die neuzeitliche Wissenschaft hat vieles, was man für objektiv gehalten hatte, als subjektiv „entlarvt“. Und John Locke (1632 bis 1704) hat diesen Sachverhalt durch seine Unterscheidung „primärer“ und „sekundärer“ Qualitäten begrifflich festgemacht.

Welche Strukturen nun allerdings objektiv sind und welche subjektiv, welche Qualitäten primär und welche sekundär sind, das ist nicht von vornherein klar. Wäre es auch denkbar, daß *alle* Strukturen letztlich dem Subjekt zu verdanken und in diesem Sinne subjektiv sind?

Alles nur Konstruktion?

Die Auffassung, daß alle Strukturen in unserer Erkenntnis dem erkennenden Subjekt entstammen und mit der realen Welt gar nichts zu tun haben, hat eine beachtliche philosophische Tradition. Man kann dem Theologen und Philosophen George Berkeley (1684 bis 1753) eine solche Position zuschreiben. Auf genaueste ausgearbeitet wurde sie jedoch durch Immanuel Kant (1724 bis 1804) in seiner Transzendentalphilosophie. Und neuerdings vertreten Humberto Maturana, Francisco Varela und andere mit ihrem „Radikalen Konstruktivismus“ eine ähnliche

Position. Nach Kant ist das Ding an sich, nach Maturana ist die Realität unerkennbar; und von Unerkennbarem zu reden, ist überflüssig.

Andere wollen sich in dieser heiklen Frage nicht festlegen. Sie bewerten das Wissen ausschließlich nach *pragmatischen* Kriterien, vor allem nach den damit erzielten Erfolgen bei der Daseinsbewältigung. Der Instrumentalist betrachtet auch wissenschaftliche Theorien nur als Instrumente, als Werkzeuge. Sie sollen vergangene Erfahrungen knapp und übersichtlich zusammenfassen und zukünftige Erfahrungen zuverlässig vorhersagen – mehr nicht. Von Wahrheit und Falschheit, von Erkenntnis und Irrtum, von Realität und Schein, von objektiven und subjektiven Anteilen in der Erkenntnis ist dabei überhaupt nicht mehr die Rede. Für den Instrumentalisten sind das nutzlose, wenn nicht sogar sinnlose Begriffe.

Ein Argument für den Realismus: der Erfolg von Theorien

Aber ist eine Aussage schon dann sinnlos, wenn sie nicht beweisbar ist? Haben wir nicht wenigstens einen, ja sogar mehrere *indirekte* Zugänge zur Realität? Farben sind zwar subjektive Deutungen, aber nach allem, was wir wissen, doch Deutungen *von* etwas, nämlich zunächst einmal von äußeren Signalen, die ihrerseits von äußeren Objekten stammen. Im Vergleich mit den mythischen Strukturen sind die Wahrnehmungsstrukturen auch weit weniger willkürlich. Sie sind vergleichsweise stabil und – von Farbenblindheit einmal abgesehen – auch intersubjektiv: Unter gleichen Bedingungen haben verschiedene Beobachter doch fast immer die gleiche Farbwahrnehmung, und in aller Regel können sie sich über die Farbe eines Gegenstandes einigen. Farben sind also zwar subjektiv, aber zugleich auch intersubjektiv.

Wichtiger noch ist die Tatsache, daß unterschiedlichen Farben auch unterschiedliche Signale entsprechen. Etwas vorsichtiger ausgedrückt: Unterschiede in den Empfindungen lassen sich in aller Regel widerspruchsfrei und erfolgreich auf objektive Unterschiede zurückführen, durch sie erklären, aus ihnen vorher-sagen. Selbst wenn dasselbe Wasser von der (vorgewärmten) linken Hand als kalt, von der (vorher gekühlten) rechten Hand dagegen als warm empfunden wird, finden wir doch auch hier noch