

11. Entropie und Komplexität

Eines der beeindruckendsten Dinge, hier auf unserer Erde, ist der Grad an Komplexität, den Materie aus sich selbst heraus erreicht hat. Auch wenn es möglich ist, dass höhere Lebensformen das Normale in diesem Universum sind und dieses Universum vielleicht besonders für Leben prädestiniert ist, so wissen wir doch von keinem anderen Planeten mit einfachen oder höher entwickeltem Leben und haben bisher auch noch keine anderen Signale, fremder Intelligenz aus dem Weltraum empfangen oder sonst irgendetwas, was darauf hindeutet, dass Leben weit verbreitet ist. Trotzdem, selbst für den Fall das wir die Einzigen sein sollten, müssen die physikalischen Gesetze mit denen wir die Welt beschreiben, allein weil es uns gibt so angelegt sein, dass höheres Leben damit möglich ist, auch wenn die Wahrscheinlichkeit dafür sehr gering sein sollte.

Doch ist das wirklich der Fall? Beinhaltet unsere Grundgesetze der Physik und unser Wissen über den Aufbau der Materie tatsächlich auch die Möglichkeit, dass sich aus einfachen Grundbausteinen, kompliziertere Verbindungen ergeben können, die sich zunehmend, ohne äußeres Dazutun immer mehr vernetzen und zu immer größeren und komplexeren Formen anwachsen können oder tun? Die dabei lebendig werden und Größenordnungen erreichen, bei der es unmöglich ist, die Kontrolle über die Einzelteile zu behalten. Und doch ergibt sich für uns, in atemberaubender Weise, aus der Summe der endlosen Einzelkomponenten eine Einheit, die uns Bewusstsein und Intelligenz vermittelt, so als wären wir nur ein einziges geschlossenes Ich.

Wir glauben, dass die Gesetze das so nicht hergeben.

Die physikalischen Gesetzmäßigkeiten sind nicht vollständig. Zwar schafft die Newton'sche Mechanik zusammen mit den Naturkonstanten die Grundbedingungen die auch für höhere Lebensformen gelten, aber sie reichen alleine nicht aus, eine Bewegung zu initialisieren, die Materie aus sich heraus immer komplexer werden lässt. Es fehlt ein impulsgebendes Moment, das den Vorgang vorantreibt. Die Bedingungen für eine Weiterentwicklung zum Höheren, ganz allgemein, können lokal extrem günstig sein und dennoch wird Materie immer nur wie ein Computerprogramm ablaufen. Materie wird präzise die

Verbindungen und Reaktionen eingehen die möglich sind, doch ganz ohne irgendein Interesse daran, es zu etwas mehr als einem gewöhnlichen Ablauf zu machen. Ohne ein intrinsisches Bedürfnis der Materie selber sich weiteentwickeln zu wollen, bleibt der Zustand der Verbindungen immer genau da, wo er auch ist. Warum sollten sich Moleküle, Mikroben oder einfache Zellen zusammenschließen - nur weil sie es können? Warum sollten sie sich weiterentwickeln wollen, wenn kein äußerer Impuls im System mit verankert ist? Nur weil die Bedingungen dafür günstig sind, könnten wohl auch andere kompliziertere Formen auftreten. Aber wenn dies nur auf eine gleichgültige Art geschieht, kein innerer Impuls die Entwicklung vorwärtstreibt, wird nicht das Maximale, sondern allein das maximal Gewöhnliche sich einstellen. Ändern sich die Bedingungen ein wenig, dann lösen sich die zarten Strukturen gleich wieder, ohne Bedauern auf. Das Einzige was dann als Erklärungsmuster bleibt, ist das der Multiversen, wonach bei wirklich unendlich vielen Weltensystemen, irgendeines Mal dabei sein wird, in dem die Gesetze genau für uns so sind, dass wir entstehen konnten.

Doch glauben wir nicht, dass dies überhaupt möglich wäre, selbst bei unendlich vielen Universen, wenn die Gesetze genau so sind wie sie im Moment angenommen werden. Wenn wir ohne zu denken einfach nur auf die Tastatur hämmern, würde daraus nie ein spannender Krimi werden.

Die Gesetze des Kleinsten werden von der Quantenmechanik bestimmt. Sie beschreibt die Welt der Teilchen so rein statistisch und unabhängig, als hätte jedes einzelne Partikel eine Freiheit, so als wäre jedes für sich individuell und fast lebendig. Die Position, oder das weitere Verhalten, kann nur mit einer gewissen Genauigkeit gleichzeitig bestimmt werden. Es ist unmöglich ein Partikel zu beobachten, ohne es dabei zu verändern und Einfluss auf seinen Ablauf zu nehmen. Die Quantenmechanik gibt dem einzelnen Objekt seine Freiheit zurück, macht aber keinerlei Aussage über große miteinander komplex verbundene Teilchensysteme und ob sich dabei noch mehr ergeben könnte als nur nüchterne Verbindungen, die separat jeweils aufeinander reagieren. Ihre Stärke liegt in der Beschreibung einzelner Teilchen, aber nicht in der Frage, ob in den Verbindungen der Vielen, noch mehr als nur das Gewöhnliche stecken könnte.

Die einzige Theorie in der Physik die sich, wenn überhaupt, mit Ordnungssystemen beschäftigt, ist die Thermodynamik. Auch

eine statistischen Beschreibung der Materie, denn auch hier haben wir es mit unüberschaubar vielen Einzelobjekten zu tun, bei denen wir hoffen, dass sie sich so verhalten, wie es die mathematischen Theorien zur Stochastik vorgeben.

Die Thermodynamik führt den Begriff der Entropie ein, der sich mit den Möglichkeiten von Zuständen in einem geschlossenen System beschäftigt. Danach wird auch Energie frei, wenn in einem System, das aus vielen Mikrosystemen besteht, die Zahl der möglichen Zustände erhöht werden kann. Dabei entscheidet sich ein geschlossenes System spontan immer dazu, die Zahl der Möglichkeiten zu vermehren, nie sie zu verringern. Neben der Energieerhaltung gilt die Entropiezunahme als zweites, großes Gesetz der Thermodynamik das universelle Bedeutung hat. Alle anderen Disziplinen müssen sich dem Unterordnen.

Das heißt, spontan kann in einem abgeschlossenen System, ohne Energiezufuhr, die Entropie nicht abnehmen um dadurch höhere Strukturen einzunehmen. Allerdings können sich in einem offenen System, mit Energiezufuhr, lokal höhere Ordnungsstrukturen ergeben und stabilere, höhere Niveaus erreicht werden, wenn insgesamt die Entropie steigt. Damit erschöpft sich die Physik über ihre Aussagen zum Leben. Es kann lokal verwirklicht werden, wenn es eine Energiequelle gibt und die Entropie als Ganzes dabei steigt.

Im Prinzip scheint es auch bei unserer Erde genauso zu funktionieren. Wir liegen im Energiestrom der Sonne, die gleichzeitig gigantische Mengen an Entropie erzeugt, so dass eine kleine Entropievernichtung insgesamt gar nicht weiter auffällt. Aber nur weil etwas möglich ist, wird es dann auch passieren? Verändern sich die Bedingungen auf der Erde automatisch, wenn sie es können hin zum Höheren?

Hierin liegt das Problem. Wenn es sich nur um einfache Zusammenhänge handelt, wie ein Spielzeugauto, das vom Wind auf einen Hügel geblasen wird und dadurch ein höheres Niveau erreicht, dann kann dies durchaus spontan passieren und geschieht auch. Das Spiel der Möglichkeiten kann sehr wohl unter bestimmten Bedingungen beeinflusst werden und auf diese Weise höhere Ordnungsstrukturen einnehmen. Aber geht das auch bis hin zu lebendigen, arbeitsteiligen, hochkomplexen Strukturen, denen der Tod nicht gleichgültig ist und die sich immer weiterentwickeln wollen? Reichen dazu nur große Mengen an Energien und ein offenes System?

Wenn sich Teilchen wirklich nur so verhalten wie es die Physik ihnen zugesteht, dann wäre es nie zu lebendigen Strukturen höheren Lebens gekommen. Es ist unmöglich, dass sich auch bei noch so viel verfügbarer Zeit, aus riesigen Teilchenansammlungen, die sich nur nach den Newton'schen Gesetzen träge bewegen und mit Actio gleich Reactio, wie Billardkugeln miteinander reagieren, je Komplexität entwickelt hätte. Auch nicht, wenn man noch die vier Grundkräfte und die Erhaltungssätze und extrem fein abgestimmte Naturkonstanten mit hinzunimmt. Isoliert aufeinander wirkende Teilchen werden sich nicht zu komplexen Netzwerken weiterentwickeln. Netzwerke entstehen durch Vernetzung und für sich weiterentwickelnde Netzwerke muss als minimale Triebkraft festgehalten werden, wer wann mit wem verbunden war. Es muss etwas wie Konkurrenz oder eine zusammengehörende Gemeinschaft geben. Man braucht eine Art von Abspeicherung der Verbindungen, die immer wieder zu bestimmten Zeiten eingelöst werden. Gravitation schafft sehr effiziente Voraussetzung für große Teilchenansammlungen aus weit entfernten Gebieten. Über die elektrischen Ladungen können sich danach im Nahbereich gewaltige Strukturen und Verknüpfungen entwickeln. Und selbst die Kerne können über die starke Wechselwirkungskraft zu stabilen Verbindungen in Sternen fusionieren, doch sind dies immer alles nur riesige Ansammlungen von gleichartig angeordneten Teilchen, die durch die äußeren Randbedingungen zustande kommen. Der äußere Druck führt zu langen Verknüpfungen sehr vieler Teilchen, die dabei nur auf eine belanglose Art zu einander stehen. Es ist nie mehr als ein mathematisches Spiel von Zufälligkeiten, die sich aus dem Jetzt ergeben.

Doch sind Atome nicht nur nebeneinander angeordnet, festgehalten durch die Wechselwirkungskräfte, sondern wird jede Verbindungen abgespeichert, merken sich die Teilchen irgendwie mit wem sie Kontakt hatten, dann gibt es für jedes Einzelne eine eigene Auswahl zu anderen Teilchen, welche die zu ihrem Netzwerk gehören und solche mit denen sie nie verbunden waren, unabhängig von der äußeren, aufgezwungenen Kraft. Eine zweite Vernetzungsebene die auch ihre Trägheit ausmacht und die die Teilchen nicht zur Ruhe kommen lässt. Dieses zweite, viel weiter reichende und umfassendere Netzwerk, das keine offensichtliche Ordnungsstruktur erkennen lässt ist es, wenn überhaupt, das einen Hang zur Komplexität hat und das um jeden Preis, wenn die Bedingungen günstig sind versuchen wird, das höchst mögliche Niveau zu erreichen, um dann darin wieder Stabilität gegen äußere Schwankungen zu finden. Es ist das was in dem Informationsfeld festgehalten

wird, die Information darüber wer wann mit wem zusammenkam. Die Art von Verbindung, die über das Gewöhnliche hinausgehen kann.

Der Urknall schafft Entropie. Er erzeugt riesige Mengen an Entropie, allein schon weil der Raum sich gewaltig öffnet. Während der Inflation explodiert er förmlich. Das heißt die Zahl der möglichen Zustände wächst dramatisch und die Teilchen nehmen die Möglichkeiten spontan an. Aber das Urknallmodell bietet keine Möglichkeit für Komplexität. Es schafft große geordnete Strukturen, ein sich ansammeln der Vielen. Doch die Objekte in ihm haben zu wenig miteinander zu tun, sie reagieren nur aufeinander. Der Raum existiert unabhängig von den Teilchen und die Teilchen reagieren jedes für sich individuell. Jedes Partikel für sich ist darin fast statistisch frei, fast wie individuell, aber nicht gemeinschaftsfähig. Gravitation und Ladung schaffen Konzentrationsansammlungen von Massen und Teilchen, aber sie schaffen nicht eine Auswahl von bestimmten, vernetzten Teilchen untereinander.

Beide Modelle sind offene Modelle, hingegen wird es beim Urknallmodell wohl kein Zurück mehr geben. So lange die Entropie insgesamt in beiden Modellen zunimmt, haben wir auch eine eindeutige Vorwärtsrichtung der Zeitachse. Was allerdings, bei einer Unumkehrbarkeit, auch einen Symmetriebruch darstellt.

In unserem Modell soll das Universum in sich abgeschlossen sein und sich irgendwann wieder umkehren und zwar auf eine Weise, bei der sämtliche ursprüngliche Positionen der Teilchen wieder eingenommen werden müssen, um sich dann mit dem Gegenteilchen auslöschen zu können. Bei uns gibt es damit eine Umkehrung der Entropie als Ganzes. Sie wird irgendwann wieder abnehmen statt permanent zuzunehmen und damit eine Umkehr der Zeitrichtung bewirken. Alles was bisher vorwärts ablief wird wieder umgekehrt und zurückgenommen. Zudem wurden und werden nie alle Möglichkeiten ausgeschöpft, sondern durch das Abspeichern wird immer eine Auswahl getroffen, die später wieder rückgängig gemacht werden kann. Dadurch beschränkt sich die schnell explodierende Zahl der Möglichkeiten auf das Machbare und auf das was verwirklicht wurde.

Ob ein Grundaufbau, bei dem sich die Teilchen durch die Ebenenverschiebung und dem Zusammenspiel zum Ganzen merken mit wem sie Verbindung hatten, ausreicht, um höhere Entwicklungsstufen entstehen und erklären zu können, ist nicht

sicher, doch ist eine Vernetzung der Teile untereinander Grundvoraussetzung für Höheres. Ohne das es ein inneres Bestreben der Teilchen selber gibt sich immer, wenn möglich weiterentwickeln zu wollen, könnte man selbst unter besten Bedingungen ewig darauf warten, dass sich etwas tut.

Bisher wurde über die Entropie nur festgestellt, dass sich die Statistik der möglichen Zustände ändert. Dies führt im Allgemeinen dazu, dass höhere Ordnungen sich in abgeschlossenen Bereichen, spontan nur irreversibel abbauen können. Was dabei anscheinend keine Bedeutung hat ist, dass wir im gleichen Maß, wie die Entropie steigt, wir vielfältigere Anordnungen gewinnen. Gerade weil die Zahl des unbekanntes Möglichen so stark zunimmt, können wir das System meistens nur noch statistisch beschreiben, obwohl keine unbekanntes Energie oder freie Grundgröße hinzukam. Wir verlieren zwar unseren ursprünglichen Ordnungszustand, gewinnen aber einen zunehmenden Austausch der Partikel untereinander. Diese Kontakte sollen in unserem Modell dabei nicht nur lokale, kurze Ereignisse sein, die sich ausschließlich auf die beiden austauschenden Körper beziehen. Die Physik soll nicht darauf beschränkt bleiben, klassisch den Impuls und die Energie zu erhalten und darüber hinaus ihre quantenmechanischen Zustände zu erfüllen aber ansonsten frei zu sein. Im bisherigen Verständnis scheint das Universum nur einer mathematischen Statistik zu unterliegen, die durch die Zunahme der Entropie der Zeit eine Richtung vorgibt, die unumkehrbar ist. Hingegen ist der Raum nach unseren Vorstellungen in sich abgeschlossen. Jede Bewegung darin ist deterministisch festgelegt. Er soll sich irgendwann wieder zusammenziehen und damit den Entropieprozess umkehren. Die Teilchen werden dann nicht mehr sich austauschen und winzige Energieimpulse abspeichern, sondern sie werden die gespeicherten Pakete den zugehörigen Teilchen zurückgeben. Die gespeicherten Verbindungen werden aufgelöst. Dabei entfernen sich die Ebenen wieder voneinander, was zu umgekehrten Bewegungen führt. Also nicht zu einer gravitativen Anziehung, sondern einer zunehmenden Abstoßung in umgekehrtem Zeitablauf, der von innen nach außen weitergegeben wird. Die Teilchen bauen Stück für Stück ihre Vernetzung wieder ab und nähern sich dabei langsam über die Milliarden von Jahren ihrem Ursprung. Sie suchen tatsächlich wieder ihre ursprüngliche Ordnungsstruktur auf, vernichten also sämtliche je erzeugte Entropie auf Kosten der Vernetzung und Komplexität. Dies geschieht so lange, bis jeweils die Teilchen am Rand wieder auf die zugehörigen Gegenteilchen im Innern treffen und sich

gegenseitig vernichten. Dabei trifft nicht nur ein Teilchen wieder auf sein zugehöriges Antiteilchen und Energie bleibt zurück, nein bei diesem Auslöschungsprozess bleibt nichts zurück, auch die Energie verschwindet wieder. Ein echter Annihilationsprozess.

Ordnungszustände und Vernetzung gehören dabei zusammen. Ein Ordnungsschema das verlassen wird kann dies nur mit einer zunehmenden Vernetzung erreichen. Die Vernetzung selber hat dabei noch keinen zusätzlichen Wert, doch können große vernetzte Systeme sich zu einer höheren Komplexität entwickeln. Auch das stellt noch keinen Wert an sich dar. Legen wir jedoch in unsere vorwärts gerichteten Zeitachse nun aber eine Wertung hinein, die nach Verbindung strebt, dann besitzt die Komplexität, solange der Zeitpfeil vorwärts zeigt, eine höhere Wertigkeit, als das einfache ungeordnete Isolierte. Unsere Zukunft ist dann die Komplexität und verwobenen Ordnungsmuster. So lange wir auf eine Zukunft zustreben, ist alles von der Vernetzung durchwoben, womit Materie intrinsisch bemüht ist, sich zu verbinden, höhere Komplexitätsstufen zu erreichen. Und das gilt dann für jedes einzelne Partikel. Das einzelne Teilchen will sich verbinden, will sich mit anderen zu immer komplexeren Mustern entwickeln und wird dies sofort tun, wenn sich die Gelegenheit dazu bietet. Die Entropiezunahme ist zwar immer noch der große Gegenspieler, der die Materie daran hindert sich komplizierter zusammen zu setzen, doch erhöht sich mit der Entropie gleichzeitig die Vernetzungsdichte. Sollten jetzt zufällig die Bedingungen irgendwo lokal günstig sein, wird sich die Materie nicht nur gleichgültig, statistisch zufällig verhalten, sondern aus sich heraus weiter mit Anderen, bestmöglich verknüpfen.

Die Bedingungen um Netzwerke intelligent werden zu lassen sind zwar nur rudimentär, wir haben die zunehmende Vernetzungsdichte, das Abspeichern der Kontakte und ein äußeres Bewertungssystem, aber in Verbindung mit den unglaublichen Zeiträumen und Teilchenzahlen, könnten sich daraus dann komplexe Systeme, bis hin zum bewusst denkenden Menschen ergeben.

Solange wie sich das Universum vergrößert, die Zeit vorwärts läuft, nimmt die Entropie mit zunehmender Vernetzung zu. Kehrt sich die Zeit irgendwann wieder um, dann nimmt die Entropie entsprechend wieder ab und sämtliche Verknüpfungen lösen sich Stück für Stück wieder auf. Eventuell bleibt dabei das

Verhältnis aus der Abnahme des Ordnungszustandes und der Zunahme der Vernetzung konstant. Und die Energie, die sich aus der Entropie zieht und die scheinbar statistisch für uns verloren schien, wird in dem zunehmenden Netzwerk abgespeichert und kann irgendwann von innen heraus wieder abgearbeitet werden, bis sich das Teilchen am Ende wieder im Ursprung befindet. Möglich ist auch, dass es in diesem Zusammenspiel von zunehmender Unwissenheit und Unordnung auf der einen Seite und zunehmender Vernetzung andererseits, über die Zeit betrachtet, ein Optimum gibt. Zu viele geordnete Strukturen bedeuten Stillstand und zu viele vernetzte Verbindungen Chaos. Dann befinden wir uns mit unserer Erde zeitlich vielleicht gerade genau im Bereich des Optimums.