

Entropie als konstruierende Kraft.

Seit den letzten 150 Jahren, nach dem Rudolf Clausius, Ludwig Boltzmann und William Thomson (Lord Kelvin) aufgrund der früheren Arbeiten von Sadi Carnot die Hauptpostulate des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik formuliert haben, ist dieses Gebiet der Physik eines der wichtigen Themen der Naturwissenschaften. Außerdem, ist es auch bekannt, dass der zweite Hauptsatz der Thermodynamik, wirklich ein Satz und kein Gesetz im physikalischen Sinn ist. Die im zweiten Hauptsatz dargestellten Überlegungen folgen aus den Beobachtungen und sind nicht auf eine Gesetzmäßigkeit zurückzuführen. Der Begriff der Entropie, welcher aus verschiedenen Gesichtspunkten behandelt wird gilt mittlerweile für ein Synonym der Vernichtung, der Zergliederung, des Chaos. Dazu beigetragen hat die Schlussfolgerung aus dem zweiten Hauptsatz, dass der Zustand eines Systems sich mit Wahrscheinlichkeitsrechnung beschreiben lässt und alle isolierte Systeme, die durch der Zufuhr/Entnahme der Energie oder Information nicht vom Außen geregelt werden, zu ihrem höchstwahrscheinlichen Zustand streben. So ein Zustand kann als „toter Chaos“ beschrieben werden. In diesem Zustand herrscht im System eine Gleichheit aller Elemente und der Potentiale. Das System besitzt im Inneren keine Möglichkeit irgend welche Arbeit auszuführen. Wenn im System bestimmte Energie vorhanden ist, dann ist sie gleichmäßig verteilt und wertlos. Es gibt keine Ordnung im System. Das System ist nicht mehr fähig die Arbeit auszuführen, weil alle Systemelemente gleiche Energien (oder gar keine) besitzen. Es gibt keine innere Bewegung mehr. Die Beschreibung dieses Zustandes war auch die Grundlage für die vermeintliche Voraussage des „Kältetodes“ des Universums, als eines isolierten Systems. Es wird angenommen, dass das Universum zu seinem höchstwahrscheinlichen Zustand strebt. In diesem Zustand soll sich die ganze Energie des Universums im ganzen Raum gleichmäßig verteilen. Daher wird auch keinen Unterschied zwischen den Elementen des Universums geben und die Möglichkeit der Arbeit wäre in diesem Zustand gleich Null.

Obwohl diese Behauptung sich auf den ersten und teilweise den zweiten Hauptsätze der Thermodynamik stützt, ist ihre Wahrhaftigkeit fraglich. Trotzdem, dass im Universum die Entropie wächst und wachsen soll, entstehen hier immer neue Systeme, die viel komplizierter sind als die Umgebung. Eigentlich spricht die These des Entropiewachstums in der Welt gegen die Möglichkeit der Bildung des Lebendigen. Die Frage stellt sich in folgender Weise: Wenn die Entropie in der gesamten Welt wächst, sollte sie früher kleiner sein, als jetzt. Das ist aber nicht der Fall, weil, die Forschungsergebnisse der anderen Wissenschaftsrichtungen bezeugen, dass in den letzten 15 Milliarden Jahren in der Welt äußerst komplizierte Systeme, einschließlich des Lebendigen entstanden sind. Einerseits beobachten wir die Dissipation der Energie, Wachstum der Entropie, aber andererseits haben wir mit der Entwicklung der komplizierten Systemen zu tun. In solcher Situation sprechen die Wissenschaftler über eine noch unbekannte Kraft die die Entropie überwindet. Es versteht sich auch, dass die Existenz des Lebens mit Hintergrund des Entropiewachstums ernsthaften Boden für die Annahme einer äußeren konstruierenden Kraft schafft.

Aus unserer Sicht ist die Entropie selbst die konstruierende Kraft im Universum. Ohne Prozesse, die im zweiten Hauptsatz beschrieben sind, wäre die Entstehung der sich von der Umgebung durch komplizierter Struktur unterscheidenden Weltstrukturen gar nicht möglich.

Um diese Rolle der Entropie festzustellen, müssen wir erst die Prozessen der Synthese der Systeme und deren Zerlegung aus dem Gesichtspunkt der energetischen Wechselwirkung mit der Umgebung analysieren. Bei der Entstehung eines Atomkerns verlieren die ins System vereinigte Elemente ein Teil ihrer Masse, die als Strahlung aus dem System hinausgeht. Die Masse der schweren Wasserstoffkerns, Deitrons (d) ist geringer, als die Summe der Massen des Protons (p) und Neutrons (n), die diesen Kern bilden, im freien Zustand. Diese Größe ist: $\Delta m = \Delta E_g / c^2$, wo die E_g der Energie des g -Quants entspricht, welcher bei der Reaktion: $p + n = d + g$ zur Welt kommt. Die Gammastrahlung entfernt ein Teil der Masse aus dem System. Etwa die gleiche Geschichte wiederholt sich bei der Entstehung eines Atoms. Aus ihm strahlt bei der Synthese auch bestimmte Portion Energie aus. Die durch den Ausgang der Energie aus dem System verlorene Masse wird entsprechend der Relativitätstheorie mit dem Formel:

$Dm = De / c^2$ gemessen. Gleiche Situation wird bei der Synthese auf der molekularen Ebene der materiellen Organisation beobachtet. Je höher der Organisationsgrad der Moleküle ist, desto weniger freie Energie besitzen die Strukturen. Die Atome, bei der Vereinigung Synthese ist Exothermisch. Auf diesem Prinzip funktioniert die Sonne, wo der Wasserstoff in Helium umgewandelt wird. Dagegen, wenn wir ein System zerlegen wollen, sind wir gezwungen zum System die Energie zuzuführen. Zerlegung eines Atoms, eines Atomkerns, eines Moleküls braucht Zufuhr der Energie von Außen. Kurz: Dissoziation braucht Energiezufuhr. Auf den Prinzipien des Energieumtauschs mit der Umgebung bei der Synthese und bei der Zerlegung „arbeiten“ alle uns bekannten natürlichen Mechanismen, aber auch die vom Mensch geschaffenen: die Reaktoren, Bomben, Teilchenbeschleuniger u.a. Ein System braucht für die Zerlegung genauso viel Energie, wie die Elemente bei der Synthese ausgesondert haben.

Fazit: auf der elementaren Organisationsebene ist die Synthese exothermisch und die Zerlegung endothermisch.

Wir haben noch keine eindeutige Beweise für die Wahrhaftigkeit der oben angeführten Behauptung für komplizierter Systeme, aber wenn wir die Vermehrung der vom Erde ins All gestreute Energie analysieren, könnte man annehmen, dass diese These auch für die anderen Organisationsebenen der Materie gültig ist.

Eine andere Überlegung führt uns zum kosmologischen Standardmodell, das in den letzten 20-30 Jahren eine breite wissenschaftliche Akzeptanz gefunden hat. Nach diesem Modell entwickelt sich die Welt aus einem ziemlich bescheidenen Energieklumpen, die sich explosionsartig ausdehnt. Bei dieser Ausdehnung wird die Energie/Masse in immer größeren Volumen des Raums verteilt. Das gesamte System kühlt sich. Diese Tendenz der Ausdehnung gilt für die letzten 15-20 Milliarden Jahren der Welt und wird wahrscheinlich noch eine Weile gelten. Wenn wir diese Ausdehnung mit der Entropie verbinden, wird evident, dass die Entropie eine Funktion des Raumes, oder des Raum-

Zeit-Kontinuums ist. Die Ausdehnung des Raums schafft die Stellen im Kosmos, wo die Konzentration der Energie niedrig ist. Die Ausdehnung des Universums nach Big Bang erfordert die Umverteilung der Energie/Materie in immer wachsendem Raum. Also, muss die Entropie wachsen. Um diese „Leeren“ zu füllen strömt die Energie zu diesen Stellen. Diese Energie/Masse wird dort entnommen, wo sie in der hohen Konzentration vorhanden ist, - in den Sternen. Bei der Ausdehnung nach dem Standardmodell haben wir mit einer Notwendigkeit der Streuung der Energie im Raum zu tun. Eigentlich, wenn die Ausdehnung des Raums nicht wäre, wäre die Komplexität der Strukturen im Universum nicht möglich. Die Energie, die für die Füllung des ausdehnenden Raums dient, wird von den Stellen im Kosmos gewonnen, wo sie in hohen Konzentration vorkommt, also von den Sternen. Die Gesamtsumme der Energie/Materie bleibt konstant. Also, die Energie/Masse von hohen Konzentrationsstellen des Universums bewegt sich dahin, wo noch keine Energie/Masse vorhanden ist. In diesem Sinn kann man über das Streben der Welt zu einem Zustand sprechen, in welchem die Krümmung des Raumes, bzw. des Raum-Zeit-Kontinuums zum Minimum strebt. Mit der gleichmäßigeren Umverteilung der Energie/Masse im Raum, vermindert sich die Krümmung des Raumes. In manchen Situationen, wenn die anderen Bedingungen auch stimmen, wird diese Energie von den Prozessen der Synthese entnommen. Wir haben oben beschrieben, dass bei der Synthese ein bestimmter Teil der Energie aus dem System herausströmt. Jetzt brauchen wir die These über die Aussonderung der Energie aus dem System bei der Synthese mit den Behauptungen des zweiten Hauptsatzes zu verbinden. Die Entropie „zwingt“ die Elemente sich in ein System zu vereinigen, die komplizierter ist, als die Elemente im einzelnen. Durch diesen „Zwang“ bei der Übereinstimmung der anderen Faktoren (Temperatur, Druck, Konzentration u.a.) entstehen neue Systeme, die weniger Masse beinhalten, als einfache Zusammenlegung der Massen einzelner Elemente. Diese Ausstrahlung der Energie vergrößert die Entropie in der Umwelt, aber, gleichzeitig vermindert sie im gegebenen System. Die Ausdehnung des Universums erfordert die Energie, die teilweise durch Synthese gewonnen wird. Deshalb entstehen an manchen Stellen des Universums synthetische Strukturen, die komplizierter sind, als die Umgebung. In diesem Zusammenhang können wir behaupten, dass die Ausdehnung des Raum-Zeit-Kontinuums eine notwendige und grundlegende Voraussetzung für die

Entstehung der komplizierten Systemen ist. Was die Entropie betrifft, ist sie eine konstruierende Kraft in der Weltentwicklung.

Literatur:

1. Atkins P.W. „The Second Law“. N.-Y. 1984
2. Jantsch, E., „Die Selbstorganisation des Universums“ München, 1992
3. Prigogine, I., Stengers, I., „Order out of Chaos“, London, 1984
4. Reeves, H., „Die kosmische Uhr: hat das Universum einen Sinn?“, Düsseldorf, 1989
5. Unsöld, A., „Evolution kosmischer, biologischer und geistiger Strukturen“ Stuttgart, 1981
6. Wilhelm, F., Hrsg. „Der Gang der Evolution: die Geschichte des Kosmos, der Erde und des Menschen“, München, 1987