

Physikalisches Gesetz verdrängt, vergessen, geleugnet

Entropie - Reichtum und Armut, Wachstum und Müll

Von unserem Redaktionsmitglied Holger Korsten

Als Rudolf Clausius 1865 den Begriff „Entropie“ prägte, wurde zur Wissenschaft, was den Menschen schon immer klar war: „Alles hat seinen Preis“ oder „... den Weg alles Irdischen gehen“ beschreiben intuitiv den Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik, das Entropiegesetz. Das erste Sprichwort besagt, daß jede Aufwendung mit einem Verlust verbunden ist, das zweite weist auf die Unumkehrbarkeit allen Geschehens hin.

Hat die moderne Gesellschaft vergessen, was die Alten sangen? Verdrängt sie die Konsequenzen, die sich aus dem Entropiegesetz ergeben? Oder belügt sie sich selbst durch immer neue technische und wirtschaftliche Erfolge? Hat die „Wirtschaftswoche“ recht, die ständig vom großen Irrtum des Club of Rome spricht und von zunehmenden(!) Energieressourcen? Wissen die Menschen überhaupt von den thermodynamischen Gesetzen und deren erbarmungslosen Auswirkungen auf unser tägliches Leben und auf das künftiger Generationen?

Zur Erinnerung: die beiden Hauptsätze

Der erste beschreibt die Quantität der Energie: sie bleibt in einem geschlossenen System immer gleich, egal wie oft und welche Wandlungen chemischer, mechanischer oder elektrischer Natur sie vollziehen mag – sie kann weder aus dem Nichts kommen noch im Nichts verschwinden, weder können wir Energie erschaffen noch sie zerstören. Das ist tröstlich, scheinen doch damit insbesondere Volkswirtschaftlern endlose Kreislaufprozesse möglich ...

Der zweite befaßt sich mit der Qualität der Energie: bei der mittels Energieeinsatz erfolgten Umwandlung von Rohstoffen in Produkte und Nahrungsmittel sowie Energieumwandlungen gemäß Satz eins verschlechtert sich die Qualität der Energie bis zu einem Zustand, in dem sie für Arbeit nicht mehr verfügbar ist; diese nicht mehr nutzbare Energie ist die Entropie, also Abfall. Dabei haben alle Wärmeprozesse in unserem geschlossenen System „Erde“ die Richtung vom qualitativ hohen zum niedrigen Niveau. Die Energie wird degradiert, die Entropie wächst, wie am Beispiel eines Kohlekraftwerks leicht zu erkennen ist. Das bedeutet zunächst, was auch unsere Altvordern schon wußten: bei Kälte die Fenster schließen, denn die fünf Grad von draußen addieren sich im Zimmer

nicht mit der Raumtemperatur zu wohligen 25°C, sondern es wird kalt. Was sie nicht wußten: in Wirklichkeit geht die Wärme nicht verloren, sondern die Zimmerwärme vermischt sich mit der Winterluft. Die Gesamttemperatur auf der Erde ist um eine winzige Winzigkeit gestiegen, die Gesamtentropie auf unserem blauen Planeten hat zugenommen.

Das Entropiegesetz sagt noch mehr: zwar ist der Entropiezuwachs im Gesamtsystem nicht umkehrbar, kann aber in einem geschlossenen Teilsystem durchaus rückgängig gemacht werden – natürlich unter Einsatz von Energie und Hinnahme eines Entropieanstiegs im Gesamtsystem. Rudolf Clausius definierte: Wärme geht nicht von selbst aus dem Körper niedriger Temperatur in den höherer Temperatur über; soll sie das, muß Arbeit aufgewandt, also aus einem anderen System Energie zugeführt werden. Heißt man also nach dem Schließen der Fenster – um bei unserem Beispiel zu bleiben – ordentlich ein, steigt das Wärmeniveau, die Entropie im Zimmer nimmt ab – die Gesamtentropie auf der Erde vergrößert sich. Die Konsequenz daraus: es ist möglich, lokal Entropieabnahme, also Abfallreduzierung zu erzielen, allerdings auf Kosten von mehr Abfall irgendwo anders.

Energiereserven bald aufgebraucht

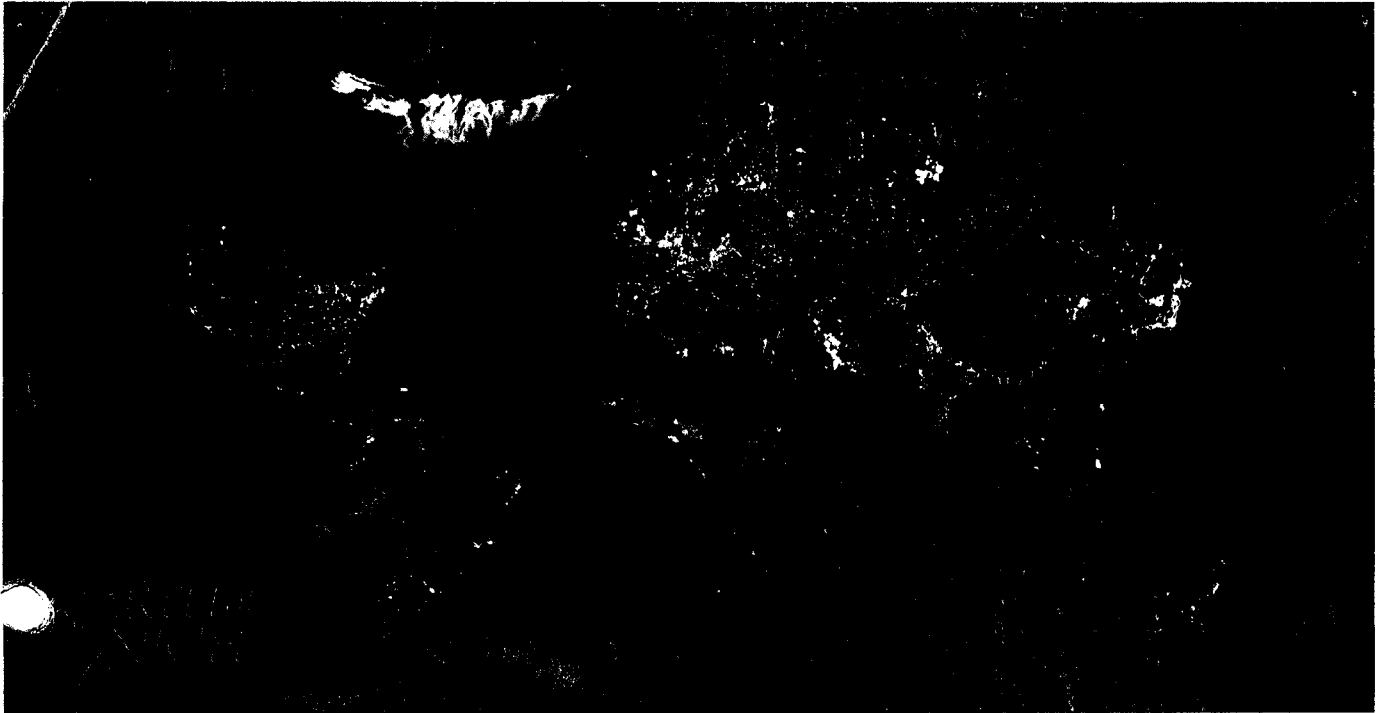
Ob mit oder ohne Mensch, die Entropie nimmt langsam zu, und zwar ständig. Da jedoch die natürlichen Umwandlungsprozesse höchst effizient und unter ständiger Zufuhr von Sonnenenergie stattfinden, erscheinen sie uns als endlose Kreislaufprozesse. In diesen Prozessen spielt seit altersher auch der Mensch eine Rolle, beispielsweise durch Nutzung der Wasserkraft. Das Entropiegesetz läßt jedoch diese Kreislauf-Illusion zerrinnen: die Erde wird irgendwann einmal am Ende aller in der Natur vorkommenden Energieumwandlungsprozesse sein und in Millionen und Abermillionen Jahren den Wärmetod erleiden.

Das Entropiegesetz ist erbarmungslos: es führt uns die eigene Endlichkeit wie die von Industrien, Volkswirtschaften und letztlich der Erde und des gesamten Universums vor Augen. Da hilft kein Drumherumreden und kein Tricksen, unaufhörlich wächst die nicht mehr nutzbare Energie – in Form von Erwärmung, Abfall, Naturzerstörung und Armut. Jeremy Rifkin hat in seinem Buch „Entropie“ dafür ein zutreffendes Gleichnis beschrieben: ein Mensch will entgegen der Laufrichtung auf einer Rolltreppe nach oben. Er weiß allerdings nichts von der „Intelligenz“ dieser Treppe: Sie steuert ihre Geschwindigkeit abhängig von seinem Tempo. Während er also nach oben geht, merkt er, daß die Rolltreppe ein wenig schneller ist als er und ihn nach unten transportiert. Daraufhin erhöht der Rolltreppe seine Geschwindigkeit – mit dem Effekt, daß auch die Rolltreppe schneller wird und ihn schneller weiter nach unten bringt. Der Mensch wird seine Anstrengungen bis zum Zusammenbruch weiter steigern, wenn er den Charakter dieses Systems nicht durchschaut; nämlich daß er niemals oben ankommen und um so schneller nach unten transportiert wird, je mehr er sich bemüht nach oben zu kommen. Am besten wäre noch, wenn er gänzlich aufhörte zu laufen: dann würde er sich praktisch unmerklich und unendlich langsam nach unten bewegen ...

Sonnenenergie auf der „Einkommenseite“

Das jetzige System, erwachsen aus der ersten industriellen Revolution mit seinem Verbrauch vor allem von nicht erneuerbaren Energien und Rohstoffen, nähert sich unaufhaltsam seinem Ende. Die Gegenmaßnahmen sind unzureichend: weder helfen Kernkraft und Recycling, noch trifft die gerade immer wieder von Volkswirtschaftlern vertretene Auffassung zu, daß uns Ingenieuren schon wieder etwas einfällt – ganz neue Energien und Verfahren andere Rohstoffe und vielleicht ja doch die Erfindung des Perpetuum Mobile.

Sicherlich, die Ingenieure werden wieder etwas finden, beispielsweise die gentechnische Eliminierung von ertragsmindernden Krankheiten und Anfälligkeiten gegen Schädlinge bei Pflanze und Tier. Vielleicht können dann weitere Milliarden Menschen zusätzlich die Erde bevölkern und – logisch – die zur Neigehenden Energiereserven noch schneller verbrauchen, den Planeten noch schneller mit in Abfall geronnener En



Künstliches Licht und natürliche Feuer kündigen auf dieser nächtlichen Satellitenaufnahme von der Anwesenheit des Menschen und zeichnen die Konturen der Kontinente nach. Das emittierte Licht stammt zum großen Teil von Straßenbeleuchtungen und beleuchteten Häusern in den städtischen Regionen, speziell in Europa, Nordamerika und Ostasien. Verkehrsadern wie die Trans-Sibirische Eisenbahnstrecke, große Eisenbahnstrecken in China oder der Highway Nr. 5 an der Westküste der Vereinigten Staaten heben sich ebenfalls deutlich hervor. Schwarz und unbeleuchtet erscheinen unbesiedelte Räume wie die Sahara, der Himalaja und das Innere Australiens und große Flüsse wie der Nil. In den Tropen stammt das meiste Licht von Feuern, die zum Zwecke von Brandrodungen angelegt wurden.

tropie überschütten und Verteilungskriege um die Reste von Energie, Wasser und unverseuchter Erde führen.

Betrachten wir einmal das Leben der Menschen auf der Erde als ein „Unternehmen“. Bei der Begutachtung unserer Energie- und Rohstoffressourcen sehen wir sofort einen bedeutenden Unterschied: ein Teil erneuert sich ständig unter dem Einfluß von direkter Energiezufuhr; unser ansonsten geschlossenes System Erde hat nämlich einen Eingang für die Energie der Sonne. Diesen Energiezufluß nennen wir „Einkommen“. Wir besitzen aber auch Vorräte an Kohle, Gas, Öl, Wasser, Luft, bebaubarer Erde, heißen Quellen; dieser Vorrat ist unser „Eigenkapital“. Jeder Betriebswirt weiß, daß ein gut geführtes, zukunftsträchtiges Unternehmen sein Eigenkapital ausschließlich zur Verbesserung der Ertragssituation investieren wird – ein Unternehmen, das sein Eigenkapital ohne Steigerung des Einkommens aufzehrt, ist ein Fall für den Konkursverwalter.

Das Unternehmen „Mensch“ setzt aber nur Bruchteile seines Eigenkapitals für die Steigerung des „Einkommens“ ein, etwa für den Bau von Talsperren, den Einsatz von Sonnenkollektoren, den Bau von Windkraftanlagen oder gut isolierte Gebäude. Die „Geschäfts-

führung“ dieses Unternehmens – Politik und Wirtschaft – verbraucht das Eigenkapital zum Bewegen von Autos, Heizen von Gebäuden, Herstellung nicht reparierbarer Kaffeeautomaten, für die Produktion von Konservendosen und Pappschachteln. In diesem Prozeß verliert das Unternehmen das noch nicht mit Entropie belastete Eigenkapital, bestehend aus hochwertiger Energie – und zwar um so schneller, je mehr sich das Unternehmen obigen Aktivitäten hingibt.

Solare Energieversorgung für eine reduzierte Weltbevölkerung

Ein vernünftiger Wirtschaftsberater würde dem Unternehmen die Sinnlosigkeit seiner Tätigkeit vor Augen führen und ihm Maßnahmen zur Steigerung des „Einkommens“ (Energiezufluß erneuerbarer Energien) bei zielgerichtetem, sparsamen Einsatz des „Eigenkapitals“ (Energie- und Rohstoffvorräte) vorschlagen. So sind die Ingenieure durchaus in der Lage, ein technisches System mit niedriger Entropie weiter zu vervollkommen – die Solartechnik im weitesten Sinne, also Sonne, Wasser, Wind, Biomasse. Gleichzeitig sind die Ingenieure fähig, teure Rohstoffe, etwa Metalle, durch Allerweltsmaterialien wie Keramik zu ersetzen.

Die technische Veränderung zu einem niedrig-entropischen System ist wahrscheinlich der einfachere Teil.

Schwieriger wird sein, die Weltbevölkerung auf friedlichem Wege zunächst stagnieren und dann kontinuierlich auf rund eine Milliarde schrumpfen zu lassen. Und am schwierigsten wird in der Übergangsphase der Erhalt halbwegs funktionierende Sozialsysteme sein. Zugleich wird es darum gehen, die abnehmende Bevölkerung mittels biologischen Landbaus zu ernähren – also ohne exzessive Energiezufuhr durch Düngung. Außerdem sind Bevölkerungsabnahme und Arbeitsverteilung auszutarieren. Die UNO wird viel zu tun haben ...

Es ist jedoch zu befürchten, daß das „Unternehmen Mensch“ die Chance nicht nutzt, und sich die tief-pessimistischen Gedanken in der „Kleinen Fabel“ von Franz Kafka bewahrheiten:

„Ach“, sagte die Maus, „die Welt wird enger mit jedem Tag. Zuerst war sie so breit, daß ich Angst hatte, ich lief weiter und war glücklich, daß ich endlich rechts und links in der Ferne Mauern sah, aber diese langen Mauern eilen so schnell aufeinander zu, daß ich schon im letzten Zimmer bin, und dort im Winkel steht die Falle, in die ich laufe.“ – „Du mußt nur die Laufrichtung ändern“, sagte die Katze und fraß sie. ●