

„A Measure of Disorder“ – Entropie als Metapher für das Andere der Ordnung

“A Measure of Disorder” – Entropy as Metaphor for the Other of Order

Robert Feustel

Abstract:

Entropy has been used as measure of disorder in several ways. Originally based on physics, the term has extended its meaning, and since the late 19th century describes the upcoming end of the world, the heat death, the unstoppable increase of disorder within closed systems (e. g., the world or the universe). Understood in this way, entropy has been a shifting concept which has partly adopted the role of apocalyptic narratives. The paper follows this concept from its origin in thermodynamics (Clausius) into cybernetic theory (Wiener, von Foerster) and beyond. It emphasizes the dissimilar understandings and misunderstandings of a physical notion including its surrounding philosophical discussions. During this journey, different and sometimes opposed concepts of entropy appear: First it is part of the second law of thermodynamics measuring molecule disorder; then it makes a shift into information theory and emerges as measure of noise, of misleading and chaotic non-information. Depending upon the precise definition of information, it then pops up as “hell for cyberneticists” or – on the contrary – as the basis of any kind of progression and innovation. Finally, the paper indicates that the issue of entropy remains an unclear and a heterogeneous notion which plays a major role in theorizing (and measuring) the other side of order. However, because of the concept’s ambiguity, it is inappropriate to translate entropy into the social sciences and hence as a justification of pessimistic prospects.

Robert Feustel (Dr.), University of Leipzig, Department of Political Science, key activities: cultural history, epistemology, political philosophy, discourse analysis, philosophy of subjectivity.

Keywords:

dt.: Entropie, Thermodynamik, Apokalypse, Wärmetod, Kybernetik

engl.: entropy, thermodynamics, apocalypse, heat death, cybernetics



„Die Gesellschaft tendiert zum Zustand der größten Wahrscheinlichkeit und damit zur größten Unordnung; sie zerfällt“, schreibt der Soziologe Manfred Wöhlcke (1996, 16). Diese im besten Fall provokative These setzt sich, wie der Autor selbst bemerkt, aus zwei Bausteinen zusammen: Einerseits hatte ihn seit längerem schon ein unumstößlicher Kulturpessimismus eingeholt: „Ich habe ein tiefes Verständnis für zivilisatorische Dekadenz und glaube, daß Pessimisten letztlich mehr Realitätssinn haben als Optimisten“ (ebd.). Einem flüchtigen Gespräch mit einem Physiker, der sich mit Entropie beschäftigte, entnahm er andererseits den begrifflichen Schlüssel und – viel wichtiger – die vermeintlich naturwissenschaftliche Absicherung seiner solide pessimistischen Haltung: „Im Rahmen der Thermodynamik ist [Entropie] ein Maß für die Umkehrbarkeit bzw. Nichtumkehrbarkeit energetischer Prozesse, und im Rahmen der Wahrscheinlichkeitsrechnung [...] ein Maß für Ordnung bzw. Unordnung“ (ebd.). Der zweite Aspekt scheint Wöhlcke besonders „fruchtbar“ für die Sozialwissenschaften, „und zwar speziell die These, wonach in geschlossenen Systemen irreversible Prozesse ablaufen, die zum Zustand [...] größter Unordnung tendieren“ (ebd., 15). Die „sogenannte Dissipation von Energie“ führe zum „Zerfall der vorhandenen Ordnungsstrukturen: Der Grad der Entropie steigt“ (ebd.). Ohne weiter auf physikalische oder mathematische Details einzugehen, adaptiert Wöhlcke also eine naturwissenschaftliche Größe umstandslos für die Beschreibung gesellschaftlicher Zustände.

Der Politikwissenschaftler Karl W. Deutsch sieht zwar – etwa 30 Jahre vor Wöhlcke – keinen unumkehrbaren Abwärtstrend, verknüpft aber Entropie als naturwissenschaftliches Ordnungsmaß ebenfalls mit Vorgängen, die allenfalls andeutungsweise in den Bereich der *hard sciences* fallen: „Aus den Forschungen über Entropie können wir vielleicht schließen, daß Geist nur relativ selten vorkommt: Vorgänge mit einem hohen Ordnungsgrad sind statistisch weniger häufig als Vorgänge, die durch wenig Ordnung (also durch größere Entropie) gekennzeichnet sind“ (Deutsch 1969, 204). Die alte philosophische Frage, was Geist sei, lasse sich mithilfe statistischer Wahrscheinlichkeit und einem Maß für das Andere der Ordnung beantworten: Ordnung ist Geist, und Unordnung ist Ungeist.

An anderer Stelle taucht Entropie mit verschobenen Vorzeichen ebenfalls auf. In seiner Streitschrift *Kybernetik und Revolte*, die im Original bereits 2001 erschien, identifiziert das französische Autorenkollektiv Tiquun die Kybernetik als jene Wissenschaft, die wie keine andere den Spätkapitalismus geprägt habe. Entropie schließlich, die „als Naturgesetz betrachtet [...] den Zer-

fall des Lebenden, das Ungleichgewicht in der Ökonomie [und] die Auflösung des sozialen Bandes“ beschreibt und vermeintlich empirisch absichert, ist die „Hölle des Kybernetikers“ (Tiqqun 2007, 28). Es sei, so Tiqqun verdichtet und in deutlicher Distanz zur Position Wöhlckes, dem kybernetisch-kapitalistischen System mittlerweile recht gut gelungen, ein anti-entropisches Regime zu installieren, das jede Regung der Unordnung oder jede ungeordnete Regung systemisch absorbiert. Was Tiqqun mit viel Emphase kritisiert, ist im Rahmen der neueren politischen Theorie nicht unbekannt. Störungen, Unterbrechungen und ergebnisoffene Ereignisse haben Konjunktur, [1] weil – zugespitzt formuliert – das Andere der Ordnung immer schon über kybernetische Feedbackschleifen integriert und damit seines kritischen Stachels beraubt scheint. Anders gesagt: Im Kontext solcher Theorien hat der Kapitalismus im langen Schatten der Kybernetik, das heißt der Steuerungswissenschaft, Mittel und Wege gefunden, jede Form entropischer Unordnung systemisch einzufangen, zu minimieren oder ganz abzuschalten.

Die Verwendung des Entropiebegriffs bleibt jedoch meist metaphorisch, sei es in Form einer unmittelbaren Übertragung auf soziologisches Terrain (Wöhlcke) oder in kritischer Reflexion (Tiqqun u. a.). Wahrscheinlichkeits- und Informationstheorie werden ebenso aufgerufen wie thermodynamische Versuche, ohne dass die jeweilige Einfassung des Entropiebegriffs unterschieden würde. Vielmehr wird das Wort als metaphorische Umschrift für Unordnung gelesen, die mit naturwissenschaftlichen Weihen versehen unstrittig und ausrechenbar scheint. Entropie ist, kurz gesagt, eine Zustandsgröße für Unordnung und zugleich ein unausweichlicher Prozess des Verfalls und kommenden Endes, mit dem auf die eine oder andere Weise ein Umgang gefunden werden muss.

Die folgenden Seiten haben das Ziel, vier Begriffe von Entropie nachzuzeichnen, in denen das jeweils Andere der Ordnung zwar den gleichen Namen trägt, aber grundsätzlich unterschiedliche Eigenschaften hat. Was zunächst im Rahmen der Thermodynamik des 19. Jahrhunderts ein energetischer Prozess ist, der über kurz oder lang im „heat death“, im restlosen Erkalten der Welt, mündet, fungiert später als informationstheoretische Größe, die – hier zerfasert der Gegenstand erneut – entweder als Maß für produktive Unsicherheit (*uncertainty*) und Information oder für Rauschen und Nicht-Kommunikation verwendet wird. Was also zunächst als Neologismus das Licht der Welt erblickt, das Gegenstück zu Energie darstellt und dabei hilft, thermodynamische Prozesse zu beschreiben und zu erklären, wird ein knappes Jahrhundert später im Rahmen eines

[1] Vgl. etwa Rancière 2002, Baudrillard 2005, Virilio/Petit 2001.

anderen mathematischen und physikalischen Settings neu verhandelt. Die gewissermaßen philosophische Bedeutung von Entropie hängt schließlich nicht zuletzt daran, wie genau der Begriff physikalisch ausstaffiert ist. Das oft recht hermetische Bild unausweichlichen Niedergangs oder Realität gewordener kybernetischer Steuerungsphantasien zerfällt. Übrig bleibt eine Metapher, die kulturpessimistisch eingefärbte sozialphilosophische Narrative mithilfe naturwissenschaftlicher und mathematischer Kategorien stabilisiert und für das Andere der Ordnung schlechthin steht. Letzteres ist die einzige Konstante, der invariable Kern, der es ermöglicht, Entropie als Topos oder Weltbeschreibung zu stabilisieren und eine Brücke von der Thermodynamik des 19. zu den Computerwissenschaften des 20. Jahrhunderts zu schlagen: Entropie *ist* das Andere der Ordnung, was auch immer dies im Detail bedeuten mag.

„Die Entropie der Welt strebt einem Maximum zu“

1865 hatte der Physiker Rudolf Clausius aufbauend auf Nicolas Léonard Sadi Carnot und William Thomson (u. a.) als erster in dieser Deutlichkeit die Behauptung formuliert, dass „die Entropie der Welt [...] auf ein Maximum“ zustrebe (Clausius 1865, 400). Clausius erweiterte damit die Wärmelehre um ein folgenreiches Argument. Während der Erste Hauptsatz der Thermodynamik besagt, dass Energie nicht erschaffen oder verbraucht, sondern immer nur umgewandelt wird, fokussiert der Zweite Satz die Nebeneffekte der Energieumwandlung. Jeder thermodynamische Prozess eines geschlossenen Systems, in dem Wärmeenergie in Arbeit übersetzt wird, hinterlässt eine negative Bilanz. Es wird mehr Wärme „aufgebraucht“, als in Arbeit, also nutzbare Energie übersetzt werden kann. Die Entropie eines Systems, das Maß seiner Unordnung, nimmt „im Verhältnis zur Abnahme der verfügbaren Energie“ zu. Die energetische Gesamtbilanz bleibt – dem ersten Hauptsatz entsprechend – zwar gleich, der Prozess der Dissipation (etwa: Durchmischung) sorgt allerdings dafür, dass die nutzbare Energie (beispielsweise Arbeit) kontinuierlich ab- und die Entropie (als Maß der Gleichverteilung und damit nicht nutzbarer Energie) zunimmt. Kurz: Es gibt kein *perpetuum mobile*.

„Die grundlegende mathematische Formel für diesen Vorgang wird üblicherweise als $dS = \delta Q / T$ geschrieben, wobei dS die Zunahme der Entropie, δQ den Zuwachs der von

einem warmen zu einem kalten Körper transportierten Wärme und T die Temperatur derselben bezeichnet. Und diese Formel besagt: Wenn ein kälterer Körper die Wärmemenge Q von einem wärmeren Körper mit der Temperatur T absorbiert, dann wird die Menge an Entropie $S=Q/T$ von ersterem gewonnen und von letzterem verloren.“

Entscheidend dabei ist aber die „Tatsache, dass weil $S=Q/T$ zunimmt, wenn T abnimmt, der kältere Körper mehr Entropie gewinnt als der wärmere verliert“ (Freese 2006, 14f.). **[2]** Wenn man etwa Eiswürfel in ein Getränk gibt, schmelzen diese mit der Zeit. Die geordnete Eiskristallstruktur geht in eine ungeordnete Bewegung der Wassermoleküle über, Entropie und Energie werden vom Getränk auf die Wassermoleküle der Eiswürfel übertragen.

„Da es aber eine kleine unvermeidliche Temperaturangleichung der Teilsysteme von Eis und Getränk gibt, erhöht sich die Entropie des geschmolzenen Wassers stärker, als [es] der Abnahme der Entropie des Getränks entspricht: Die Einstellung des thermodynamischen Gleichgewichts erzeugt vormals nicht vorhandene Entropie.“ **[3]**

Demnach wächst in jedem geschlossenen System die Entropie, sofern es sich nicht bereits im Zustand maximaler Unordnung befindet (also im thermodynamischen Gleichgewicht). Mit der Zeit gelangt jedes geschlossene System in maximale Unordnung, d. h. in ein völliges Gleichgewicht. Ein anderes Beispiel: Nimmt man zwei Behälter (wie es der Physiker James Clerk Maxwell (1877) in seinem berühmten Gedankenexperiment macht), die durch eine kleine Öffnung miteinander verbunden sind, und füllt in den einen kalte und in den anderen warme Luft, dann wird mit der Zeit die Ordnung – kalt hier, warm dort – in den Zustand maximaler Unordnung übergehen, und die Temperatur in beiden Behältern gleicht sich aus. Dieser Endpunkt der Dissipation innerhalb eines geschlossenen Systems ist die von Clausius angesprochene maximale Entropie, die am Ende immer lauert. Perspektivisch läuft alles auf einen Zustand maximaler Unordnung hinaus. Das heißt zugleich, dass Gleichgewicht und Unordnung identisch werden.

Jenseits der physikalischen Bedeutung im engeren Sinn hat der Zweite Hauptsatz mit seinem umstrittenen Neologismus Entropie **[4]** vor allem für das Denken von Ordnung und Unordnung Effekte gezeitigt. Man muss dazu freilich den metaphorischen Sprung von der experimentellen Dampfmaschine zur philosophischen Weltbetrachtung wagen und thermodynamische Systeme als allgemeines Grundmodell für Ordnungsbildung (im Weltmaßstab) begreifen. Kurz: Nur wenn

[2] Das „d“ in der Formel $dS=\delta Q/T$ bedeutet „Veränderung von“.

[3] http://www.wikipedia.org/wiki/Entropie_%28Thermodynamik%29 (11/9/2013).

[4] Vgl. zur Debatte um den Begriff und seine Herleitung Freese 2006, 12ff.

alles im *System* einer Dampfmaschine repräsentiert ist, lässt sich der entropische Untergang antizipieren. Auf die maximale Bezugsgröße, das heißt auf das gesamte Universum übertragen, entsteht das Bild eines schleichenden, entropischen Endes; mit jedem Tag vergrößert sich die Unordnung. Ordnung dagegen ist prinzipiell der Ausnahmefall, dessen Eintreten unerklärlich bleibt.

Es braucht nicht übermäßig viel Phantasie, um sich die Konsequenzen einer solchen metaphorischen Verallgemeinerung eines physikalischen Grundsatzes auszumalen, der sich nebenbei anschickt, der überlieferten „apokalyptischen“ Version von Untergang und Neuanfang Konkurrenz zu machen (vgl. Freese 2006). Sinnbildlich für die philosophische und zugleich (kultur-) pessimistische Deutung des Zweiten Hauptsatzes ist Bertrand Russell (2010 [1902], 62), der zu Protokoll gibt, dass

„all the labours of the ages, all the devotion, all the inspiration, all the noonday brightness of human genius, are destined to extinction in the vast death of the solar system, and that the whole temple of Man's achievement must inevitably be buried beneath the debris of a universe in ruins – all these things, if not quite beyond dispute, are yet so nearly certain, that no philosophy which rejects them can hope to stand. Only within the scaffolding of these truths, only on the firm foundation of unyielding despair, can the soul's habitation henceforth be safely built.“

Ähnlich sieht es der Astrophysiker Arthur Eddington (1931, 78): „Ich glaube, daß dem Gesetz von dem ständigen Wachsen der Entropie – dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik – die erste Stelle unter den Naturgesetzen gebührt.“ Und wenn eine philosophische Theorie gegen diesen Grundsatz „verstößt, dann ist alle Hoffnung vergebens. Dann bleibt ihr nichts mehr übrig, als in tiefster Demut in der Versenkung zu verschwinden.“ Oswald Spengler (1963, 547) springt in *Der Untergang des Abendlandes* auf diesen Zug und schreibt: „Das Weltende als Vollendung einer innerlich notwendigen Entwicklung – das ist die Götterdämmerung; das bedeutet also, als letzte, als irreligiöse Fassung des Mythos, die Lehre von der Entropie.“ Freilich regt sich auch Widerstand gegen diese vermeintliche Einsicht in die Hoffnungslosigkeit. Friedrich Engels (1961 [1925], 27) etwa antizipiert die Aufgabe der „Naturforschung“ darin, Möglichkeiten aufzuzeigen, „die in den Weltraum ausgestrahlte Wärme [...] in eine andere Bewegungsform [...] umzusetzen“. Und der russische Schriftsteller Jewgeni Samjatin ist 1924 davon überzeugt, dass die Revolution die einzige Therapie gegen den Ordnungszerfall sei (Samjatin 1991 [1924]).

Diese Deutungen von Entropie als dem Anderen der Ordnung und Name für das kommende und vielleicht aufzuhaltende Ende setzen voraus, die Struktureinheit „System“ beliebig dimensional verschieben und buchstäblich exorbitant vergrößern zu können. Sie setzen überdies voraus, dass alle relevanten Kenngrößen und Einflussfaktoren bekannt sind und dass diese aus physikalischen Modellen verlustfrei in sozialphilosophische bzw. gesellschaftliche und buchstäblich universelle Themen überführt werden können. Damit kaufen sich die Apologeten des kommenden „heat death“ zugleich eine physikalische Definition für Ordnung ein, deren Anderes als Gleichgewicht infolge von Dissipation konzipiert ist. Ungleichgewicht (warm hier, kalt dort) ist demzufolge ein Ausdruck von Ordnung. Letztlich sind es Analogien zwischen verschiedenen Systemen – thermodynamischen, sozialen oder universellen – im Verbund mit einer spekulativen „innere Verwandtschaft“ (Wöhlcke 1996, 18), welche die Debatten um ein unvermeidbares Weltende und den schleichenden Prozess zunehmender Unordnung tragen.

Bleibt die Frage, auf welche Probleme, auf welche Krisensymptome der philosophisch gewendete Zweite Hauptsatz reagiert? Was verschaffte der Theorie thermodynamischer Entropie zumindest in Intellektuellenkreisen Aufmerksamkeit? Schließlich ist es nicht selbstverständlich, dass Bausteine der Physik umstandslos als philosophische Diagnose, als umfängliche Weltbeschreibung ausgebreitet werden. Das 19. und frühe 20. Jahrhundert sind von substantiellen Krisen geprägt, die vor allem die Frage nach gegenwärtigen und künftigen Ordnungsmodellen auf den Plan rufen. Da wäre etwa die aufklärerisch oder wissenschaftlich begründete Skepsis gegenüber religiösen Vorstellungen. Russell beispielsweise argumentiert nicht nur gegen das Christentum, sondern zieht auch die ordnungsstiftende Kraft Gottes in Zweifel (1963, 24): „Meinen Sie, wenn Ihnen Allmacht und Allwissenheit und dazu Jahrmillionen gegeben wären, um ihre Welt zu vervollkommen, daß Sie dann nichts Besseres als den Ku-Klux-Klan oder die Faschisten hervorbringen könnten?“ Vor dem Hintergrund neuer naturwissenschaftlicher Erkenntnisse stellt sich gewissermaßen eine Langzeitperspektive ein, die einer höheren Ordnung unterliegt. Die Menschheit überhaupt ist eine kurzzeitige Ausnahme, bevor die Erde wieder „etwas Totes, Kaltes, Lebloses“ sein wird (ebd.). Entropie als Grundsatz oder Leitfaden lässt zwar wenig Hoffnung aufkeimen, weil der Zerfall unaufhaltsam fortschreitet. Sie kann jedoch als narrativer Rahmen dienen, wenigstens die Wirren, die Unordnung und das Chaos zu verstehen. Die Entropieerzählung liefert eine paradoxe Figur: Sie generiert Ordnung im Anderen der Ordnung, indem sie die

Systematik dieses Anderen dechiffriert und auf vermeintlich naturwissenschaftlich stabile Füße stellt. Das Konzept der Entropie wirkt so gesehen beruhigend, weil es die Wirren und Unwegbarkeiten, die Fehlschläge der Moderne und den Mangel an ordnungsstiftenden Erzählungen zu verstehen hilft. Vor dem Hintergrund des unausweichlichen Endes lässt sich dann die „Wohnung der Seele errichten“ (Russell). In gewisser Weise gleicht der Zweite Hauptsatz – mitsamt seiner philosophischen Deutung – Hegels „Weltgeist“ mit negativem Vorzeichen. Wenn sonst nichts stabil ist, bleibt zumindest diese eine unzweifelhafte Wahrheit. Man kann sie schließlich entweder akzeptieren, um ungeniert leben zu können (Russell), oder die gleichsam verzweifelte Suche nach Auswegen müsste mit voller Intensität beginnen (Engels, Samjatin u. a.). Die thermodynamische Entropie fungiert damit auch als Kontingenzverleugnung. Wenn sonst schon nichts mehr klar und deutlich ist, wenn Ordnung umkämpft und unsicher ist und sich tendenziell auf dem Rückzug befindet, dann bleibt nur die unzweideutige Einsicht in die innere Notwendigkeit des unaufhaltsamen Niedergangs. Im ganz großen Stil scheint die entropische Unordnung ohnehin auf dem Vormarsch, was das Scheitern ordnungstiftender Ideale und die Krise der aus den Fugen geratenen Moderne zu erklären hilft.

Vom „heat death“ zum Rauschen

Waren im 19. Jahrhundert die physikalischen und zugleich philosophischen Debatten um Entropie, den Systemzustand der Welt und die unvermeidliche Unordnung vorrangig Sache elitärer Zirkel, kommt ihnen nach den Gewaltexzessen der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts und vor allem des Zweiten Weltkriegs eine ganz andere Bedeutung zu. Spätestens mit dem „Epochenjahr“ 1945 gerät der klassisch moderne Fortschrittsglaube unter die Räder, der noch im 19. Jahrhundert Zweifel genährt hatte, ob der entropische Untergang nicht mit besserer Technik aufzuhalten sei. Peter Freese etwa beschreibt, wie Entropie als Metapher in der amerikanischen Literatur Einzug hält und etwas später selbst die Ökonomen affiziert, ohne dass dem eine tragfähige physikalische Definition zugrunde liegt (Freese 2006, 26). Auch die Beatbewegung rekurriert direkt und indirekt auf entropische Argumente; man las u. a. Spengler und Norbert Wiener. [5] Allerdings hatte sich im Rahmen dieser Debatten der Entropiebegriff seiner thermodynamischen Ketten entledigt und war als vielgestaltige Umschrift für Unordnung zum allgemeinen Schlagwort mutiert. Für

[5] „Um es einmal ganz grundsätzlich zu sagen, sie [die neue Vision der Beats] kommt aus Spenglers *Untergang des Abendlandes*, in dem es um das Ende der Kultur und den Beginn der Hochzivilisation geht, die nichts weiter ist als degenerierte Kultiviertheit und Abblättern der ursprünglichen Kultur mit einem gleichzeitigen Aufstieg einer zweiten Religiosität ... Die neue Vision nahm den Tod der Spießermoral als gegeben und ersetzte sie durch den Glauben an die Kreativität“ (Alan Ginsberg in Watson 1997, 41).

diese neue Welle der Beschäftigung mit Entropie sorgte vor allem die Adaption des Begriffs im Rahmen informationstheoretischer bzw. kybernetischer Überlegungen, die seit den späten 1940er Jahren eine kleine wissenschaftliche Revolution ausgelöst hatten.

Wieners viel gelesene Schrift *The Human Use of Human Beings: Cybernetics and Society* markiert den Startpunkt und hat wesentlich dazu beigetragen, den Zweiten Hauptsatz mitsamt dem Schlagwort Entropie zu popularisieren und eine zweite, größere Debatte über Ordnung und Unordnung zu entfachen, die zwischen Sozialphilosophie und Physik changiert. Wiener referiert nicht nur Clausius und umschreibt und vereinfacht – wie für einen ein Laienpublikum adressierenden Mathematiker nicht anders zu erwarten – die physikalischen Argumente. Zunächst akzeptiert er sogar die philosophischen und kulturpessimistischen Konsequenzen des Entropiekonzepts: „In a very real sense we are shipwrecked passengers on a doomed planet“ (Wiener 1954, 40), was sich unzweifelhaft an der im Zweiten Hauptsatz beschriebenen Tatsache stetig zunehmender Entropie ablesen lasse. Der universelle Blick jedoch hat einen blinden Fleck:

„Yet, as we have seen, the second law of thermodynamics, while it may be a valid statement about the whole of a closed system, is definitely not valid concerning a non-isolated part of it. There are local and temporary islands of decreasing entropy in a world in which the entropy as a whole tends to increase, and the existence of these islands enables some of us to assert the existence of progress.“ (ebd., 36)

Wiener zweifelt zwar den Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik – und damit die gleichsam weltgeschichtliche Metapher des entropischen „heat death“ – nicht an, formuliert aber einen substantiellen Unterschied zwischen den zu diskutierenden Dimensionen und leitet daraus einen vorsichtigen Optimismus ab. Während im großen Maßstab über kurz oder lang alles auf einen Zustand maximaler Unordnung zustrebe, bilde die Existenz des Menschen als eine Form von „islands“ den Ausnahmefall. Zudem sei das entropische Weltende in so weiter Ferne, dass es nicht lohne, darüber zu spekulieren. Obwohl die Welt letztlich der entropischen Unordnung und damit dem Untergang geweiht sei, könnten, stellt Wiener heraus, *offene* System so modelliert werden, dass deren Entropie wenn schon nicht ganz verschwindet, so doch auf ein Minimum zu reduzieren sei. „I mean that they [man and machine] can simply exemplify locally anti-entropic processes“ (ebd., 32). Die Inseln der Ordnung, deren Entstehung zwar unklar, deren Existenz aber unstrittig

sei, gilt es aus Sicht Wieners so auszugestalten, dass sie dem prinzipiell unaufhaltsamen entropischen Zahn der Zeit möglichst lange standhalten.

Diese Gegenüberstellung der physikalischen Totale mit dem kybernetischen Blick auf offene, konkrete Systeme hinterlässt zwar den Eindruck, als habe Wiener den Zweiten Hauptsatz nur als prominenten Pappkameraden aufgestellt, weil sich keine direkte Verbindung zwischen beiden Perspektiven zeigt: Clausius' Einsichten mögen zwar stimmen, Relevanz für das konkrete Leben haben sie nicht. Der Entropiebegriff fungiert allerdings als Brücke. Das entscheidende Moment besteht darin, System und Ordnung nicht weiterhin von ihrer energetischen bzw. thermodynamischen Zirkulation her zu erklären, sondern statt dessen *Kommunikation* und mit ihr die Grundeinheit *Information* ins Zentrum zu stellen. Wenn es gelänge, Kommunikation zu steuern, ließe sich auch „[the] nature's tendency to degrade the organized and to destroy the meaningful, the tendency [...] for entropy to increase“ (ebd.) wenn nicht gar verhindern so doch minimieren und das Unvermeidliche aufschieben. Mit dieser Verschiebung löst Wiener den Entropiebegriff aus seinem thermodynamischen Korsett und erhebt ihn zur allgemeinen Chiffre für Unordnung, zum allgemeinen Naturgesetz, das nicht mehr auf seine thermodynamische Umgebung angewiesen ist. Im Hinblick auf die älteren philosophischen Debatten schimmert auch der universelle und (zunächst) überaus optimistische Zug kybernetischen Denkens durch. Zwar lässt sich das Naturgesetz der Entropie nicht leugnen, das Problem des „heat death“ lässt sich jedoch unter Kontrolle bringen, wenn die Welt richtig decodiert – das heißt informationstheoretisch verstanden – und gesteuert wird. Mit kybernetischen Mitteln könnte das alte Problem gelöst werden, wie Ordnung zu etablieren und vor allem zu begründen sei.

Der verborgene Schnittpunkt zwischen älteren und neueren Debatten ist der Systembegriff, der den Sprung von der Thermodynamik zur Informationstheorie überlebt und es ermöglicht, Entropie hier wie dort als Kenngröße zu verwenden. Zwar kennt die Physik eine klare Definition für „System“, Information ist dagegen zunächst ein abstraktes Konzept, das nicht ohne Weiteres empirisch geprüft werden kann. Was also ein thermodynamisches System mit einem Kommunikationssystem verbindet, was die strukturelle Einheit „System“ zusammenhält und was es von seinem Anderen unterscheidet, bleibt merkwürdig offen bzw. verdunkelt sich mit der unklaren Bedeutung von Information. So wie der Verknüpfung des Zweiten Hauptsatzes mit dem entropischen Weltende die Analogie von Dampfmaschine und Universum zugrunde lag – beide sind ge-

geschlossene (oder abgeschlossene) Systeme und tendieren daher zur maximalen Entropie –, stützt sich Wiener auf die strukturelle oder metaphorische Ähnlichkeit von Organismen und Maschinen. Beide sind im Sinn der beschriebenen Inseln „opposed to chaos, to desintegration, to death, as message is to noise“ (ebd., 95). Nachricht und Information sind also der Schlüssel zum Verständnis und die Handhabe gegen den entropischen Verfall: „Just as entropy tends to increase spontaneously in a closed system, so information tends to decrease; just as entropy is a measure of disorder, so information is a measure of order“ (ebd., 116). Damit ist das Gegensatzpaar Information und Entropie – Ordnung und Unordnung – aufgestellt und der vormals thermodynamische Plot auf die Theorie der Information übertragen. Maximale Entropie, das heißt restlose Unordnung, bedeutet nur noch in zweiter Linie energetisches Gleichgewicht und Kältetod (was die präzisere Übersetzung für „heat death“ wäre). Das Andere der Ordnung wird nun im Bild des Rauschens eingefangen: Ein breites, unspezifisches Frequenzspektrum, das ungeordnete Signale ohne Taktung, Sinn und Richtung produziert und aus dem kein Informationswert gewonnen werden kann. Nicht mehr die statistisch wahrscheinlichste Verteilung der Moleküle, der Endpunkt der Dissipation und das damit einhergehende energetische Gleichgewicht markieren den Moment absoluter Unordnung. Vielmehr sind es nun unspezifische, ungerichtete und damit informationsleere Signale, die chaotisch verknüpft sind und erratisch auftauchen, ein Kontinuum aller Frequenzen. Rauschen ist nicht decodierbar.

Information schließlich ist in Wieners Lesart das, was Aktionen und Interaktionen eines Systems oder Organismus ermöglicht. Informationen sind gerichtete und damit sinnvolle Signale. Sie machen zudem aus einem geschlossenen ein offenes System und wirken damit dem entropischen Rauschen entgegen: „Information is a name for the content of what is exchanged with the outer world as we adjust to it, and make our adjustment felt upon it“ (ebd., 17). Um der Entropie als dem „rauschenden“ Anderen der Ordnung näher zu kommen, bedarf es eines genaueren Blicks darauf, was in diesem Kontext unter Information zu verstehen ist. Schließlich sind Information und Entropie eng aneinander gebunden, und Wieners eben erwähnte Definition ist nur eine unter mehreren. Dabei wird sich zeigen, dass die allzu oft vorausgesetzte Klarheit des Begriffs erodiert und das entropische Andere der Ordnung seiner naturwissenschaftlich stabilen Grundlage beraubt als Metapher zurückbleibt.

Information und Entropie kybernetisch

Information ist ein schillernder Begriff. Etymologisch von Formgebung, Gepräge oder Gestaltung abgeleitet, ist er vielfältig verwendbar. In den ausgehenden 1940er Jahren etabliert sich unter anderem eine technisch-mathematische Version von Information, die sich tief in die Gegenwartskultur eingeschrieben hat. Die Rede von der Informationsgesellschaft hat dort ihren Ausgangspunkt. Dabei ist Claude E. Shannons *Theory of Communication* aus dem Jahr 1948 eine Art Fixpunkt als „state of the art dessen [...], was Kommunikation im Informationszeitalter heißt“ (Kümmel 1997, 205).

Im Kontext der Kybernetik steht Information im Zentrum. Sie ist gleichsam allen Prozessen und Dingen eigen und der Treibstoff für jede Form von Bewegung, Veränderung, Kooperation oder Austausch. Obwohl Informationen nur schwerlich als ontologische Tatsache gelten können, da sie nicht sicht- oder greifbar sind, [6] strukturieren sie das gesamte kybernetische Denken. Information ist der fundamentale epistemische Baustein einer ganzen Epoche, mit dessen Hilfe die Welt auf völlig neue Weise gedacht und in ihrer inneren Struktur durchleuchtet wird. Alle Prozesse, Dinge, Handlungen oder Tatsachen sind – offen oder im Verborgenen – durch Informationen strukturiert und werden kybernetisch lesbar. Wenn Wiener mit seinen Ausführungen zur Information den Reigen eröffnet, dann schließt ihn der russische Biophysiker Michail Wolkenstein, der noch 1986 argumentiert: „Was ist das Geheimnis in der Evolution des Weltalls, unseres Sonnensystems und der Erde und der biologischen Evolution? In allen Fällen haben wir es mit der Schaffung neuer Information zu tun – seien es Galaxien und Sterne, Planeten, Faltengebirge oder biologische Arten“ (Wolkenstein 1990, 197). Information ist also die verborgene, substanzlose Entität hinter jeder Substanz, das Geheimnis allen Seins, „der Stoff, aus dem man Träume baut“ und der zugleich „übertragen, aufgezeichnet, analysiert und [ge]messen“ werden kann (Deutsch 1969, 204). In diesen Dimensionen verarbeitet, wird ihr ein metaphysischer Status verliehen, und ein überlieferter Begriff kippt in einen leeren Signifikanten, der sich für verschiedene Formen metaphorischer Weltbeschreibungen eignet und zugleich sein Anderes, die Entropie, konstituiert. So eingängig und selbstverständlich das Wort auch klingen mag, letztlich ist Information vor allem durch ihren universellen Charakter ein „epistemisches Ding“ (vgl. Rheinberger 2006), die Erfin-

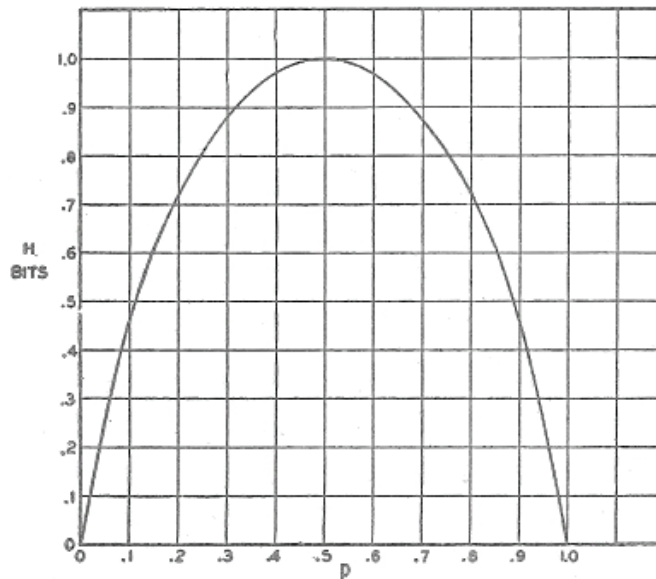
[6] Was ontologische Tatsachen sind, ist freilich eine heftige Debatte. Der Begriff Information hängt am seidenen Faden spezifischer Denksysteme und wird auch im Rahmen der Kybernetik alles andere als einheitlich verwendet. Ohne einen recht komplexen theoretischen Überbau bleibt es schwer, Information dingfest zu machen. Andrew Pickering (1986) etwa zweifelt die ontologische Existenz von Quanten an, weil sie nur als wissenschaftliche Idee und damit nicht über den Rahmen eines entsprechenden Theoriegebäudes hinaus einfach da sind.

dung einer spezifischen epistemischen und diskursiven Ordnung. Auch Wolkenstein rekurriert in Bezug auf die Frage, was Information sei, auf Shannon und die berühmte „Shannon-Gleichung“ (Wolkenstein 1990, 217).

Im bereits erwähnten Werk von Shannon, das zusammen mit den erklärenden Bemerkungen von Warren Weaver „äußerst wirkmächtig“ (Kümmel 1997, 217) war, wird jedoch nicht angenommen, dass sogleich alles aus Informationen besteht. Vielmehr ist der mathematischen Analyse und Darstellung von Kommunikationssystemen eine Definition von Information vorangestellt. Zunächst bedarf es eines Begriffs, das heißt einer Prämisse, bevor das mathematische Setting ihrer Übertragung vor dem Hintergrund allgemeinen Rauschens entfaltet und berechnet werden kann. Information ist dabei keineswegs null *oder* eins: „To be sure, this word information in communication theory relates not so much to what you *do* say, as to what you *could* say. That is, information is a measure of one's freedom of choice when one selects a message“ (Weaver 1949, 100). Im Unterschied zum „concept of meaning“ ist Information ein Name für eine offene, noch nicht entschiedene Situation. Auf dieser Grundlage lässt sie sich auch berechnen: „If one has available say 16 alternative messages among which he is equally free to choose, then since $16 = 2^4$ so that $\log_2 16 = 4$, one says that this situation is characterized by 4 bits of information“ (ebd., 100).

In fundamentaler Abgrenzung zu Wiener und vielen anderen ist Information also nicht ein Bit, das heißt die Entscheidung zwischen null und eins, das ausgetauscht wird und mit dessen Hilfe jede Form von Zirkulation verständlich wird (vgl. Wiener 1954, 17f.). Vielmehr ist Information eine Zustandsgröße, ein Maß für einen Moment, in dem Entscheidungen (null *oder* eins) noch nicht getroffen sind. Im umgekehrten Fall einer gesendeten Botschaft, also einer Entscheidung zwischen null und eins im einfachsten Beispiel, ergibt sich „no uncertainty at all – no freedom of choice – no information“ (Weaver 1949, 105). Zeit und Information hängen also auf unterschiedliche Weise zusammen. Während für Wiener und viele andere Informationen als solche keine Zeitdimension haben (nur bei ihrer Übertragung ist der Blick auf die Uhr bedeutend), verknüpft Shannon beide, indem ein bestimmter Moment ein ebenso bestimmtes Maß an Information bereithalten kann – genau dann, wenn eine Entscheidung noch nicht getroffen ist. Information ist also eine temporäre Zustandsgröße, wenn die Wahl getroffen ist, erlischt der Informationswert. In Shannons Theoriegebäude ist Entropie schließlich ebenfalls an Information gekoppelt, nur dass sie, der Definition von Information folgend, dieser nicht als Maß an Unordnung gegenübersteht.

Entropie bedeutet stattdessen Unsicherheit, oder – positiv formuliert – Offenheit bzw. „freedom of choice“. Mathematisch steigt der Entropiewert damit proportional zur Information, wie Abbildung 1 (Shannon 1949, 20) verdeutlicht. Auch Entropie ist damit zeitlich eingerahmt und wird von „uncertainty“ und Offenheit einer spezifischen Situation ins Werk gesetzt.



Es mag der Eindruck entstehen, Shannon und Weaver hätten einfach einen anderen Begriff von Entropie. Weaver allerdings baut explizit eine Brücke zur Thermodynamik:

„In the physical sciences, the entropy associated with a situation is a measure of the degree of randomness, or of ‚shuffled-ness‘ if you will, in the situation; and the tendency of physical systems to become less and less organized [...]. Thus when one meets the concept of entropy in communication theory, he has a right to be rather excited – a right to suspect that one has hold of something that may turn out to be basic and important.“ (Weaver 1949, 103f.)

Die Übertragung ist dennoch einfach: Wenn eine Situation „highly organized“ ist, zeichnet sie sich nicht durch ein hohes Maß „of randomness or of choice“ aus, „that is to say, the information (or

the entropy) is low“ (ebd.). Es ist zwar sogar möglich, die jeweiligen Berechnungsformeln (Boltzmann und Shannon) ineinander zu übersetzen, das heißt konkrete Anschlussstellen zu bauen, wie Wolkenstein (1990, 175f.) zeigt. Das Entropiekonzept als Chiffre für das Andere der Ordnung, als Metapher für den schleichenden Verfall, den vermeintlich unumstößliche Ergebnisse der *hard sciences* diktieren, gerät ins Stocken. Was gerade noch als (berechenbare) Einheit für Unordnung (und das nahende Ende) diente und mithilfe von Informationen im Zaum gehalten werden sollte, ist nun proportional bzw. maßgebend für Informationen selbst. Was als das verteilte Andere der Ordnung, als „Hölle des Kybernetikers“ auftauchte, kehrt als Wahlmöglichkeit, als „freedom of choice“ oder ergebnisoffenes Werden zurück und verliert den Schrecken des Untergangs.

So bedeutsam und prominent Shannon und mit ihm Weaver auch waren, im Kontext der Kybernetik etabliert sich dennoch vorrangig ein anderer Begriff von Entropie. Was Wiener bereits damit zum Ausdruck brachte, dass Information ein Maß für Ordnung sei und Entropie genau umgekehrt eines für Unordnung, wird etwas später eine mathematische Grundlegung erfahren. Leon Brillouins 1956 erstmals erschienenen Buch *Science and Information Theory* bemüht sich ausführlich darum, Information und Entropie in ein stabiles mathematisches Gerüst zu bringen. Die Differenz zu Shannon allerdings findet sich bereits auf den ersten Seiten. „The first requirement is to start from a precise definition“, stellt der Physiker voran und nähert sich dann dem Informationsbegriff: „When we happen to be in possession of some information on the problem, the number of possible answers is reduced, and complete information may even leave us with only one possible answer“ (Brillouin 1963, IXf.). Ganz anders als bei Shannon ist Information hier kein Name für einen Zustand oder eine Situation freier Wahl. Vielmehr ist Information quasi gegenständig und Ergebnis eines Entscheidungsprozesses. Umso weniger Möglichkeiten (oder Bits) in Bezug auf ein Problem zur Wahl stehen, desto höher ist der Informationsgehalt, der schließlich, wenn nur noch eine Option im Spiel ist, einen Maximalwert erreicht. Alle weiteren Berechnungen und Ableitungen kommen, diesem verschobenen Ausgangspunkt folgend, zu anderen Ergebnissen, ohne dass übermäßige mathematische Anstrengungen nötig wären. Wenn Entropie und Information indirekt proportional sind, verändert dies alle folgenden Berechnungen.

Brillouin skizziert ein ähnliches Beispiel wie Weaver, nur mit umgekehrten Vorzeichen: „Let us consider a situation in which P_0 different possible things might happen, but with the condition that these P_0 possible outcomes are equally probable *a priori*“ (ebd., 1). Während für Shannon

und Weaver genau diese Situation von einem temporären berechenbaren Maß an Information („freedom of choice“, im Beispiel oben waren es 16 gleichberechtigte Optionen, also 4 Bit Information) charakterisiert wäre, fährt Brillouin fort: „This is the initial situation, when we have no special information about the system under consideration. [...] The greater the uncertainty in the initial problem is, the greater P_0 will be, and the larger will be the amount of information required to make the selection“ (ebd.). Es braucht also Informationen, um Unsicherheit zu vermeiden und letztlich Entscheidungen treffen zu können. Viel gegensätzlicher als zwischen Shannon und Brillouin könnten Informationsbegriffe nicht sein. Der Graph in Abbildung 1 wäre in Brillouins theoretischer Einfassung von Information und Entropie horizontal spiegelverkehrt.

Da auch Brillouin eine Brücke zwischen Thermodynamik und Informationstheorie baut, kommt er ebenfalls auf Entropie zu sprechen. Weil aber sein Begriff von Information jenem von Shannon spiegelbildlich gegenübersteht, bekommt das Andere der Ordnung grundsätzlich andere Züge. Beide Theorien treffen sich zwar darin, Entropie und Unsicherheit parallel zu verhandeln. Während aber bei Shannon Information selbst ebenfalls „uncertainty“ ist und das Maß an Entropie folglich proportional zu Information steigt, vermeiden für Brillouin Informationen (als zählbare Entscheidungen zwischen null und eins) eben jene Unsicherheit: Entropie verhält sich umgekehrt proportional zu Information. „The bound information appears as negative term in the total entropy of the physical system, and we conclude bound information = decrease in entropy S “ (ebd., 153). Um die Argumentation abzurunden, erfindet Brillouin den Begriff „Negentropie“ als Umschrift für negative Entropie, also als Maß für Information bzw. Ordnung. Im gleichen Maß wie der „amount of information“ in Bezug auf ein System steigt, wächst auch die „Negentropie“ als Maß für Ordnung.

Mittlerweile zeigen sich also drei Begriffe von Entropie, die schwerlich nur über einen kulturpessimistischen Kamm zu scheren sind: Ein thermodynamischer, der das System Dampfmaschine mit jenem von Welt oder Universum übereinanderlegt. Diese Übertragung setzt freilich voraus, dass bereits alle Variablen der Wärmelehre eingefangen sind und diese idealtypisch für den universellen Gang der Ereignisse ist. Die Thermodynamik muss die Dinge im Allgemeinen repräsentieren, damit Entropie als universelles Maß für Unordnung allgemeingültigen Charakter haben kann. Darüber hinaus lassen sich zwei informationstheoretische Lesarten von Entropie ausmachen, die – in Abhängigkeit vom Informationsbegriff – gegenläufig sind. Das eine Mal ist

Entropie negativ konnotiert, weil sie als Nichtinformation und somit als Unordnung im gleichen Maß zunimmt, wie Information abnimmt (Brillouin, Wiener u. a.). Das andere Mal wächst der Entropiewert im gleichen Maß, wie eine spezifische Situation mit Informationen (als Name für verschiedene Wahlmöglichkeiten) durchsetzt ist. Letzteres läuft darauf hinaus, Entropie als positiven Wert, als Maß für Wahlfreiheit zu verstehen. Entropie (bzw. Unsicherheit) erscheint hier als Grundbedingung für jede freie Entscheidung.

Damit ist die Unordnung in Sachen Entropie noch nicht am Ende; eine weitere Wendung sei noch ausgeführt: Bereits Ende der 1950er Jahre etabliert Heinz von Foerster die „Kybernetik zweiter Ordnung“, die eine gewisse, anfängliche Naivität der neuen Universalwissenschaft auszumergen versucht. Der blinde Fleck der Kybernetik war bis von Foerster die Rolle des Beobachtenden selbst, der vermeintlich außerhalb der Systeme bzw. Regelkreise diese gewissermaßen objektiv und nüchtern beschreiben und analysieren konnte. Von Foerster drängt nun darauf, den Standpunkt der Beobachtung ebenso wie den Blick des Beobachtenden in die kybernetische Perspektive einzubeziehen, ist doch die Annahme eines neutralen Geistes ein erkenntnistheoretischer Hoax. Diese philosophische Drehung sprengt allerdings das vermeintlich objektive Fundament der Kybernetik und lässt sie in einen radikalen Konstruktivismus umschlagen. Die Frage, was als objektive „Realität“ gelten kann, rückt eng an die je individuelle und damit unkontrollierbare Konstruktionsleistung des Bewusstseins(-systems) heran. Im selben Zusammenhang befasst sich von Foerster mit Entropie. Im Rahmen eines Beitrags zu „selbstorganisierenden Systemen und ihren Umwelten“ (von Foerster 1993a [1960]) stellt er – nach einigem Vorlauf zur selbstreflexiven Kybernetik und ihren Folgen – Überlegungen zu eben jenen Systemen an, deren interne Ordnung gleichsam aus sich selbst entstehen soll: „Wieviel an Ordnung, wenn überhaupt, kann unser System von der Umwelt assimilieren“ (ebd., 214)? Das Maß, mit dessen Hilfe er dem Problem von (Selbst-)Organisation zu Leibe rücken, womit er also den jeweiligen Zustand des Systems beleuchten will, ist – wenig überraschend – Entropie. Er unterscheidet einen Wert für maximale Entropie H_m von jenem einer relativen Entropie H und bestimmt Ordnung damit insgesamt als relativen Zustand: Sie „scheint eher eine relative denn eine absolute Konnotation zu haben; der Begriff ist nämlich bezogen auf die maximale Unordnung der Elemente der Menge“ (ebd., 218). Je mehr neue Elemente ein System aus seiner Umwelt aufnimmt, umso höher ist seine maximale Entropie, das heißt umso größer ist das maximale Maß an möglichen Systemzuständen. Zwar übernimmt

von Foerster den Informationsbegriff von Wiener und setzt ihn als indirekt proportional zu Entropie, dennoch umschiffte er vorsichtig jede pessimistische Lesart dieser opaken Zustandsgröße. Er definiert sie, dann doch ganz in Shannons Sinn, als „Grad der Unsicherheit“ (ebd., 219) und beraubt sie damit des kulturpessimistischen Anstrichs. In Bezug auf selbstorganisierende Systeme interessiert sich von Foerster, soviel sei hier nur festgehalten, ausschließlich für das Verhältnis von maximaler und relativer Entropie und argumentiert, dass Systeme, die Umwelteinflüsse aufnehmen, zu einem höheren relativen Maß an Ordnung gelangen können. Von einem drohenden Weltende ist nicht mehr die Rede.

In einem anderen Text, der auf ein „Grundsatzreferat“ aus dem Jahr 1971 zurückgeht, bezieht sich von Foerster zwar auf die Thermodynamik und hält fest: „Lebewesen lassen sich daher als Manifestationen des Maxwellschen Dämons ansehen, die ständig die Degradation des Energieflusses, d. h. die Zunahme der Entropie verzögern. Mit anderen Worten, Organismen sind als Regelungssysteme ‚Entropieverzögerer‘“ (von Foerster 1993b, 166). Mit Blick auf offene Systeme illustriert er allerdings, dass thermodynamische Entropie das eine und offene Informationssysteme etwas anderes sind. Mit Blick auf das „Zwei-Hirn-Problem“ Erziehung antizipiert er eine Vision: „Wäre es [...] nicht faszinierend, sich ein Erziehungssystem vorzustellen, das die zu Erziehenden enttrivialisiert, indem es sie lehrt, ‚legitime Fragen‘ zu stellen, d. h. Fragen, deren Antworten noch unbekannt sind“ (ebd., 171). Zuvor hatte von Foerster mit der für ihn typischen rhetorischen Finesse argumentiert, dass wir nur Fragen entscheiden können, die „prinzipiell unentscheidbar sind“ (von Foerster 1993b, 73). Alle anderen Fragen seien dagegen immer schon entschieden. Das Andere der Ordnung (H_m) ist in seiner Lesart also der Antrieb für Veränderungen, Anpassungen und Adaptionen, die nicht ohne Weiteres zu antizipieren oder im Voraus zu berechnen sind. Jene Kinderfragen, deren Antworten nicht bereits im Lehrbuch festgehalten sind, verändern den Systemzustand, indem sie das System mit Umwelteinflüssen, mit Informationen von außen füttern und damit H_m erhöhen. *Order from noise*, „Ordnung durch Störung“ (von Foerster 1993a [1960], 225), ist die Formel, die dem entropischen Anderen der Ordnung die bleierne Schwere des unvermeidlichen Endes nimmt. Entropie wird zwar informationstheoretisch durchdekliniert, formalisiert und berechnet. Sie gleicht aber keineswegs der „Hölle des Kybernetikers“, der von Foerster bis in die Haarspitzen ist.

Auch hier stellt sich die Frage, worauf Entropietheorien antworten, welche implizite Gesellschaftstheorie mit ihnen – und damit auch mit der Kybernetik – verhandelt werden. Zunächst ist die Kybernetik mit ihrem ‚neuen alten‘ Begriff von Entropie die wissenschaftliche Reaktion auf einen veralteten Fortschrittsglauben und die Krise der Moderne, die in zwei Weltkriegen kulminierte. Die Kybernetik formalisiert das Andere der Ordnung im Begriff des Rauschens völlig neu und nährt damit die Hoffnung, auf grundsätzlich anderen Wegen und mit völlig neuen Werkzeugen den Dingen doch noch Herr werden zu können. Entropie als Maß dieses Anderen spielt die Rolle eines Dummys, an dem sich vermeintlich zeigen lässt, welches ungeheure Potential im Modus informationstheoretischer Steuerung steckt. Damit der typisch kybernetische Steuerungsoptimismus zum Tragen kommen kann, muss das Andere der Ordnung vollständig im Rauschen aufgehen. Nur dann können Theorien der Information und ihrer Steuerung restlose Naturbeherrschung versprechen und einen universellen Schlüssel für eine bessere, da kybernetisch funktionierende Gesellschaft abliefern. „Nur weil die Materialität innerhalb einer Modell- oder ‚Strukturwissenschaft‘ nicht zählt“ (Pias 2003, 25), nur weil das Andere der Ordnung im allgemeinen Rauschen aufgeht,

„kann die neue Ähnlichkeit der Kybernetik und ihrer Modelle ausgreifen und Curricula und Spaghetti, Kochtöpfe und Raketen, Chemorezeptoren und Kreiselkomпасse in der gleichen Objektklasse erscheinen lassen. In der diagrammatischen Modellierung von Regelkreisen, die scheinbar unbegrenzt über Sachverhalte gelegt werden kann, zeichnet sich damit eine neue Ordnung der Dinge ab, die zugleich Erklärbarkeit postuliert und sogar auf eine wissenschaftliche Universalsprache ausblicken und (wieder einmal) hoffen lässt“ (ebd.)

Die Übertragung des Entropiebegriffs aus der Thermodynamik in die Informationstheorie deutet zudem an, welches Ausmaß die kybernetische Euphorie hatte. War gegen Ende des 19. Jahrhunderts Entropie noch Inbegriff des Untergangs, glaubte gerade die Kybernetik, dieses düstere Szenario durchbrechen zu können. Der „heat death“ scheint mit kybernetischen Mitteln vermeidbar, weil das Andere der Ordnung als allgemeines Rauschen identifiziert und mit Mitteln der Informationstheorie unter Kontrolle zu bringen sei.

A measure of what?

Ob die Gesellschaft tatsächlich „zum Zustand der größten Wahrscheinlichkeit und damit zur größten Unordnung“ tendiert, bleibt schließlich offen. Entlang naturwissenschaftlicher Begründungsnarrative bzw. eines entropischen Anderen der Ordnung lässt sich ein unumkehrbarer Abwärtstrend jedenfalls nicht herleiten. Dafür ist das Maß Entropie zu widersprüchlich und voraussetzungsreich. Es bedarf einiger metaphorischer Anstrengungen, um sie als empirisches Fundament für Unordnung aufzurufen und dann sozialwissenschaftlich zu verklappen – ob als kulturpessimistische Diagnose (Wöhlke) oder Ausgangspunkt einer universellen Kybernetisierung, die der Entropie unter allen Umständen Herr werden muss (Tiqqun u. a.). Im Kontext der Thermodynamik muss die Zirkulation von Energie in einem übersichtlichen, beschreibbaren und geschlossenen System als idealtypisch angesehen werden bzw. als prinzipiell identisch mit einem wie auch immer zu fassenden globalen oder universellen System. Anders formuliert muss die Dampfmaschine metaphorisiert und – nach der alten Phrase *the world in a nutshell* – als vollständige Repräsentation, als Abbild verkauft werden. Das entropische Andere bekommt das Gesicht maximalen Gleichgewichts oder maximaler Durchmischung, was Ordnung mit Ungleichgewicht bzw. Segregation verschweißt. Diese Verknüpfungen mögen physikalisch unproblematisch sein, weil „Ordnung“ entsprechend definiert werden kann. [7] Als Sinnbild für Gesellschaft birgt es, vorsichtig gesagt, einige Fallstricke. Nach ihrer Übertragung in die Informationstheorie bekommt Entropie ein anderes Gesicht. Der von ihr erfasste Gegenstand, dessen jeweiliger Zustand in Ordnung und Unordnung übersetzbar scheint, ist nicht mehr die energetische Verteilung innerhalb eines Systems. Vielmehr rücken jetzt Informationen in den Fokus, deren Anderes – das Rauschen – für die Definition von Unordnung Modell steht. Was genau Entropie bedeutet und ob sie „die Hölle“ oder die Bedingung jeder Möglichkeit von Veränderung oder Selbstorganisation ist, bleibt auch im Kontext der Kybernetik umstritten.

Am Ende bleibt Entropie als „epistemisches Ding“ (Rheinberger) oder schillernde Metapher übrig, und es ist „aufschlußreicher zu sagen, [sie] schafft Ähnlichkeiten, statt zu sagen, sie formuliert eine bereits vorher existierende“ Analogie (Black 1996, 405). Die Verknüpfung von Entropie und Gesellschaft beruht also auf vagen Vergleichen und auf „Kategorien der Wahrnehmung“, sie ist keine „Eigenschaft des Realen. Sie erfordert zudem ein *Kriterium des Vergleichs*, das, als

[7] Siehe für eine naturwissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem Thema Ben-Naim 2007.

Kriterium, immer schon von der Ordnung der Signifikanten ist“ (Lüdemann 1998, 17). [8] Für Autoren wie Wöhlke scheint Entropie eine vormals apokalyptisch gezeichnete Lust am Untergang zu bedienen und diese in ein zeitgenössisches, naturwissenschaftlich vernähtes Gewand zu kleiden. Das entropische Andere der Ordnung, „the measure of disorder“, zerrinnt bei genauerer Betrachtung zwischen verschiedenen Definitionen, die auch mathematischen und physikalischen Formeln vorausgehen. Letztlich taugt es nicht als sozialwissenschaftliches Tool, liefert aber als wissenschaftsgeschichtlicher Baustein reichlich Hinweise, wie Ordnung und ihr Anderes gedacht und problematisiert wurden.

[8] Lüdemann spricht an der entsprechenden Stelle über Metaphern allgemein. Allerdings: „[D]ie Alternative zur Metapher [ist] nicht der akademisch gereinigte Begriff, sondern die alternative Metapher“ (Michael Buchholz, Vorwort zu: Lakoff/Johnson 1998, 17).

Bibliographie

- Baudrillard, J. (2005) *Der symbolische Tausch und der Tod*. Berlin: Matthes & Seitz.
- Ben-Naim, A. (2007) *Entropy Demystified. The Second Law Reduced to Plain Common Sense with Seven Simulated Games*. Singapore: World Scientific Publishing & Co.
- Black, M. (1996) Mehr über die Metapher. In: Haverkamp, A. (ed.) *Theorie der Metapher*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Brillouin, J. (1963) *Science and Information Theory*. New York: Academic Press.
- Clausius, R. (1865) Über verschiedene für die Anwendung bequeme Formen der Hauptgleichungen der mechanischen Wärmetheorie. In: *Annalen der Physik und Chemie* (125).
- Deutsch, K. W. (1969) *Politische Kybernetik. Modelle und Perspektiven*. Freiburg im Breisgau: Rombach.
- Eddington A. (1931) *Das Weltbild der Physik und ein Versuch seiner philosophischen Deutung*. Braunschweig: Vieweg.
- Engels, F. (1961 [1925]) *Dialektik der Natur*. Berlin: Dietz.
- Foerster, H. v. (1993 [1960]) Über selbst-organisierende Systeme und ihre Umwelten. In: Ders. *Wissen und Gewissen: Versuch einer Brücke*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Foerster, H. v. (1993a) Kompetenz und Verantwortung. In: Ders. *Kybernethik*. Berlin: Merve.
- Foerster, H. v. (1993b) Ethik und Kybernetik zweiter Ordnung. In: Ders. *Kybernethik*. Berlin: Merve.
- Freese P. (2006) Vom apokalyptischen zum entropischen Ende. Thermodynamik, Informatik und Literatur. In: *Paderborner Universitätsreden* (100): Paderborn.
- Kümmel, A. (1997) Mathematische Medientheorie. In: Kloock, D.; Spahr, A. *Medientheorie. Eine Einführung*. München: UTB.

- Lakoff, G.; Johnson, M. (1998) *Leben in Metaphern. Konstruktion und Gebrauch von Sprachbildern*. Heidelberg: Carl-Auer.
- Lüdemann, S. (1998) *Metaphern der Gesellschaft. Studien zum soziologischen und politischen Imaginären*. München: Wilhelm Fink.
- Maxwell, J. C. (1877) *Theory of Heat*. London: Longmans, Green & Co.
- Pias, C. (2003) Zeit der Kybernetik – eine Einstimmung. In: Ders. (ed.) *Cybernetics – Kybernetik. The Macy-Conferences 1946–1953 I. Transactions/Protokolle*. Zürich, Berlin: diaphanes.
- Pickering, A. (1986) *Constructing Quarks: A Sociological History of Particle Physics*. Chicago: Univ. of Chicago Press.
- Rancière, J. (2002) *Das Unvernehmen. Politik und Philosophie*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Rheinberger, H. J. (2006) *Experimentalsysteme und epistemische Dinge: Eine Geschichte der Proteinsynthese im Reagenzglas*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Russell, B. (2010 [1902]) A Free Man's Worship. In: Ders. *Mysticism and Logic and Other Essays*: The Floating Press.
- Russell, B. (1963) *Warum ich kein Christ bin*. München: Szeszsy.
- Samjatin, J. (1991/1924) Über Literatur, Revolution, Entropie und anderes. In: Ders. *Aufsätze, Autobiographie, Brief an Stalin*. Leipzig, Weimar: Kiepenheuer.
- Shannon, C. E. (1949) The Mathematical Theory of Communication. In: Ders.; Weaver, W. *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana: University of Illinois Press.
- Spengler, O. (1963) *Der Untergang des Abendlandes: Umriss einer Morphologie der Weltgeschichte*. München: Beck.
- Tiqqun (2007) *Kybernetik und Revolte*. Zürich, Berlin: diaphanes.
- Virilio, P.; Petit, P. (2001) *Cyberwelt, die wesentlich schlimmste Politik*. Berlin: Merve.
- Watson, S. (1997) *Die Beat-Generation. Visionäre, Rebellen und Hipsters, 1944–1960*. St. Andrä-Wördern: Hannibal.
- Weaver, W. (1949) Recent Contributions to the Mathematical Theory of Communication. In: Shannon, C. E.; Ders. *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana: University of Illinois Press.
- Wiener, N. (1954) *The Human Use of Human Beings. Cybernetics and Society*. Garden City, New York: Doubleday.
- Wöhlke, M. (1996) *Soziale Entropie. Die Zivilisation und der Weg allen Fleisches*. München: dtv.
- Wolkenstein, M. W. (1990) *Entropie und Information*. Berlin: Akademie-Verlag.