

Franz J. Hinkelammert

Prigogine-Natur

Prigogine, Ilya/ Stengers, Isabelle: Dialog mit der Natur. Neue Wege naturwissenschaftlichen Denkens. Serie Piper. Piper, München Zürich 1990.

(Le nouvelle alliance - Métamorphose de la science. Gallimard. Paris, 1979.)

Prigogine, Ilya/ Stengers, Isabelle: La nueva alianza. Metamorfosis de la ciencia. Alianza. Madrid, 1983.

"Jeder Zustand eines Systems, wie es zum Beispiel das ideale, reibungslose Pendel darstellt, enthält auch vollständig seine Entwicklung, seine gesamte Vergangenheit und Zukunft." S.II

Es enthält doch wohl überhaupt keine Geschichte, jedenfalls ist keine sichtbar.

"Wir wollten zeigen, daß die Geschichte, deren Erben wir sind, sich nicht linear in aufeinanderfolgenden Näherungen immer mehr auf eine Wahrheit hin entwickelt." III

"Die großen physikalischen Theorien beschrieben eine Welt, in der die Zeit und das Werden keine Rolle spielen. So schön und leistungsfähig diese Theorien auch sein mochten, sie machten die Menschen, selbst Geschöpfe der Zeit, zu Fremden in der von ihnen beschriebenen Welt; und sie machten all unsere empirischen Erkenntnisse gleichsam zu bloßen Näherungen, bar jeden tieferen Sinnes." IV

"... daß wir das Ideal der vollständigen Erkenntnis, das sich mit dem Begriff des physikalischen Entwicklungsgesetzes verband, aufgeben müssen - und mit ihm sogar die Struktur der traditionellen physikalischen Beschreibung mit Hilfe von deterministischen und reversiblen Trajektorien." V

"In der klassischen Wissenschaft lag der Akzent auf den zeitunabhängigen Gesetzen. Sobald die Anfangsbedingungen gegeben sind, bestimmen diese ewigen Gesetze für alle Zeiten die Zukunft, so wie sie die Vergangenheit bestimmt haben." 10/11

"Der originellste Beitrag der Thermodynamik ist der berühmte Zweite Hauptsatz, der den Pfeil der Zeit in die Physik einführt... Die Thermodynamik beruht gerade auf der Unterscheidung von zwei Arten von Prozessen: den reversiblen Prozessen, die von der Richtung der Zeit unabhängig sind, und

den irreversiblen Prozessen, die von der Richtung der Zeit abhängig sind... Um diese beiden Arten von Prozessen zu unterscheiden, wurde der Begriff der Entropie eingeführt, eine Größe, die nur durch irreversible Prozesse zunimmt.

Im 19. Jahrhundert betrachtete man nur den Endzustand der thermodynamischen Entwicklung... Unordnung und Chaos können sich unter gleichgewichtsfernen Bedingungen in Ordnung verwandeln. Es können neue dynamische Zustände der Materie entstehen, in denen sich die Wechselwirkung eines Systems mit seiner Umgebung widerspiegelt. Wir haben diese Strukturen als dissipative Strukturen bezeichnet..." 21

"Eine kleine Schwankung kann eine neue Entwicklung einleiten, die das Gleichgewichtsverhalten des makroskopischen Systems drastisch verändert. Die Analogie zu gesellschaftlichen Problemen, ja zur Geschichte drängt sich auf. Weit davon entfernt, 'Zufall' und 'Notwendigkeit' als Gegensatz zu sehen, beginnen wir zu erkennen, daß beide Aspekte für die Beschreibung von nichtlinearen, gleichgewichtsfernen Systemen wesentlich sind." 23

"Nicht daß die Grundgesetze der klassischen oder Quantenphysik falsch würden; sie stellen jedoch in gewissen Fällen eine übertriebene Vereinfachung dar, die durch kein denkbare Experiment erreicht werden kann." 24

Diese "Vereinfachungen" nennt er auch "Idealisierungen" (24)

"Nur in einer einfachen (d.h. idealisierten-FJH) Welt (und besonders in der Welt der klassischen Wissenschaft, die nur scheinbar komplex ist), kann ein Wissen zu einem Universalschlüssel werden." 28

"Mit Newtons Namen wurde inzwischen alles belegt, was mit einem System von Gesetzen zu tun hatte, ja sogar alle Situationen, in denen die natürliche Ordnung auf der einen und die moralische, gesellschaftliche und politische Ordnung auf der anderen Seite im Sinne einer allumfassenden Harmonie miteinander in Beziehung gebracht werden konnten." 35

"Es kommt darauf an, die physikalische Realität zu manipulieren, sie derart zu 'inszenieren', daß sie so eng wie möglich einer theoretischen Beschreibung entspricht. Das untersuchte Phänomen muß präpariert und isoliert werden, bis es einer idealen Situation nahekommt, die zwar physikalisch unerreichbar sein mag, aber dem angenommenen begrifflichen Schema entspricht."  
47

"Die Antworten der Natur werden mit größter Genauigkeit aufgezeichnet, doch wird deren Relevanz anhand der hypothetischen Idealisierung beurteilt, von der das Experiment sich leiten läßt." 48

"Der Mensch ist jetzt nicht mehr ein Teil der Natur, die er beschreibt; er kann sie höchstens von außen beherrschen... Galilei erklärt beispielsweise, daß die nach dem Bilde Gottes geschaffene menschliche Seele fähig sei, die dem Schöpfungsplan zugrunde liegenden intelligiblen Wahrheiten zu erfassen. Der Mensch kann somit nach und nach einem Wissen von der Welt nahekommen, das Gott auf intuitive Weise voll und ganz besitzt." 57

"Der menschliche Geist, der in einem Körper wohnt, der seinerseits den Gesetzen der Natur unterworfen ist, kann mit experimentellen Mitteln Zugang erlangen zu jenem Standpunkt, von dem aus Gott die Welt betrachtet, zu jenem göttlichen Plan, dessen sinnlich erfahrbarer Ausdruck diese Welt ist. Sich selbst ist der menschliche Geist jedoch entzogen...Je mehr die Natur herabgesetzt wird, umso strahlender erscheint alles, was nicht zu ihr gehört: Gott und der Mensch." 57

"behaupteten mit Gottes Hilfe, daß die Welt einfach sei, daß die Idealisierungen, die der experimentellen Methode zugrunde lagen, eine universelle Gegebenheit seien."58

S. Einstein!!!! S.59/60

"Ein Aspekt dieses Wandels ist, daß man auf die Grenzen der klassischen Begriffe gestoßen ist, die die Möglichkeit einer vollständigen Erkenntnis der Welt einschlossen. Dieser Punkt muß nachdrücklich betont werden: Wenn in wissenschaftlichen Texten häufig von allwissenden Wesen wie etwa dem Lapalaceschen und dem Maxwellschen Dämon oder Einsteins Gott die Rede ist, so geschieht das nicht aus blanker Naivität." 61

"Die infinitesimale Beschreibung löst also die Veränderung in eine unendliche Folge von unendlich kleinen Veränderungen auf." 64

"Bemerkenswert ist, daß, sobald man die Kräfte kennt, ein beliebiger Zustand ausreicht, um das System vollständig zu definieren, und zwar nicht nur seine künftige Entwicklung, sondern auch seine Vergangenheit. Es ist somit in jedem Augenblick alles gegeben."66/67

"Die Dynamik schreibt allen dynamischen Veränderungen die Eigenschaft der Reversibilität zu. Das ursprüngliche Gedankenexperiment war tatsächlich die Illustration einer allgemeinen mathematischen Eigenschaft der dynamischen Gleichungen. Die Struktur dieser Gleichungen impliziert, daß, wenn die Geschwindigkeiten aller Punkte des Systems umgekehrt werden, das System

'zeitlich rückwärts abläuft'. Das System durchläuft dann noch einmal alle Zustände, die es bei seiner vorhergehenden Entwicklung durchlaufen hat. Die Dynamik betrachtet Transformationen wie  $t \rightarrow -t$ , die Umkehrung der Zeit, und  $v \rightarrow -v$ , die Umkehrung der Geschwindigkeiten, als mathematisch äquivalent. Was durch eine dynamische Entwicklung entstanden ist, kann eine andere, durch Geschwindigkeitsumkehr definierte Entwicklung ungeschehen machen und so genau die ursprünglichen Bedingungen wiederherstellen." 67

Heißt dies: ungeschehen machen? "Ungeschehen machen" und "die ursprünglichen Bedingungen wiederherstellen" ist nicht dasselbe.

"Dieses Merkmal der Dynamik, die Reversibilität, führt jedoch zu einer Schwierigkeit, deren volle Bedeutung man erst bei der Einföhrung der Quantenmechanik erkennt. Jede Manipulation und Messung von physikalischen Systemen ist grundsätzlich irreversibel. Folglich ist die aktive Wissenschaft definitionsgemäß der reversiblen Welt, die sie beschreibt, fremd. Aus umfassenderer Sicht kann man die Reversibilität geradezu als Symbol der 'Fremdheit' der von der Dynamik beschriebenen Welt verstehen." 67/68

"Jeder kennt den Eindruck der Absurdität, den ein rückwärts laufender Film hervorruft - das Bild eines Streichholzes, das sich aus der Flamme zurückbildet, von zerbrochenen Tintenfässern, die sich wieder zusammenfügen und auf den Tisch zurückkehren, nachdem die Tinte wieder in sie zurückgeflossen ist, von Zweigen, die sich wieder verjüngen und zu Schößlingen werden. In der Welt der Dynamik gelten solche Entwicklungen als ebenso möglich wie ihr Gegenteil." 68

Entfremdung!

"Wo liegen die Wurzeln der Newtonschen Konzeption der Veränderung? Sie ist eine Synthese zwischen der Wissenschaft von den idealen Maschinen, wo die Bewegung ohne Stoß und Reibung zwischen Teilen, die einander dennoch berühren, übertragen wird, und der Wissenschaft von den Himmelskörpern, die über eine Entfernung miteinander wechselwirken." 70

"Denn hinter Newtons vorsichtiger Erklärung 'Ich entwerfe keine Hypothesen' im Hinblick auf das Wesen der Kräfte verbarg sich die Leidenschaft eines Alchemisten. Wir wissen heute, daß Newton parallel zu seinen mathematischen Studien dreißig Jahre lang die Schriften der alten Alchemisten studiert und in minuziösen und hartnäckigen Laborexperimenten die Möglichkeit erkundet hat, das große Werk zu vollbringen: die Synthese des Goldes.

Die Newtonsche Synthese, die Vereinigung von Himmel und Erde war das Werk nicht eines Astronomen, sondern eines Chemikers." 70/71

Zitiert Lord Keynes:

"Newton war nicht der erste des Zeitalters der Vernunft. Er war der letzte der Babylonier und Sumerer, der letzte große Geist, der die sichtbare und geistige Welt mit den gleichen Augen betrachtete wie jene, die vor etwas weniger als 10000 Jahren begannen, unser geistiges Erbe aufzubauen." (Anm.4 zu S.70, S.330)

Es gibt eine viel direktere Beziehung von Newton zur Alchemie. Das ist die zu jenen Alchemisten, die seit dem 13.Jahrhundert das perpetuum mobile suchten. Die ideale Maschine ist perpetuum mobile, die Entwicklung der Uhr ein Ergebnis der Suche nach dem perpetuum mobile.

"Warum wurde die Uhr fast unmittelbar zum Symbol der Weltordnung?... Die Uhr ist als Vorrichtung von einer außerhalb ihrer liegenden Rationalität bestimmt, von einem Plan, der durch ihr Räderwerk blind vollzogen wird. Das Bild von der Welt als Uhrwerk verweist auf Gott den Uhrmacher, den rationalen Beherrscher einer roboterhaften Natur." 53

Die ideale Uhr ist gleichzeitig genaue Uhr und mathematisches Pendel. Die ideale Uhr ist ein verwirklichter Traum der Alchemie. Sie ist zur Grundlage der Wissenschaft geworden, indem sie jetzt "im Prinzip" erreichbar schien. Ohne Alchemie hätte das nie gefunden werden können, denn es ist ihre Transformation. Daß dies dann auf die chemischen Affinitäten ausgedehnt wird, ist doch selbstverständlich und hat dort schließlich das gleiche Ergebnis und den gleichen Erfolg gehabt. Deshalb ist man nicht der letzte Babylonier, als Keynes keiner mehr wäre. Das ist unsere Tradition, die auch weiter existiert und existieren wird. Säkularisation von Mythen, die jetzt zu säkularisierten Mythen werden. Sie verschwinden aber nicht.

Newton als englischer "Moses" 71

"Außerdem bildet die Newtonsche Dynamik in dem von uns definierten Sinne, d.h. als Beschreibung deterministischer, reversibler, statischer Trajektorien, noch immer den Kernbestand der Physik." 74

Die Diskussion muß um das perpetuum mobile geführt werden. P. tut es, ohne die Tradition zu erwähnen, im Kap.I,5 "Der Ursprungsmythos der Wissenschaft" (51-57) aber verfehlt er vollkommen diese Wurzel. Über das "Prinzip der Erhaltung der Energie" in der klassischen Physik sagt er:

"In der idealen Welt der Dynamik, die keine Reibung und keine Stöße kennt, haben die Maschinen einen Wirkungsgrad 1, und das heißt, daß das dynamische System, das die Maschine umfaßt, die gesamte Bewegung, die es erfährt, einfach überträgt. Eine Maschine, der eine bestimmte Quantität an potentieller Energie (z.B. eine gespannte Feder, ein hochgehobenes Gewicht, komprimierte Luft usw.) mitgeteilt wird, kann eine Bewegung erzeugen, die einer 'gleichen' Quantität an kinetischer Energie entspricht; diese entspricht genau der Quantität, die erforderlich wäre, um die potentielle Energie wiederzubeschaffen, welche die Maschine bei der Erzeugung der Bewegung verbraucht hat." 75/76

"daß die dynamischen Veränderungen in einem isolierten System die Energie des Systems erhalten." 76

"Die kanonischen Gleichungen sind reversibel: Die Zeitumkehr ist das mathematische Äquivalent der Geschwindigkeitsumkehr." 77/78

"So kann ein starres Pendel zwei qualitativ verschiedene Verhaltensweisen zeigen: Es kann um seinen Aufhängepunkt schwingen oder sich drehen." 80

"mit dem Laplaceschen Dämon geht es nicht um die Frage, ob eine deterministische Vorhersage der Ereignisse tatsächlich möglich ist, sondern darum, ob sie grundsätzlich, de jure, möglich ist, und diese grundsätzliche Möglichkeit einer umfassenden Vorhersage ist in der Tat in dem Dualismus von dynamischem Gesetz und Beschreibung der Anfangsbedingungen enthalten." 82

"Die Tatsache nämlich, daß man ein dynamisches System als von einem deterministischen Gesetz abhängig beschreiben kann, obwohl unsere Unkenntnis des Anfangszustandes in der Praxis jede Möglichkeit einer deterministischen Vorhersage ausschließt, - diese Tatsache erlaubt es, zwischen der 'objektiven Wahrheit' des Systems, wie sie der Laplacesche Dämon erkennen würde, und der empirischen Tatsache unserer Unwissenheit zu unterscheiden. Im Rahmen der klassischen Dynamik mag eine deterministische Beschreibung praktisch unerreichbar sein; dennoch zeichnet sie sich als eine Grenze ab, welche eine Folge von immer genaueren Beschreibungen definiert." 82

"Daß dieser Dualismus von Gesetz und Anfangsbedingungen konsistent ist, wird heute bezweifelt. Wir werden sehen, daß die Bewegungen so komplex werden, die Art der Trajektorie sich derart ändern kann, daß keine noch so genaue Beobachtung uns erlaubt, die Anfangsbedingungen zu bestimmen." 82

Aber, dem Laplaceschen Dämon auch nicht? Er kann es. Wir aber nicht. Ein schlecht unendlicher Progreß? Dann ist er sowohl bei Kant wie auch bei Hegel.

"Die Wissenschaft ist noch immer prophetische Verkündung der Beschreibung einer Welt, wie sie von einem göttlichen oder dämonischen Standpunkt erscheint. Sie ist noch immer die Wissenschaft Newtons, des neuen Moses, dem sich die Wahrheit der Welt enthüllte; es ist eine geoffenbarte, endgültige Wissenschaft, die sich als fremd gegenüber dem gesellschaftlichen und geschichtlichen Zusammenhang versteht, der sie als Aktivität einer menschlichen Gemeinschaft bestimmt. Diese Art von prophetisch inspiriertem Diskurs taucht in der Geschichte der Physik immer wieder auf...Jedes Mal, wenn die Physiker wie zur Zeit von Laplace oder am Ende des 19. Jahrhunderts verkündeten, daß die Physik ein abgeschlossenes Kapitel oder doch beinahe abgeschlossen sei, da man bereits die letzte Linie erkennen könne, an der die Natur noch Widerstand leiste, jene Linie, deren Fall sie, die Natur, vollständig und wehrlos unserer Erkenntnis preisgeben würde - jedes Mal wiederholten sie, ohne es zu wissen, die Riten des alten Glaubens, erwarteten sie den neuen Moses, die Wiederholung des Newtonschen Triumphs." 83

"Sie bestimmt deren Strategie, und vor allem definiert sie die Strategie: die Natur einzukreisen, sie zu zwingen, das Gesetz zu enthüllen, dem sie gehorcht, die Sprache, die sie spricht." 83

"Doch seit nahezu zwei Jahrhunderten geistert durch unsere Einbildung der Laplacesche Dämon, immer wieder taucht er auf - und mit ihm der Alptraum der Bedeutungslosigkeit aller Dinge, die wahnhafte Einsamkeit dessen, der lange geglaubt hatte, Bewohner einer nach seinem Maße geschaffenen Welt zu sein. Wenn die Welt wirklich derart beschaffen ist, daß ein Dämon - also letzten Endes ein Wesen wie wir, mit derselben Wissenschaft, aber mit schärferen Sinnen und größeren Rechenfähigkeiten - aufgrund der Beobachtung eines augenblicklichen Zustands ihre Zukunft und ihre Vergangenheit berechnen kann; .. dann ist die Welt nichts als eine ungeheure Tautologie, ewig und willkürlich, ebenso notwendig und absurd in jedem ihrer Details wie in ihrer Totalität. Diese Herausforderung hat uns das 19. Jahrhundert mit seiner Wissenschaft hinterlassen, und sie haben wir heute zu überwinden." 84

"Noch immer" ist dies die Wissenschaft, dies haben wir heute zu überwinden. Andernfalls wäre die Welt nichts als eine ungeheure Tautologie.

Hier entsteht ein neuer Progreß, nämlich der der Abschaffung des Laplaceschen Dämons. Er gründet in einer die Totalität betreffenden Aussage:

Sie hat und muß Sinn haben. Im Namen des Sinnes also die Abschaffung des Dämons.

Ist das keine Prophetie? Die einer Welt, die wir ohne die Annahme des Dämons erklären können? Die von Menschen, die nicht mehr glauben, daß die Welt nach ihrem Maße geschaffen ist?

Das ist eine andere Welt, die hier versprochen wird, als es die unsrige ist. In der unsrigen stellt man sich solch einen Dämon vor, und glaubt, daß die Welt nach dem Maß des Menschen gemacht wurde. Die Frage ist doch wohl: kann man das abschaffen?

Diese neue Prophetie vom abgeschaffenen transzendentalen Subjekt bestimmt das 20. Jahrhundert. Die Prophetie von der abgeschaffenen Prophetie. Nehmen wir sie bei den Nazis:

"Siegt der Jude mit Hilfe seines marxistischen Glaubensbekenntnisses über die Völker dieser Erde, dann wird seine Krone der Totentanz der Menschheit sein, dann wird dieser Planet wieder wie einst vor Jahrmillionen menschenleer durch den Äther ziehen... So glaube ich heute im Sinne des allmächtigen Schöpfers zu handeln: indem ich mich des Juden erwehre, kämpfe ich für das Werk des Herrn." Mein Kampf, S.69 /70 (op. cit. subrayo original)

Der Jude ist für die Nazis genau dieses transzendente Subjekt, so wie das schon für Nietzsche gilt. Wir formulieren um:

"Siegt das transzendente Subjekt (mit seinem marxistischen Glaubensbekenntnis?) über die Völker dieser Erde, dann wird seine Krone der Totentanz der Menschheit sein, dann wird dieser Planet wieder wie einst vor Jahrmillionen menschenleer durch den Äther ziehen... So glaube ich heute im Sinne des allmächtigen Schöpfers zu handeln: indem ich mich des transzendentalen Subjekts erwehre, kämpfe ich für das Werk des Herrn."

Das ist die Freie Welt, opinio comunis des 20. Jahrhunderts. Alle sagen es heute. Das ist aber auch Auschwitz. Hier haben wir den allgemeinen Ausdruck für das: wer den Himmel auf Erden will, schafft die Hölle auf Erden.

Über Kant sagt P.:

"Nun steht das Subjekt im Mittelpunkt, es erläßt sein eigenes Gesetz, und die Welt, die es wahrnimmt, spricht in seiner Sprache... Die Wissenschaft betreibt nach Kant keinen Dialog mit der Natur, sondern zwingt ihr die eigene Sprache auf.. Nach dieser Auffassung ist der Laplacesche Dämon, dieses Symbol des



wissenschaftlichen Mythos, eine Illusion, aber eine rationale Illusion... Die Natur insgesamt wird zu Recht jenen Gesetzen unterworfen, welche die Wissenschaftler in ihr entziffern." 94

"Die kritische Ratifikation versteht das wissenschaftliche Vorgehen als ein stumpfes und systematisches, in sich geschlossenes Vorgehen. Damit bestätigt und stabilisiert die Philosophie den Bruch. Sie überläßt den Bereich des positiven Wissens der Wissenschaft und reserviert sich den Bereich der Meditation über Freiheit und Ethik, die als etwas der Natur Fremdes aufgefaßt werden." 96

"Wenn man die Zeit negiert, das heißt, sie auf einen Parameter im Rahmen eines reversiblen Gesetzes reduziert, begibt man sich jeder Möglichkeit, die Natur in der Weise zu fassen, daß sie fähig ist, Lebewesen und besonders den Menschen hervorzubringen." 103

"Auch eine mechanische Maschine gibt in Form von Arbeit die potentielle Energie zurück, die sie von der Außenwelt erhalten hat. Ursache und Wirkung sind gleicher Natur und - zumindest im idealen Falle - äquivalent.

Die Wärmemaschine impliziert eine Zustandsänderung, d.h. eine Ausdehnung. Die mechanische Arbeit, nämlich die Bewegung des Kolbens, beruht somit auf einer inneren Veränderung des Systems und nicht nur auf einer einfachen Übertragung von Bewegung. Diese Maschine ist also nicht nur ein passives Gerät; genau genommen erzeugt sie Bewegung. Damit entsteht ein neues Problem: Um die Fähigkeit des Systems, Bewegung zu erzeugen, wieder herzustellen, bedarf es eines zweiten Vorgangs... Bei einer Wärmemaschine besteht dieser zweite Vorgang, der dem ersten entgegengesetzt ist, in der Kühlung des Systems, bis es seine ursprüngliche Temperatur, seinen ursprünglichen Druck und sein ursprüngliches Volumen zurückgewinnt." 115

"Das Problem des Wirkungsgrades von Wärmemaschinen, des Verhältnisses zwischen der geleisteten Arbeit und der Wärme, die dem System für die zwei einander kompensierenden Prozesse zugeführt werden muß, ist genau der Punkt, an dem der Begriff des irreversiblen Prozesses in die Physik Eingang fand." 115

"Doch hat die Natur auch noch den anderen Aspekt der zischenden Kessel der Dampfmaschinen, der chemischen Umwandlungen, des Lebens und Sterbens - einen Aspekt, der über Äquivalenzen und Energieerhaltung hinausgeht. Wir kommen hier zum ureigensten Beitrag, den die Thermodynamik zur Wissenschaft beigesteuert hat, zum Begriff der Irreversibilität." 119/120

"Statt jeglichen Kontakt zwischen Körpern von unterschiedlicher Geschwindigkeit muß die ideale Wärmekraftmaschine jeglichen Kontakt zwischen Körpern von unterschiedlicher Temperatur vermeiden." 121

Der "ideale Carnotsche Kreisprozeß" 121

"Nicht alle Prozesse, bei denen die Energie erhalten bleibt, sind möglich. Kein Energieunterschied kann geschaffen werden, ohne daß ein zumindest äquivalenter Energieunterschied zerstört wird. So muß die im idealen Carnotschen Kreisprozeß erzeugte Arbeit mit der Wärme bezahlt werden, die von einer Quelle auf die andere übergeht." 123

Über die Kosmologie William Thomsons (1852)

"Da Thomsons Kosmologie nicht mehr nur ein Abbild der neuen idealen Wärmekraftmaschine ist, sondern darüber hinaus die Konsequenz einbezieht, die sich aus der irreversiblen Ausbreitung der Wärme in einer Welt ergeben, in der die Energie erhalten bleibt, wird diese Welt als eine Maschine beschrieben, in der Wärme nur um den Preis einer irreversiblen Verschwendung und nutzlosen Zerstreuung einer bestimmten Wärmemenge in Bewegung umgewandelt wird... Im Laufe der Umwandlungen braucht die Welt ihre Unterschiede auf und strebt dem Endzustand des Wärmegleichgewichts, dem Wärmetod entgegen..."

Thomson macht also einen schwindelerregenden Sprung von der Maschinenteknik zur Kosmologie." 124

"Interessanterweise erinnert die spezifische Form, in der die Zeit als eine Tendenz zu Homogenität und Tod in die Physik eingeführt wurde, eher an uralte mythische und religiöse Archetypen als an die fortschreitende Komplexifizierung und Diversifikation, wie sie von der Biologie und den Sozialwissenschaften beschrieben werden." 125

Der "Zeitpfeil":

"Für alle isolierten Systeme ist die Zukunft die Richtung der zunehmenden Entropie. Welches System ist aber besser 'isoliert' als das Universum insgesamt? Darauf beruht die kosmologische Formulierung der beiden Hauptsätze der Thermodynamik durch Clausius im Jahre 1865:

Die Energie der Welt ist konstant.

Die Entropie der Welt strebt einem Maximum zu." 128

"Für ein isoliertes System erscheint das Gleichgewicht in diesem Sinne als ein 'Atraktor' von Nichtgleichgewichtszuständen." 129

"In einem isolierten System streben dagegen alle Nichtgleichgewichtszustände demselben Gleichgewichtszustand zu. Wenn es das Gleichgewicht erreicht hat, hat das System seine Anfangsbedingungen vergessen, hat es vergessen, wie es präpariert worden ist." 130

"daß eine Entwicklung, wie sie von den biologischen und Gesellschaftswissenschaften beschrieben wird - eine Entwicklung zu wachsender Komplexität und zu einer steigenden Zahl von Neuerungen - als selten und unwahrscheinlich bezeichnet wurde." 137

"Die Gleichgewichts-Thermodynamik... spricht von Dissipation der Energie, Vergessen der Anfangsbedingungen, Entwicklung zur Unordnung.. anderen Wissenschaften ihre eigene Auffassung über die Zeit - nämlich als Degradation und Tod - entgegenzusetzen." 137

"Welche Bedeutung kann die Entwicklung von Lebewesen, die Entwicklung ihrer Gesellschaften und ihrer Arten in der von der Thermodynamik beschriebenen Welt wachsender Unordnung haben?" 138

"Die Vernachlässigung von irreversiblen Prozessen in der Dynamik ist eine Idealisierung, die aber zumindest in manchen Fällen sinnvoll ist."145

"Im Gleichgewicht sind die Entropieerzeugung, die Flüsse und die Kräfte jeweils gleich Null." 145

"Insbesondere können in einem System, das sich insgesamt zum Gleichgewicht hin entwickelt (was beispielsweise für das Planetensystem als Ganzes gilt), die irreversiblen Prozesse auf eine vorhersagbare Weise die Bedingungen für lokale Selbstorganisation schaffen. In diesem Zusammenhang kann ein Phänomen wie das Auftreten von Formen des Lebens als vom Standpunkt der physikalischen Theorie aus vorhersagbar betrachtet werden."152

"Es kann durchaus sein, daß Ordnung, Kohärenz, eine Art Sandwichschicht darstellt zwischen dem thermischen Chaos des Gleichgewichts und dem turbulenten Chaos des Nichtgleichgewichts." 170

"Es sind die gleichen Nichtlinearitäten, welche aus dem Chaos der Elementarprozesse eine bestimmte Ordnung hervorbringen und dennoch unter anderen Umständen diese Ordnung zerstören können, um jenseits einer weiteren Verzweigung eine neue Kohärenz zu errichten." 195

"Wir wissen heute, daß sowohl die Biosphäre als Ganze wie auch ihre lebenden und unbelebten Bestandteile unter Bedingungen existieren, die weit vom Gleichgewicht entfernt sind. In diesem veränderten Kontext

erscheint Leben, weit davon entfernt, außerhalb der natürlichen Ordnung zu liegen, als der höchste Ausdruck der sich selbst organisierenden Prozesse, welche unter diesen Bedingungen auftreten können." 197

"Sobald die Bedingungen für die Selbstorganisation erfüllt sind, wird das Leben ebenso vorhersagbar wie die Bénard-Instabilität oder ein fallender Stein." 198

"die Newtonsche Idealisierung, d.h. den Begriff eines statischen, durch deterministische Trajektorien beschriebenen Universums..." 203

"Das Konzept der Ordnung durch Schwankungen verwirft das statische Universum der Dynamik zugunsten einer offenen Welt, in der durch Aktivität Neues entsteht, in der Entwicklung Innovation, Schöpfung und Zerstörung, Geburt und Tod bedeutet." 204

"Die Geschwindigkeitsumkehr schafft also ein hochgradig organisiertes System mit einem scheinbar zielgerichtetem Verhalten. Die Wirkung der verschiedenen Zusammenstöße ruft - **so als bestünde eine prästabilisierte Harmonie** - eine 'antithermodynamische' Gesamtentwicklung hervor (z.B. die spontane Trennung von schnellen und langsamen Molekülen, wenn das System im Anfangsaugenblick so präpariert wurde, daß zwei Gase von unterschiedlicher Temperatur miteinander in Kontakt gebracht wurden). Die mögliche Existenz solcher anti-thermodynamischen Entwicklungen zuzulassen, und wenn sie auch selten und exzeptionell (so exzeptionell wie die aus der Geschwindigkeitsumkehr resultierenden Anfangsbedingungen) sein sollten, bedeutet jedoch, die Allgemeingültigkeit des Zweiten Hauptsatzes in Frage zu stellen; es würde dann Fälle geben, in denen bei geeigneten Anfangsbedingungen 'spontan' ein Temperaturunterschied auftreten könnte. Wir müßten dann die Umstände definieren, unter denen ein irreversibler Prozeß reversibel werden und sogar einen irreversiblen Prozeß, der zuvor stattgefunden hat, kompensieren könnte. Die Unterscheidung zwischen reversiblen und irreversiblen Prozessen verwischt sich." 210\*

"La inversión de la velocidad crea un sistema altamente organizado con un comportamiento aparentemente intencionado. El efecto de las distintas colisiones es, **como por una armonía preestablecida**, producir un conjunto, una evolución 'anti-termodinámica' (por ejemplo, la separación espontánea de las moléculas lentas u rápidas si, en el instante inicial, el sistema ha sido preparado colocando en contacto dos gases a distintas temperaturas). Sin embargo, admitir la posible existencia de tales evoluciones anti-termodinámicas, si bien raras o incluso excepcionales (tan excepcionales como las condiciones iniciales que surgen de la inversión de

la velocidad), sería cuestionar la apropiada generalidad del segundo principio; habrá casos en los que empezando con condiciones iniciales adecuadas podría tener lugar, espontáneamente, una separación de temperaturas. Tendríamos que definir las circunstancias bajo las cuales los procesos irreversibles podrían hacerse reversibles e incluso compensar un proceso irreversible que hubiera tenido lugar anteriormente. La propia distinción entre procesos reversibles e irreversibles se hace difusa." 195/196

D.H. natürlich, Wunder zuzulassen. Das ist nicht der Newton-Moses, sondern der andere mit dem Dornbusch, der brennt, ohne zu verbrennen. Das wäre der spontan auftretende Temperaturunterschied.

"Eine solche Schlußfolgerung kann nicht a priori ausgeschlossen werden. Tatsächlich wissen wir heute nicht, ob der Zweite Hauptsatz mit all den bekannten Wechselwirkungen zwischen Teilchen, namentlich mit der gravitativen Wechselwirkung, vereinbar ist. Wir wissen deshalb nicht, ob die Entropie der Welt, wie Clausius glaubte, tatsächlich zunimmt oder ob diese Zunahme auf bestimmte gravitative Zustände beschränkt ist. Wir wissen mit anderen Worten nicht, ob die Gravitation in den Zweiten Hauptsatz einbezogen werden kann. Was allerdings die kurzreichweitigen Kräfte der molekularen Wechselwirkungen betrifft, so haben wir gegenwärtig keinen Grund, an der Gültigkeit des Zweiten Hauptsatzes zu zweifeln." 210/211

Tal conclusión no puede ser descartada a priori. Hoy en día no podemos saber realmente si el segundo principio es compatible con todos los tipos conocidos de interacciones entre partículas, en especial con la interacción gravitatoria. No sabemos si, como creía Clausius, la entropía del universo realmente aumenta o si este aumento está restringido a situaciones gravitacionales dadas. En otras palabras, no sabemos si la gravitación puede ser incluida en el segundo principio. Sin embargo, en el caso de las fuerzas de corto alcance correspondientes a las interacciones moleculares, no tenemos ninguna razón, por ahora, para expresar dudas acerca de la validez del segundo principio." 196

Dann gilt er eben, so wie das deterministische Prinzip auch gilt: er gilt, wo er gilt.

"Von diesem Standpunkt aus, stellt also eine Trajektorie das maximale Wissen dar, das wir über ein System besitzen können. Sie ist das Resultat eines Grenzübergangs, das Resultat der stetig wachsenden Präzision unseres Wissens. Wie wir sehen werden, wird das fundamentale Problem für uns darin bestehen, zu bestimmen, wann ein solcher Grenzübergang wirklich möglich ist." 213

"Wir wissen heute, daß Stabilität und Einfachheit Ausnahmen sind. Wir könnten die totalitären Ansprüche einer Konzeptualisierung mißachten... Es ist vorgeschlagen worden, bestimmte Probleme einfach zu ignorieren, weil sie auf Idealisierungen beruhen, die aus praktischen Gründen schwierig durchzuführen sind... die exakte Vorhersage, wie sie der Determinismus annehme, müsse durch einen 'unendlichen' Preis bezahlt werden; sie sei daher nicht realistisch." 224

"Die Entdeckung einer physikalischen Unmöglichkeit bedeutet kein Nachgeben gegenüber Binsenweisheiten. Sie bedeutet, daß unerwartet eine tatsächliche Struktur der Realität entdeckt wurde, die ein intellektuelles Vorhaben zum Scheitern verurteilt. Infolge einer solchen Entdeckung wird die Möglichkeit einer Operation ausgeschlossen, die vorher zumindest im Prinzip als machbar gedacht werden konnte. 'Keine Maschine kann einen Wirkungsgrad größer als 1 haben', 'keine Wärmemaschine kann nützliche Arbeit leisten, wenn sie nicht mit zwei Quellen in Kontakt ist' - das sind Beispiele von Aussagen über eine Unmöglichkeit, die der Wissenschaft zu neuen Chancen verholfen haben. In unserem Jahrhundert sind wir zu zwei neuen Beweisen der Unmöglichkeit gelangt - einmal in der Relativität, das andere Mal in der Quantenmechanik." 225

"Daß die wissenschaftliche Beschreibung konsistent sein müsse mit den Mitteln, die einem Beobachter zur Verfügung stehen, der zu dieser Welt gehört und nicht einem Wesen, das, von allen physikalischen Zwängen unabhängig, die physikalische Welt 'von außen' betrachten würde, ist eine der fundamentalen Forderungen der Relativitätstheorie." 225

"daß Newtons Gesetze nicht davon ausgingen, daß der Beobachter ein 'physikalisches Wesen' ist. Die Objektivität einer Beschreibung wurde gerade dadurch definiert, daß jeder Bezug auf ihren Urheber fehlt. Für nichtphysikalische' intelligente Wesen, die mit unendlicher Geschwindigkeit kommunizieren könnten, würden die Gesetze der Relativität falsch sein. Die Tatsache, daß die Relativität auf einer Einschränkung beruht, die nur für physikalisch lokalisierte Beobachter gilt, für Wesen, die zu einer bestimmten Zeit nur an einem Ort und nicht überall zugleich sein können, verleiht dieser Physik eine humane Qualität... Was **durch das Experiment bestätigt** wird, ist diese Physik, die einen Beobachter voraussetzt, der sich innerhalb der Welt befindet, und nicht die Physik des Absoluten." 226/227

Ist das ein wissenschaftlicher Satz? Jedenfalls ist er auch metaphysisch. Die Naturwissenschaftler argumentieren alle metaphysisch. Aber nie sprechen sie über die Tatsache, daß sie metaphysisch sprechen. Angeblich ist ja die Wissenschaft das Gegenteil von Metaphysik.

"Was durch das Experiment bestätigt wird". Hier wird etwas bestätigt, das keine Information ist, sondern sich auf die Totalität der Welt bezieht.

Über das Komplementaritätsprinzip (Bohr)

"In dieser Unreduzierbarkeit der Ansichten über ein und dieselbe Realität kommt die Unmöglichkeit zum Ausdruck, einen göttlichen Standpunkt zu finden, von dem aus die gesamte Realität gleichzeitig überblickbar wäre." 237

"Es gibt mit anderen Worten 'Unschärferrelationen' auch in der klassischen Mechanik, doch entsprechen sie einer logischen Unmöglichkeit. Wir können nicht einen Kreis mit vier Ecken haben. In der Quantenmechanik nimmt die logische Unmöglichkeit aufgrund der Existenz der Planckschen Konstanten eine physikalische Bedeutung an." 239

"Haben wir es hier mit einem Element der Subjektivität zu tun? Wir glauben nicht. Denn daß der Pfeil der Zeit eine bestimmte Orientierung hat, ist nicht nur eine Tatsache unseres Bewußtseins (oder des 'Bewußtseins' der Amöbe). Die Entdeckung von irreversiblen Prozessen, angefangen von den Elementarteilchen bis hin zu kosmologischen Ereignissen, zeigt, daß dies ein Merkmal des gesamten Universums ist." 268

Das kann sie gar nicht zeigen. Es zeigt, daß unser Wahrheitskriterium praktisch ist, d.h. auf der Möglichkeit beruht, Kenntnisse in Technologien umzuwandeln. Wissenschaftliche Kenntnis ist dann alles, was in Technologie umwandelbar ist, daher auch die Erkenntnis, daß etwas nicht möglich ist. Wissenschaft ist daher auch, was in eine Kenntnis von der Unmöglichkeit technologischen Handelns umwandelbar ist.

Ist das so, dann es doch nicht überraschend, daß eine Wirklichkeit entsteht, die subjektiv ist.

"Wissenschaft bedeutet sicherlich, die Natur zu manipulieren, doch ist sie zugleich ein Versuch, die Natur zu verstehen, tiefer in Fragen einzudringen, die seit Generationen immer wieder gestellt wurden." 276

Seit Generationen? Nicht seit Anfang der Menschheit? Nein, denn diese Wissenschaft gibt es erst seit Generationen.

"Die Objekte der klassischen Dynamik beschäftigen sich, genau wie die Götter des Aristoteles, nur mit sich selbst. Sie können nichts lernen... Insofern führt diese Beschreibung zu einer Tautologie, denn sowohl die Zukunft als auch die Vergangenheit sind in der Gegenwart enthalten.

Der grundlegende Betrachtungswandel der modernen Wissenschaft, der Übergang zum Zeitlichen, zum Mannigfaltigen, kann als Umkehrung jener Bewegung aufgefaßt werden, die den Himmel des Aristoteles auf die Erde brachte. Nun bringen wir die Erde zum Himmel. Wir entdecken, angefangen von den Elementarteilchen bis hin zu den kosmologischen Modellen, den Primat von Zeit und Werden." 281

"Die Tatsache, daß unkontrollierte Umwandlungen, Verluste immer zur Entropieerzeugung beitragen, wurde umformuliert zu einer positiven Aussage, nämlich zum Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik. Jetzt war das Interesse zum ersten Mal nicht mehr auf das Manipulierbare gerichtet, sondern im Gegenteil auf das, was seiner Definition nach spontan und nicht manipulierbar ist." 282

Das ist falsch. Nur wenn ich den Rahmen des nicht-manipulierbaren kenne, weiß ich, was amanipulierbar ist. Wenn sich das Interesse auf das Nicht-manipulierbare richtet, bleibt es doch auf das Manipulierbare ausgerichtet. Andernfalls wüßte es nicht, daß es sich um ein Nicht-Manipulierbares handelt, es wäre gleichgültig.

"Dieser Zusammenprall zwischen der Idee einer irreversiblen, in die Zukunft gerichteten Zeit und der **'zeitlosen' Zeit der Physik**, der Zusammenprall zwischen Dynamik und Entropie..." 286

"Nur weil wir uns der Irreversibilität des Werdens bewußt sind, können wir die reversible Bewegung erkennen. Gleichwohl stellt die Welt der reversiblen Trajektorien ein begriffliches und technisches Bezugsschema dar." 287

Er sieht nicht, daß auch die irreversible Bewegung auf einer Idealisierung beruht: z.B. das isolierte System. Es steht nicht Realität und Idealisierung gegenüber, wenn sich irreversible und reversible Prozesse gegenüberstehen.

"die 'kosmologische Tatsache' eines weit vom Gleichgewicht entfernten Universums ist die Voraussetzung dafür, daß die makroskopische Welt eine von 'Beobachtern' bewohnte Welt, also eine belebte Welt ist. Dieses Schema stellt deshalb keine logische oder erkenntnistheoretische Wahrheit dar, sondern bezieht sich auf unsere Existenz als makroskopische Wesen in einer weit vom Gleichgewicht entfernten Welt." 288

Eine von Beobachtern bewohnte Welt? Wieder eine Idealisierung.

"Die Wissenschaft kann demnach von sich behaupten, eine humane Wissenschaft zu sein, die von Menschen für eine menschliche Welt geschaffen ist." 290



Von Menschen für eine menschliche Welt? Seine Menschen sind doch nur Beobachter. Was sind sie sonst noch?

"den Zusammenhang zwischen den Entscheidungen, die einer physikalischen Beschreibung zugrunde liegen, und einer philosophischen, ethischen oder religiösen Konzeption bezüglich der Stellung des Menschen in der Natur." 292

"In einer berühmten Schrift hat Freud von den dramatischen Kränkungen gesprochen, die die menschliche 'Größensucht' durch die folgenden Entdeckungen der Wissenschaft erlitten habe: erstens, als die Erde ihre Stellung als Zentrum des Universums einbüßte und zu einem bedeutungslosen Planeten herabstieg; zweitens, als der Mensch seine Stellung als Krone der Schöpfung verlor und zu einem Tier wurde unter anderen Tieren, zum Vetter der übrigen Primaten, der Affen; und schließlich drittens, als das Ich durch die Theorie vom Unbewußten seiner souveränen Stellung beraubt wurde." 295 (Vorlesung zur Einführung in die Psychoanalyse, Ende der 18. Vorlesung)

"Der Begriff des 'ökonomischen Gesetzes' könnte also keine andere Geltung haben als die höchst relative Bedeutung, die verschiedenen Institutionen zu schaffen, die ihrerseits versuchen, Abweichungen zu kontrollieren, Abläufe zu stabilisieren und die Auswirkungen destabilisierender Schwankungen zu mildern." 303

"Der Glaube an die Existenz ökonomischer Gesetze, der Bezug auf ein angeblich 'rein ökonomisches' Funktionieren, der sie ungehindert 'zuwirken' läßt, um das von diesen Gesetzen definierte Optimum zu erreichen, entspricht augenscheinlich jener Art von wissenschaftlichem Vorgehen, wie es von Galilei benutzt wurde. Dieser zögerte nicht, von der Reibung abzusehen, um das Phänomen des freien Falls eines Körpers in seinem Wesen zu erfassen.... Die von Galilei beschriebenen Bewegungen scheinen die Vereinfachung tatsächlich zuzulassen: eine Berücksichtigung der Reibung macht die Gleichungen komplizierter und verändert ihre Form, hebt aber ihre Möglichkeit nicht auf." 303/304

Berücksichtigung der Reibung: diese ist ein irreversibles Phänomen, kein mechanisches!

"In diesen Fällen (hier ist die klassische Wirtschaftstheorie eingeschlossen FJH) ist es das Ideal des Verstehens - ein Ideal, das heute zweifelhaft geworden ist -, das Streben nach genauen Gesetzen, das rechtfertigt, genau das für nebensächlich zu erklären, dessen Außerachtlassung solche Gesetze erst möglich macht." 304

"wird man auf genau das aufmerksam, was man zuvor als eine Verunreinigung ausgeklammert hat: besonders auf den Anteil von Vergangenheit und Zukunft an der Bestimmung der menschlichen Gegenwart..." 304

"daß die gleichen Wechselwirkungen und die gleiche Art von Kausalität, die zuvor für die Stabilität der Mondbahn gesorgt haben, auch ihre Instabilität bestimmen." 306

"Zwischen den zugelassenen und den verbotenen Anfangszuständen erhebt sich eine unendliche Entropieschranke, das heißt, eine Schranke, die durch keinen technischen Fortschritt und kein Gedankenexperiment aufgehoben werden kann." S.322

"Die empirische Gültigkeit des Zweiten Hauptsatzes veranlaßt uns, das /Universum der Genauigkeit', das dem klassischen Begriff des Naturgesetzes zugrunde liegt, in Frage zu stellen. In einem gewissen Sinne hatte die von der klassischen Mechanik beschriebene Welt die Macht des Schöpfergottes geerbt. Die physikalischen Wechselwirkungen bestimmten ihre Entwicklung mit einer wirklich unendlichen Genauigkeit... Das unendlich genaue Universum der klassischen Vorstellung stand immer auf Kriegsfuß mit der Welt, die wir empirisch kennen, einer Welt, in der der Zweite Hauptsatz der Thermodynamik eine wesentliche Rolle spielt. Durch die Erkenntnis, daß der endliche Charakter unserer Beobachtungen - d.h. unserer Wechselwirkung mit der Realität - uns nicht auf **unsere subjektiven Grenzen** verweist, sondern uns die innersten Strukturen dieser Realität zugänglich macht, hört der Zusammenprall der beiden Welten auf, nämlich der idealen Welt der klassischen Rationalität und der Welt, in der unsere empirischen Erkenntnisse gelten." 325

Er zeigt, daß unsere Subjektivität objektiv ist, und daher die Objektivität subjektiv ist.

"Die Physik von heute ersinnt Wege, das Joch dieses 'zureichenden' Grundes abzuschütteln, sich freizumachen von dieser dominierenden Äquivalenz zwischen 'voller Ursache' und 'voller Wirkung', sich damit auch loszumachen von dem Gott der klassischen Rationalität, der allein imstande war, die unendliche Information zu besitzen und alle Ursachen und Wirkungen sowie die völlige Erhaltung der Ursachen in den Wirkungen zu ermessen." 325/326

P. identifiziert die zeitlose Zeit der Dynamik mit einem Ungeschehenmachen der Zeit durch reversible Prozesse. Aber werden Vorgänge, die geschehen sind, ungeschehen, wenn sie reversibel sind? Macht die Zeitumkehr etwas Ungeschehen, oder geschieht das Umgekehrte in einer nachfolgenden Zeit, sodaß wieder dieselben Anfangsbedingungen gegeben sind?

Die Darstellung der Zeit ist räumlich, daher ein Zeitpfeil. Im Raum kann ich an denselben Ort zurückkehren, von dem ich ausgegangen bin. Aber das setzt bereits einen mathematischen Raum voraus. "Niemand steigt zwei mal in den gleichen Fluß". Nur wenn ich hiervon abstrahiere, kann ich zurückkehren. Daß der Ort der gleiche ist, ist eine Abstraktion. Mache ich diese Abstraktion, so kann ich zurückkehren.

Mache ich die gleiche Abstraktion für einen vergangenen Zeitpunkt - durch Datum, Uhrzeit etc. - so kann ich nicht zurückkehren. Die Zeit ist anders als der Raum. Ich kann aber am gleichen Ort zu einem späteren Zeitpunkt, gleiche Anfangsbedingungen haben. (sofern ich davon abstrahiere, daß nichts wirklich gleich ist).

Was ist nun der Zeitpfeil? Er hat doch bei P. offensichtlich zwei Bedeutungen:

1. der Übergang von Anfangsbedingungen zu einem Zustand. In diesem Sinne, kann man dann Reversibilität annehmen, indem man vom Zustand wieder zu den Anfangsbedingungen zurückkehrt.
2. eine durchgehende Zeit, in der nichts ungeschehen gemacht werden kann. Die Rückkehr zu den Anfangsbedingungen macht daher das vorherige nicht ungeschehen, sondern ist ein Vorgang in der Zeit, der später stattfindet als der Vorgang, in dem aus den Anfangsbedingungen der Zustand hervorging. Die beiden Prozesse in der Zeit annullieren daher kein Geschehen, sondern nur eine Veränderung.

Nehmen wir das berühmte Beispiel der herunterfallenden Kaffeekanne. In  $t_1$  ist die Kaffeekanne auf dem Tisch, und in  $t_2$  ist sie heruntergefallen und zerbrochen. Wir haben einen Prozeß in der Zeit von  $t_1 \rightarrow t_2$ . Nehmen wir jetzt an, daß wir diese Splitter der Kaffeekanne in neue Anfangsbedingungen in  $t_2$  verwandeln, und sie wieder dazu bringen, zur ursprünglichen Kaffeekanne in  $t_4$  zu werden:  $t_3 \rightarrow t_4$ . In  $t_4$  steht die Kaffeekanne wieder auf dem Tisch, und sie hat keine Brüche mehr. Daher sieht man ihr nicht an, was geschehen ist, sie hat keine Narben. Sie ist also nicht zusammengeklebt worden. Dann hätte sie Narben, an denen man ihre Geschichte sehen könnte. Stellen wir es uns so vor wie einen rückwärts gelaufenen Film.

Dieser wäre ein Fall völliger Reversibilität. Wäre alles ungeschehen geworden, so wäre  $t_4 = t_1$ , und der Übergang von  $t_1 \rightarrow t_2 \rightarrow t_3 \rightarrow t_4$  wäre gar nicht geschehen. Nehmen wir jetzt an, die Kaffeekanne sei geklebt worden. In diesem Falle wäre keine vollkommene Reversibilität gegeben. Dann folgt in jedem Falle  $t_1$  ungleich  $t_4$ . In  $t_4$  sieht man der Kaffeekanne an, daß sie vorher heruntergefallen war. Die Kaffeekanne erinnert sich.

Können wir aber eine perfekte Reversibilität herstellen, erinnert sich die Kaffeekanne nicht. Sie ist hinterher genauso wie vorher. Ist deshalb die Tatsache, daß sie heruntergefallen und zersplittert war, ungeschehen geworden? Nehmen wir an, daß wir den Vorgang gefilmt haben. Dann sehen wir den gesamten Prozeß von  $t_1 \rightarrow t_4$ , der in einer kontinuierlichen Zeit abläuft. Das aber heißt, daß für den Beobachter des Prozesses, der Vorgang nicht ungeschehen gemacht wurde, sondern lediglich zu einem späteren Zeitpunkt  $t_4$  die Situation wiederholt wird, die in  $t_1$  bereits bestanden hatte. Obwohl  $t_1 = t_4$ , liegt ein Zeitraum zwischen beiden, der unüberbrückbar ist. Die perfekte Reversibilität hat den Prozeß nicht ungeschehen gemacht.

Wir haben eine zeitlose Zeit. In ihr geschieht etwas, aber dieses Geschehen ist an den Objekten nicht ablesbar. Wir haben dann zwei Geschehensformen?

1. Geschehen, das an den Objekten ablesbar ist (z.B. die Kaffeekanne wird an einen anderen Ort gebracht oder angemalt).
2. Geschehen, das am Objekt nicht ablesbar ist, für einen Beobachter aber erinnerbar ist.

Ein Ungeschehenmachen wäre nur konstruierbar, wenn man vom Beobachter abstrahiert. Würde man das aber tun, so hätte es keinen Sinn, überhaupt von einem Geschehen zu sprechen.

P. macht diese Unterscheidungen nicht. Er meint, ein Geschehen ist ungeschehen, wenn es aus dem Objekt nicht ablesbar ist. Er setzt eine tatsächliche historische Reversibilität voraus, die aber in der Dynamik gar nicht impliziert ist. Wäre sie das, wie könnten wir denn dann darüber sprechen? Daß etwas, das geschehen ist, ungeschehen wird, können wir nicht denken. Wir können es nur durch Negation postulieren. Dann sind wir aber nicht in einer zeitlosen Zeit, sondern stellen uns außerhalb der Zeit. Wir können es nur so denken, wie wir das Nichts denken können. Darüber sprechen aber kann man nicht. Wir können nicht spekulieren, was das Nichts ist, da wir sonst annehmen müßten, daß es etwas ist, eben das Nichts. Über das, was die Fülle ist, können wir spekulieren.

Können wir die Kaffeekanne wieder so herstellen wie sie war, so setzt das voraus, von der Kaffeekanne, wie sie in  $t_1$  existierte, eine absolut genaue Kopie machen zu können. Die Geschichte der Kaffeekanne, so wie sie an ihr ablesbar ist, ist also unterbrochen. Sie ist nicht unterbrochen für den Beobachter der Kaffeekanne, der jetzt die Erinnerung an das hat, was im Objekt Kaffeekanne nicht erinnert wird, da es keine Narben hinterlassen hat. Wir bewegen uns dann in einer völlig zeitlosen Zeit, einer Zeit ohne Geschichte, die aber als zeitlose Zeit irreversibel bleibt.

Nur in dieser zeitlosen Zeit kann es identische Objekte geben. Nehmen wir an, wir können die Kaffeekanne identisch kopieren. Dann können wir auch viele identische Kaffeekannen machen. Sobald wir sie aber gemacht haben und in die Geschichte der Objekte einführen, beginnt jede, ihre eigene Geschichte zu haben. Nach kurzer Zeit wären sie daher nicht mehr identisch. Diese Idee idenstischer Kopien gesitert durch die Welt. Norbert Wiener spricht davon, es sei im Prinzip möglich, per Telephon zu reisen. Es ist das gleiche. Kann man per Telephon reisen, dann kann man von einem Menschen eine identische Kopie herstellen, dann aber auch viele. In der Geschichte würde das dann dahin führen, daß auch diese Kopien nach kurzer Zeit nicht mehr identisch sind. (Sie bekommen Narben, die nur sie und nicht die anderen haben). Man kann dann auch von einem Original von Rembrandt viele identische Kopien herstellen, die aber alle Originale sind, da man sie ja nicht unterscheiden kann. Nach kurzer Zeit würden sie sich individualisieren, aber niemand könnte wissen, welches denn Rembrandt gemalt hat. Nicht einmal Rembrandt selbst. Rembrandt hat nur eins gemalt, aber es existieren viele. Es wäre wie ein Holzschnitt. Und alle wären Jahrhunderte alt, obwohl heute gemacht. Denn es würden ja 400 Jahr alte Kopien heute gemacht werden. (so bei Sraffa die Produktion von alten Maschinen!)

Die Irreversibilität (als zeitlose Zdeit) ist letztlich nichts weiter als die Unmöglichkeit, die Idealkonstruktionen zu verwirklichen, mit denen das transzendente Subjekt die Wirklichkeit interpretiert. Das Beispiel der Kaffeekanne zeigt schon, daß es sich gar nicht ausschließlich um den Zweiten Hauptsatz handelt. Er ist nur ein abstrakter Ausdruck dieser Tatsache.

Im Beispiel handelt es sich um die Unmöglichkeit, zu einem Gegenstand eine absolut gleiche Kopie zu verfertigen. Diese Unmöglichkeit kann man natürlich mit dem Zweiten Hauptsatz argumentieren, nämlich als "unendliche Entropieschranke" (322). Aber sie ist eben der physikalische Ausdruck für die condition humaine, für die Tatsache, daß die Welt kontingent ist. Letztlich ist es die Unmöglichkeit, absolutes Wissen zu haben. **Sie ist eine praktische Unmöglichkeit, der eine theoretische Unmöglichkeit komplementär ist: die Unmöglichkeit, Theorien über die Realität**

**zu machen, ohne in diesen Theorien vollkommenes Wissen vorauszusetzen. Das heißt, ohne eine nicht-kontingente Welt vorauszusetzen.**

**Hat man die erste Unmöglichkeit erkannt, so ist die zweite, komplementäre und konträre das Problem. Diese Unmöglichkeit abzustreiten, wird jetzt zur Verweigerung, die Kontingenz der Welt anzuerkennen.** Dies ist das 20. Jahrhundert. Es ist auch das Problem von P.

Das aber heißt, daß die Idealisierungen der Dynamik legitim sind, und nicht etwa "noch" gemacht werden, um dann eines Tages nicht mehr nötig zu sein. Diese angebliche Bescheidenheit, die behauptet, nicht mehr auf ein transzendentes Subjekt zurückzugehen, ist die Hybris des 20. Jahrhunderts. Es ist die Hybris des Antiutopismus, der der destruktive Utopismus unserer Zeit ist. Daß der Mensch nicht die Krone der Schöpfung ist, das ist die Hybris des 20. Jahrhunderts. Die Hybris, die schreit: Wer ist wie Gott? Es ist die Hybris, die bei denen ist, die die Hybris verurteilen. Die Hybris der die Hybris verurteilenden Griechen, der die superbia verurteilenden Römer, des den Luzifer verurteilenden Mittelalters, der die Utopie verurteilenden Moderne. Es ist die Hybris der Nazis. Die Hybris Fukuyamas und seines Endes der Geschichte, und die von Daniel Bell und seines Endes der Ideologie. Die des heutigen Papstes. Die Hybris des Marktes und des Kapitals. Es ist die Hybris des Beobachters bei P. Es ist die Hybris der Macht, die den Unterworfenen Hybris vorwirft.

Ob man jetzt die Konstruktionen des transzendentalen Subjekts braucht oder nicht, kann doch nicht der Beobachter entscheiden. Er beobachtet doch nur, daß ihre Verwirklichung unmöglich ist und kann schließen, daß die Welt kontingent ist. Er kann sogar schließen, daß die Welt zerstört wird, wenn man diese Konstruktionen - Idealisierungen - zu verwirklichen versucht.

Daraus aber kann schließen, daß er selbst zerstört wird, und dann nichts mehr beobachten kann. Folglich kann er nicht nur Beobachter sein, es sei denn, er wäre der Gott, der dem Zerstörungsprozeß beiwohnen kann, ohne selbst zerstört zu werden. Der Beobachter kann nur Beobachter bleiben, indem er sich zum Gott erklärt, der den Gott des transzendentalen Subjekts nicht mehr neben sich duldet. Sein Wer ist wie Gott? heißt: Gott bin ich. Er idealisiert sich jetzt als Beobachter, der kein transzendentes Subjekt mehr braucht. Aber das transzendente Subjekt ist ja gerade entstanden als Antwort auf die Kontingenz der Welt, als der Beweis für diese Kontingenz. Denn die Kontingenz folgt ja daraus, daß wir die Welt als transzendentes Subjekt erkennen. Sie wird wieder geleugnet in dem Moment, in dem wir auf das transzendente Subjekt verzichten wollen. Was anerkannt werden muß,

ist, daß das transzendente Subjekt transzendental und nicht empirisch ist. Das aber schließt gerade seine Abschaffung aus. Es geht um seine Transformation.

Diese Transformation aber kann man nicht als Beobachter machen. Der Beobachter muß sich selbst als konkreter Mensch anerkennen, um das transzendente Subjekt auf seinen Ort zu verweisen.

Gerade den konkreten Menschen schließt P. aus und weigert sich, sich selbst als konkreten Menschen in den Erkenntnisprozeß einzubeziehen. Er ist wie Gott, und der konkrete Mensch ist es nicht.

Der konkrete Mensch will leben, und nicht einfach beobachten. Und die Frage nach den Idealisierungen des Transzendenten Subjekts ist eine Frage des konkreten Menschen, und nicht des Beobachters.

Ist es möglich, die konkrete Welt zu ordnen, ohne auf die Idealisierungen des Transzendenten Subjekts zurückzugreifen? Das ist nicht die Frage des Beobachters, und nur diese Frage kann die Wissenschaft humanisieren. Wie muß man die Idealisierungen behandeln, wenn man diese konkrete Welt ordnen will?

Dynamik und Zweiter Hauptsatz hängen direkt zusammen. Die Idealisierungen der klassischen Mechanik entstehen dadurch, daß man Bewegungsmodelle entwickelt, die von den Reibungsverlusten abstrahieren. So entsteht z.B. das mathematische Pendel. Reibungsverluste kann man berücksichtigen, indem man sie als Energieverluste - Verluste verfügbarer Energie - auffaßt. Aber man ist dann bereits bei der Problematik des Zweiten Hauptsatzes, der ja diese Verluste verfügbarer Energie beschreiben soll innerhalb des Gesetzes von der Erhaltung der Energie. Der Verlust an verfügbarer Energie geschieht also innerhalb des Gesetzes von der Erhaltung der Energie, innerhalb dessen verfügbare Energie in nichtverfügbare Energie umgewandelt wird.

Soll also ein Pendel sich immer weiter bewegen, geht dies nicht dadurch, daß man ein mathematisches Pendel baut - perpetuum mobile -, sondern durch Zuführung einer solchen Quantität von verfügbarer Energie, wie durch die Reibungsverluste in nichtverfügbare Energie umgewandelt wird. Es entsteht also ein Energiekreislauf und Austausch. Für das Pendel ist es natürlich gleichgültig, ob es sich weiterbewegt, weil es perpetuum mobile ist oder weil seine Reibungsverluste durch neue Energie ersetzt werden.

Das ist kein Zeitpfeil, denn die ursprüngliche Situation wird ja ständig wieder hergestellt. Wir haben einen reversiblen Zustand kreisläufiger Art. Er geht immer zu seinem Ausgangspunkt zurück. Eine Tendenz in der Zeit ergibt sich nicht. Reibungsverluste werden durch Zuführung neuer Energie ersetzt, oder, im Falle der Idealisierung, entstehen sie überhaupt nicht.

Gibt es immer neue verfügbare Energie, um die verlorene Energie zu ersetzen? Die empirische Erfahrung ist, daß es sie gibt. Was verloren geht, sind Formen der Energie, zB. Kohle, Petroleum.

Wie entsteht ein Zeitpfeil, den P. sucht? Durch Abstraktion. Er konstruiert ein isoliertes System, in dem keine neue verfügbare Energie zufließen kann. Ein solches wäre ein Pendel, dessen Reibungsverluste nicht ersetzt werden. Es verliert seine Bewegung, sodaß ein Zeitpfeil entsteht, der durch Entropie gemessen werden kann. Die Entropie erhöht sich, bis das Pendel sich im Gleichgewicht befindet: alle verfügbare Energie ist in nichtverfügbare Energie umgewandelt. Jetzt hat das Pendel einen Zeitpfeil bis zum Moment, in dem es sich nicht mehr bewegt.

Der Zeitpfeil ist also ein Produkt der Isolierung des Systems, das aber heißt, einer Idealisierung. Es handelt sich um die gleiche Idealisierung, die in der Mechanik vorgenommen wurde. Als isoliertes System betrachtet, kann das Pendel sich nur immer weiter bewegen, wenn es ein perpetuum mobile ist. Darauf antwortet jetzt der Zweite Hauptsatz: Da ein perpetuum mobile unmöglich ist, kann, als isoliertes System betrachtet, das Pendel nur seine Bewegung verlieren, indem es durch die Reibungsverluste alle seine Energie in nichtverfügbare Energie umwandeln muß. Eines ist so idealisiert wie das andere. Es steht sich durchaus nicht Idealisierung der Dynamik und Wirklichkeit des Zweiten Hauptsatzes gegenüber.

Hat man einmal diesen Zeitpfeil abgeleitet, kann man ihn aufs Universum anwenden, wenn man behauptet, daß das Universum sich verhalten muß wie ein isoliertes System. Jetzt tendiert das Universum zum Entropie-Gleichgewicht.

Dynamik und Zweiter Hauptsatz beruhen beide auf der Abstraktion isolierter Systeme. Die Dynamik entsteht, indem von der Reibung, d.h. vom Zweiten Hauptsatz, abstrahiert wird. Das isolierte System ist jetzt ein perpetuum mobile. Führt man die Reibung ein, so ist es ein System auf dem Weg zum Entropie-Gleichgewicht. Die Entfernung zum Entropie-Gleichgewicht kann dann gemessen werden, sodaß die ihm verbleibende Zukunft vorhersehbar wird. Eine nichtvorhersehbare Zukunft gibt es hier genauso wenig wie innerhalb der Dynamik.



Mit Geschichte hat dieser Zeitpfeil nichts zu tun. Geschichte ist die wirkliche Zeit des Menschen in zusammenhängenden Systemen.

Wir können dies wieder an der Kaffeekanne erläutern. Nehmen wir an, sie ist heruntergefallen und zersplittert, kann aber nicht geklebt werden. Ihre Zeit ist um und die Reste werden weggeworfen. Da wir aber eine Kaffeekanne brauchen, ersetzen wir sie durch eine neue, die wir dafür produzieren. In der Periodenabfolge ist also  $t_4$  die neue Kaffeekanne. Dieser sieht man es nicht an, daß sie eine alte, zersplitterte Kaffeekanne ersetzt hat. Aber die Geschichte des Familienkaffees schließt sowohl die alte Kanne wie auch die neue ein, und die alte Kanne ist Teil dieser Geschichte, obwohl sie in keinem Objekt weiterlebt. Als isoliertes System genommen, ist die Kaffeekanne  $t_1$  hingegen zuende, sobald sie weggeworfen ist. Sie lebt allenfalls auf dem Müllplatz in ihren Splittern weiter. Ist sie genügend zersplittert, kann man nicht einmal mehr sehen, daß es einmal eine Kaffeekanne war.

Ihre Geschichte aber ist nicht die eines isolierten Systems, sondern die von Kaffeetrinkern, konkreter Menschen. In dieser Geschichte bleibt sie als erinnerte, z.B.: Aus keiner Kanne hat der Kaffee besser geschmeckt, schade daß sie kaputt ist. Das ist ihre Geschichte, die keine Physik ergründen kann, wenn sie sich auf den Zweiten Hauptsatz stützt.

Sucht man den Zeitpfeil in isolierten Systemen, kommt man nie zur Geschichte.

Indem der Zweite Hauptsatz kosmologisch interpretiert wird, wird die Geschichte des Universums durch seine idealisierte Brille gesehen. Das Universum tendiert dann zur Entropie, obwohl dem alle empirische Erfahrung widerspricht.

P. löst tatsächlich diesen Zeitpfeil auf, wenn er den Zweiten Hauptsatz relativiert. (210) Aber er kann dann nicht auf eine historische Zeit kommen, sondern nur auf eine kreisläufige. Es ist aber keine ewige Wiederkehr. Nichts kehrt zurück, aber alles bleibt, indem es sich verändert. Es bleibt aber nicht als Wissen eines Laplaceschen Dämons, sondern als Erinnerung an historischen Menschen. Der aber ist nicht in erster Linie Beobachter, sondern ein lebender Mensch, der in diesem Kreislauf sein Leben erlebt. Dieser Kreislauf expandiert nicht, sondern verändert seine Form. Dieser Kreislauf, der in seinen Formveränderungen der gleiche bleibt, ist das, was Marx den Wert nennt. Die ewige Wiederkehr ist hingegen eine Sisyphus-Arbeit.

P. sucht die Geschichte innerhalb der Physik. Dort aber gibt es nur die zeitlose Zeit, die auch die Zeit des Zweiten Hauptsatzes ist. Nur der konkrete Mensch hat Geschichte, und durch seine Geschichte hindurch, hat die Natur

auch Geschichte. Es ist die Geschichte des lebenden Menschen, der die Krone der Schöpfung ist. Das transzendente Subjekt hat sich angemaßt, die Krone der Schöpfung zu sein und zerstört sie. Der Beobachter aber maßt sich an, dem Menschen abzustreiten, daß er die Krone der Schöpfung ist. Er will sich an die Stelle des Menschen setzen. Er steht auf, um die Schöpfung endgültig zu zerstören.