

Volker Hoensch



Entscheidungen unter Entropie

Sicherheitskultur in
High Risk-Unternehmen



PABST

Entscheidungen unter Entropie

Sicherheitskultur in
High Risk-Unternehmen

von

Volker Hoensch



PABST SCIENCE PUBLISHERS
Lengerich/Westfalen

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Geschützte Warennamen (Warenzeichen) werden nicht besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann also nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt.

Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.



© 2023 Pabst Science Publishers · D-49525 Lengerich/Westfalen

🌐 www.pabst-publishers.com

✉ pabst@pabst-publishers.com

Print: ISBN 978-3-95853-759-0

eBook: ISBN 978-3-95853-760-6

Layout: P. Orths

Lektorat: Annika Korte

Titelbild: 97046675_xl_@semisatch_123rf.com

Gestaltung: Frau Marion Gnadt

Druck: Printed in the EU by booksfactory

Die Naturgesetze führen durch die Passung des Allerkleinsten (Elementarteilchen) im Allergrößten (Universum) Regie in unserem Leben. Der Zweite Hauptsatz der Thermodynamik ist das einzige Naturgesetz, das eine Vorzugsrichtung der Zeit festlegt. Das Drehbuch für die zeitlichen Abläufe schreibt die ständige Zunahme von Entropie. Die Bühne für offene Systeme bilden die physikalischen Parameter von Zeit und Raum. Entropie ist der Drehbuchautor unseres Lebens. Dem Drehbuch folgen wir durch Entscheidungen, die zur Passung des ganz Kleinen (Individuum) im ganz Großem (Soziale Gemeinschaft) führen. Unsere Denkgesetze entscheiden darüber, wer, wann, wo, wie und warum auf der Bühne agiert. Sie führen zur Einsinnigkeit mit den Naturgesetzen und verbinden Vergangenheit und Zukunft. Den Mechanismus für die Verbindung stellt das Bewusstsein in der Gegenwart bereit.

Für meine Frau Elisabeth

The laws of nature direct our lives through the fit of the smallest (elementary particle) in the very largest (universe). The second principle of thermodynamics is the only law of nature that establishes a preference of time. The script for the temporal sequences writes the constant increase of entropy. The stage for open systems is the physical parameters of time and space. Entropy is the screenwriter of our lives. We follow the script through decisions that lead to the fit of the very small (individual) in the very big (social community). Our laws of thought decide who, when, where, how and why act on stage. They lead to one-sense with the laws of nature and connect the past and the future. The mechanism for connection is provided by consciousness in the present.

Was das Buch erklärt

Mit dem Buch: „Die Katastrophen von Tschernobyl, Fukushima und der Deepwater Horizon aus natur- und geisteswissenschaftlicher Sicht“ (Hoensch 2019) haben wir Ereignisse behandelt, die die Gesellschaft auch heute noch belasten. Ursächlich für diese Katastrophen waren Fehlentscheidungen der Verantwortlichen. Entscheidungen sind in geisteswissenschaftlicher Sicht von grundlegender Art für die Verbindungen zwischen Intentionen und dem tatsächlichen Handeln.

Für das naturwissenschaftliche Verständnis von Entscheidungen gehen unsere Überlegungen von der Wirkungskette: Gehirnfunktionen (Ursache) – Entropie (Kausalität) – Handeln (Wirkung) aus. Am Beginn der Naturwissenschaften standen Experimente und Newtons Suche nach der Erklärung der „wahren Ursache“. Charles Darwin hat mit seiner Evolutionstheorie die Physik als Leitwissenschaft für diese Erklärung abgelöst und die Biowissenschaften zu dieser gemacht. Seitdem ist der Gedanke für die Naturentwicklung nicht nur im kausalen Denken begründet. Die Biologie hat sich von dem mechanistischen Weltbild der Physik noch nicht vollständig befreit. Die Debatte um die Unterscheidung von Gehirn und Geist, um das was wir für unseren freien Willen halten und um den neuronalen Determinismus zeigt, wie retardierend sich dieses Weltbild auf unser Naturverständnis und die Frage nach der Regieführung bei menschlichem Handeln auswirkt.

Für Kausalität konzentrieren wir uns auf den Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik, genauer gesagt auf die ständige zeitliche Zunahme der Entropie. Der Zweite Hauptsatz der Thermodynamik ist das einzige fundamentale Naturprinzip, das eine Vorzugsrichtung der Zeit festlegt, die als Zeitpfeil diskutiert wird und auf einer probabilistischen Theorie beruht.

Ilya Prigogine hat zwischen dynamischen und thermodynamischen Systemen unterschieden. Dynamische Systeme werden von den Gesetzen der klassischen Physik beherrscht. Wir wollen uns ausschließlich mit thermodynamischen befassen, weil zu ihnen auch alle lebendigen, also offene, Systeme gehören. Zur Übertragung des Entropiekonzepts auf offene Systeme betrachten wir die Änderung der Entropie während eines kurzen Zeitintervalls. Dadurch wird die Aufteilung von Entropie in zwei Terme möglich: Den Entropiefluss $d_e S$, der reversibel ist und kein eindeutiges Vorzeichen besitzt, und die Entropieerzeugung oder Dissipation innerhalb eines Systems, $d_i S$, die durch Wärmeverluste, Reibung, Molekularbewegungen usw. gebildet wird und irreversibel ist, sowie ein positives Vorzeichen (Zunahme) besitzt.

Die Wirkungskette für offene Systeme geht auf die Beobachtungen von Charles Darwin zurück, die er mit dem Gesetz „The First Law of Psychology“ (S.75) publiziert hat. Danach wird die gesamte geistige Welt inklusive aller Kulturen als Evolutionsprodukt verstanden. Die Evolutionspsychologin und Neurowissenschaftlerin Peggy La Cerra (S. 86) entwickelte darauf aufbauend das energetische Evolutionsmodell des Geistes und formulierte in Ergänzung von Darwin: „The First Law of Psychology is the Second Law of Thermodynamics“. Die Entscheidung ist unumkehrbar und dafür benötigt unser Gehirn Energie. Wir sind keine kalorisch arbeitenden Systeme, die die zugeführte Energie zunächst in Wärme umwandelt, um sie zur Verrichtung von Arbeit heranzuziehen. Der Mensch wandelt die chemisch gebundene Energie unserer Nahrungsstoffe direkt in Arbeit unseres Gehirns um. Das Gehirn wird als ein System von Neuronen betrachtet, die durch Entropieflüsse versorgt und entsorgt werden (Abb. 3.7). Der Zweite Hauptsatz der Thermodyna-

mik wird als Hauptprinzip zur Steuerung der Gehirnaktivitäten und damit als Kausalitätsprinzip angesehen.

Die dadurch ausgelösten notwendigen kognitiven Prozesse ermöglichen die Passung des Allerkleinsten (Quantengeometrie) im Allergrößten (Universum) und gleichzeitig des ganz Kleinen (Individuum) im ganz Großen (soziale Gemeinschaft). Damit entwickelt sich eine Vorstellung von der Naturbeherrschung, eine imaginäre Herrschaft, die sich auf dem Wissen der regelnden Gesetze begründet. Diese imaginäre Herrschaft ist darüber hinaus auch ein Paradigma der Selbstverwirklichung, mit dem die eigene Vergänglichkeit verdrängt werden soll.

Handlungen und Entscheidungen des Menschen beziehen sich auf die Zukunft, und zwar nicht nur auf eine individuelle, sondern auch auf eine gemeinsame Zukunft.

Wir sehen, dass vollständige, durch die Gesamtheit der Naturgesetze festgelegte Determiniertheit, eine notwendige, aber keine hinreichende Bedingung ist, um totale Voraussagbarkeit zu erreichen. Es wäre unfair, die Natur für unsere Unzulänglichkeiten verantwortlich zu machen.

Unsere menschliche Gesellschaft äußert sich als Einheit durch die Kommunikation mit ihrer Umwelt. Wir haben grundlegenden Einfluss auf unser Umfeld durch unsere Entscheidungen. Auf der einen Seite von Entscheidungen stehen das Gesetz des Zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik. Auf der anderen Seite von Entscheidungen steht der Zufall. Jeder Mensch verlässt sich bei seiner Entscheidung für eine Handlung auf gewisse kausale Verbindungsglieder, deshalb liegen Katastrophen nicht außerhalb von kausalen Ketten, sondern sind Verbindungsglieder verschiedener kausaler Ketten (Entropie und Denkgesetze), die miteinander in Wechselwirkung durch konsequentielle Handlungsgründe treten.

Volker Hoensch

Penzberg
Ostern 2022

What the book explains

With the book: “The Disasters of Chernobyl, Fukushima and the Deepwater Horizon from a natural and humanities point of view” (Hoensch 2019), we have dealt with events that still weigh on society today. These disasters were caused by the wrong decisions made by those responsible. Decisions are fundamental to the connections between intentions and actual action from a humanities point of view.

For the scientific understanding of decisions, our considerations start from the chain of action: brain functions (cause) – entropy (causality) – action (effect). Experiments and Newton’s search for an explanation of the “true cause” began with the natural sciences. With his theory of evolution, Charles Darwin has replaced physics as the leading science for this explanation and made the life sciences this one. Since then, the idea for natural development has not only been based on causal thinking. Biology has not yet completely freed itself from the mechanistic world view of physics. The debate about the distinction between brain and mind, about what we consider to be our free will, and about neural determinism shows how retarding this world view affects our understanding of nature and the question of directing human action.

For causality, we focus on the Second Main Theorem of thermodynamics, or more precisely on the constant increase in time of entropy. The Second Main Theorem of thermodynamics is the only fundamental principle of nature that establishes a preferred direction of time, which is discussed as a time arrow and is based on a probabilistic theory.

Ilya Prigogine has distinguished between dynamic and thermodynamic systems. Dynamic systems are governed by the laws of classical physics. We want to deal exclusively with thermodynamic systems, because they also include all living, i.e., open, systems. To transfer the entropy concept to open systems, we consider the change in entropy during a short time interval. This makes the division of entropy into two terms possible: the entropy flows $d_e S$, which is reversible and has no clear sign, and the entropy generation or dissipation within a system, $d_i S$, which is formed by heat losses, friction, molecular movements, etc. and is irreversible, as well as a positive sign (increase).

The chain of action for open systems goes back to the observations of Charles Darwin, which he published with the law “The First Law of Psychology” (p.75). After that, the entire spiritual world, including all cultures, is understood as a product of evolution. The evolutionary psychologist and neuroscientist Peggy La Cerra (p. 86) developed the energetic evolutionary model of the mind and formulated in addition to Darwin: “The First Law of Psychology is the Second Law of Thermodynamics”. The decision is irreversible and our brain needs energy for it. We are not a caloric system that converts the supplied energy into heat to use it to perform work. Humans convert the chemically bound energy of our food directly into the work of our brains. The brain is considered to be a system of neurons that are supplied and disposed of by entropy flows (Fig. 3.7). The second principle of thermodynamics is regarded as the main principle for controlling brain activity and thus as a causality principle.

The necessary cognitive processes thus triggered enable the fit of the smallest (quantum geometry) in the very largest (universe) and at the same time the very small (individual) in the very large (social community). This develops an idea of the mastery of nature, an imaginary domination based on the knowledge of the regu-

lating laws. This imaginary rule is also a paradigm of self-realization, with which one's own transience is to be suppressed.

Human actions and decisions relate to the future, not only to an individual future, but also to a common future.

We see that complete determination, determined by the totality of the laws of nature, is a necessary condition, but not sufficient, to achieve total predictability. It would be unfair to blame nature for our shortcomings.

Our human society manifests itself as a unit through communication with its environment. We have a fundamental influence on our environment through our decisions. On the one hand of decisions are the law of the Second Main Theorem of thermodynamics. On the other side of decisions is chance. Every human being relies on certain causal links in his decision to act, therefore disasters do not lie outside of causal chains, but are links of various causal chains (entropy and laws of thought), which interact with each other through consistent reasons for action.

Volker Hoensch

Penzberg
Easter 2022

Inhaltsverzeichnis

1	Naturwissenschaftliches Netzwerk	15
1.1	Unsere Erkenntnisse.....	15
1.2	Die vier Einzelereignisse	16
1.3	Das Allerkleinste im Allergrößten.....	19
1.4	Entropie für die Passung des Allerkleinsten im Allergrößten	20
1.5	Entropisches Weltbild	23
1.6	Der mehrdimensionale Ereignishorizont.....	29
	Literatur zu Kapitel 1.....	36
2	Grundsätzliches zur Entropie.....	37
2.1	Entropiefluss und Entropieerzeugung	38
2.2	Entropie als Ordnungsprinzip.....	46
2.3	Negentropie, Freie Energie	49
2.4	Gleichgewichtszustände	51
2.4.1	Gleichgewicht.....	52
2.4.2	Der stationäre Zustand oder lineare Thermodynamik	53
2.4.3	Systeme unter gleichgewichtsfernen Bedingungen.....	56
2.4.4	Das Paradoxon „Carnot oder Darwin“	64
2.5	Symmetrie	70
	Literatur zu Kapitel 2.....	75
3	Erste Gesetz der Psychologie ist der Zweite Hauptsatz der Thermodynamik.....	77
3.1	Überblick zu thermodynamisch offenen, dissipativen Systemen	77
3.2	Die entropische Medallenseite	78
3.3	Die evolutionäre Medallenseite	85
3.4	Gehirnfunktionen und Kognition: Eine Verbindung der Theorie der Thermodynamik und der Informationstheorie	102
3.4.1	Thermodynamik und Gehirnfunktionen	102
3.4.2	Thermodynamisches Modell für Gehirnfunktionen.....	103
3.4.3	Versorgung und Entsorgung im Gehirn.....	104
3.4.4	Entropieerzeugung im Gehirn.....	106
3.4.5	Informationstheorie und Kognition	107
3.4.5.1	Das informationsbasierte Modell von Friston	108
3.4.6	Verbindungen zwischen Thermodynamik und Information.....	108
3.4.7	Verbindungen zwischen Energie und Information im Gehirn.....	109
3.5	Selbstorganisierte Kausalität.....	114
3.6	Verbindung von Geist- und Kognitions-Modell.....	117
3.7	Implikationen für Kognition.....	119
	Literatur zu Kapitel 3.....	127

4	Entropie und Handeln.....	129
4.1	Der meisterliche Bogenschütze.....	131
4.2	Strukturmodell der Informationsverarbeitung	140
4.3	Kognitive Schritte der Informationsverarbeitung	149
4.4	Die Passung für das ganz Kleine im ganz Großen	155
4.5	Entscheidungsfreiheit	159
4.6	Das nicht erklärbare Bewusstsein	163
4.7	Die Logik des Entscheidens	165
	Literatur zu Kapitel 4	172
5	Operationale Umsetzung unserer Überlegungen durch Sicherheitskultur in betrieblichen Organisationen.....	173
5.1	Unternehmenskultur, ein Netzwerk für Entscheidungen.....	173
5.2	Das Konzept der Sicherheitskultur.....	177
5.3	Relevanz von Entropie für Konzepte von Sicherheitskultur	185
5.4	Betriebliche Praxis der Sicherheitskultur.....	189
5.4.1	Sicherheitskultur als pädagogisches Vehikel	189
5.4.2	Dynamik von Sicherheitskultur	191
5.4.3	Zuverlässigkeit und Zusammenarbeit.....	192
5.5	Commonsense	193
5.6	Entscheidungsregeln	197
5.7	Entscheidungsprozesse in betrieblichen Organisationen	199
5.8	Wahrheit und Erkenntnis	204
5.9	Entscheidungen und Sicherheitskultur	207
	Literatur zu Kapitel 5.....	212
6	Wissenschaft und Weltanschauung.....	214
6.1	Die Frage nach dem „Warum“	214
6.2	Nochmals Entropie	216
6.3	Unser Verständnis der Sozialwissenschaften	221
6.4	Überlegungen zur Sozialen Entropie.....	224
6.5	Versuch eines Resümeees	235
	Literatur zu Kapitel 6.....	245
	Stichwortverzeichnis.....	246
	Abbildungsverzeichnis	250
	Der Autor.....	254

1 Naturwissenschaftliches Netzwerk

Der Hauptzweck dieser Abhandlung ist, ein Verständnis für zwei unterschiedliche Betrachtungsweisen und ihre Auswirkungen zu schaffen. Die eine Betrachtungsweise der Klassischen Physik zeichnet sich durch Stabilität und Beständigkeit aus; oder um es mit Eugene Wigner zu sagen:

„Physics doesn't describe nature. Physics describes regularities among events and only regularities among events. (Die Physik beschreibt nicht die Natur. Die Physik beschreibt die verbindenden Gesetzmäßigkeiten der Ereignisse und nichts anders!“ (Eigen & Winkler Ruthild 1996).

Die Physik versucht also hinter die „Spielregeln“ der Natur zu kommen. Das Spiel der Natur wird vom Menschen nachvollzogen. Deshalb sollte es gelingen, die Physik auch auf die Leistungen der Gehirnfunktionen zu übertragen!

Für die „Spielregeln“ der Klassischen Physik gehen wir davon aus, dass zwischen der Ursache, der Gehirnfunktion, und der Wirkung, dem Handeln, immer eine verbindende Gesetzmäßigkeit, die Kausalität, besteht. Unsere Überlegungen konzentrieren sich auf die Thermodynamik, um es genauer zu sagen, auf die Entropie, als verbindende Gesetzmäßigkeit. Beispielfhaft möchten wir Wetter-Voraussagen heranziehen. Das Wetter (Wirkung) entsteht aufgrund bestehender Temperatur- und Luftdruckverhältnisse (Ursache) nach den verbindenden Gesetzmäßigkeiten der Thermodynamik.

Wir haben durch die beschriebenen katastrophalen Einzelereignisse (Hoensch 2019) gesehen, dass die Merkmale der ersten Betrachtungsweise nur in eingeschränktem Maße in unserer täglichen Welt vorhanden sind. Mit der zweiten Betrachtungsweise, wenden wir uns den Problemen der Selbst-Organisation in physikalischen und biologischen Systemen zu. Bei den Prozessen der Selbst-Organisation handelt es sich besonders um Gedächtnis- und Bewusstseinsleistungen unseres Zentralnervensystems, die durch Gehirnfunktionen gesteuert werden. Deshalb konzentrieren wir uns auf das menschliche Gehirn. Überall sind Prozesse der Weiterentwicklung festzustellen, die zu einer zunehmenden Diversifikation und Komplexität führen, die wir verstehen wollen. Auch für diese Prozesse gehen wir von der Entropie als verbindende Gesetzmäßigkeit aus. Die Entropie als verbindende Gesetzmäßigkeit werden wir uns schrittweise erarbeiten, dazu beginnen mit unseren Erkenntnissen.

1.1 Unsere Erkenntnisse

Wir leben in einer Zeit, in der die die Gesellschaft belastenden Ereignisse zunehmen, man könnte diesen Eindruck zumindest gewinnen.

Diesem Eindruck sind wir entgegengetreten (Hoensch 2019). Wir haben mittels eines induktiven Ansatzes die dort vorgestellten vier Einzelereignisse analysiert und dafür plädiert, die strikte Aufhebung von Natur- und Sozialwissenschaft aufzuheben, um damit eine gedeihliche Gestaltung unserer Gesellschaft zu ermöglichen.

Solche Gestaltungsmöglichkeiten möchten wir durch die Beschreibung der Verbindungen, die die Entropie zwischen den Gehirnfunktionen und dem Handeln schafft, aufzeigen. Nach unseren Überlegungen bildet Entropie die Brücke zwischen den beiden dem Menschen zugeordneten Funktionen. Unser Verständnis von Entropie beschränkt sich nicht nur auf die Thermodynamik, sondern bezieht auch die daraus resultierende kognitive Komponente mit ein.

Der Begriff der Entropie wurde 1865 von Rudolf Clausius geprägt. Er geht auf das griechische Verb „enterpein“ = umkehren zurück. Entropie beschreibt die Umkehrbarkeit – oder besser die Nichtumkehrbarkeit. Clausius muss wohl bei seinem Vorschlag, das griechische Wort „tropae“, die Verwandlung, als Entropie zu benennen, daran gedacht haben, wichtige Größen aus den alten Sprachen zu entnehmen.

1.2 Die vier Einzelereignisse

Wir haben die Ursache-Wirkungsstruktur und die intentionale Struktur des Handelns herausgearbeitet (Hoensch 2019). Für letztere steht das Rubikon-Modell des Handelns nach H. Heckhausen.

Die Überschreitung des Rubikons wird durch eine Entscheidung herbeigeführt, nach der es kein Zurück mehr gibt. Ebenso verhält es sich bei der Ursache-Wirkungsstruktur. Die Kausalkette der Ursache-Wirkungsstruktur haben wir durch den thermodynamischen Zeitpfeil beschrieben. Hier besteht bei Überschreitung des Points of no return keinerlei Umkehrmöglichkeit, entsprechend dem Vollzug der Entscheidung folgt das Geschehen der Kausalkette.

Dies soll mit Rückgriff auf Hoensch (2019) erläutert werden.

Unsere grundsätzlichen Überlegungen haben wir mit der Metapher des Bogenschützens dargelegt. Der Bogenschütze entscheidet sich für das Lösen der Spannung des Bogens, er überschreitet mit dem Vollzug dieser Entscheidung den Point of no return in der Ursache-Wirkungsstruktur. Der Bogenschütze wendet beim Vollzug dieser Entscheidung das Kausalprinzip, Energieumwandlung, zur Erreichung seines Handlungsziels, dem Treffer „ins Schwarze“, an. Sein Handeln entspricht der intentionalen Struktur mit der Überschreitung des Rubikons. Mit dieser Metapher haben wir auf die vier Einzelereignisse übergeleitet (Hoensch 2019).

Eines davon ist die Ballade „Der Zauberlehrling“ von Johann Wolfgang von Goethe. Sie ist ein Meilenstein geistiger Kultur und spricht den intelligenten, effizienten und verantwortungsbewussten Umgang mit Wissen an.

Der Zauberlehrling scheitert auf Grund der Begrenztheit seiner kognitiven Fähigkeiten mit seiner Entscheidung, ein Bad herzurichten (Intentionale Struktur des Handelns). Allerdings hat er einen Deus ex Machina (unerwarteter Helfer aus einer Notlage), den Hexenmeister.

Auch die drei weiteren Einzelereignisse; Tschernobyl, 26. April 1986, Explosion des Reaktors 4; Fukushima Daiichi, 11. März 2011, Zerstörung mehrerer Kraftwerksblöcke ausgelöst durch einen Tsunami und die Explosion der Bohrplattform „Deepwater Horizon“ im Golf von Mexiko, 20. April 2010, zeigen auf, dass Wissen, besser gesagt Wissenslücken zu Entscheidungen und Katastrophen geführt haben.

Die nukleare Katastrophe von Tschernobyl wird mit der Entscheidung, das letzte verbliebene Sicherheitssystem abzuschalten, eingeleitet; der Point of no return beziehungsweise der Rubikon wird überschritten.

Zur Zerstörung mehrerer Kraftwerksblöcke in Fukushima Daiichi wurde bereits der Point of no return beziehungsweise der Rubikon mit der Errichtung und dem Betrieb einer Anlage in einer tsunamigefährdeten Region überschritten. Zumal die gesamte Kraftwerksanlage auch nicht ausreichend gegen anlageninterne Störfälle geschützt war. Alles basierend auf einer ausgeprägten Selbstzufriedenheit („complacency“).

Die Explosion der Bohrplattform Deepwater Horizon konnte sich ereignen, weil die Entscheidung getroffen wurde, die Bohrung ohne jegliche Sicherheitsvorkehrungen niederzubringen.

Bei allen vier Handlungen führten fehlerhafte Entscheidungen zu einer Katastrophe. Nur im Falle des Zauberlehrlings konnte der Hexenmeister (Deus ex Machina) sie abwenden. Für die gelungene Abwendung der Konsequenzen eines naturbedingten Schicksals (Vogelschwarm) wurde der Flug des Airbus A-320 (US-Airways-Flight 1549) vorgestellt.

Damit steht der dominierende Einfluss von Entscheidungen auf Unfallereignisse außer Frage, mit dem wir uns in dieser Abhandlung anhand der Wirkungskette: Gehirnfunktionen – Entropie – Handeln befassen werden.

Zur Erinnerung: Kapitel 1 (Hoensch 2019) hinterfragt die Handlungsmerkmale der vier Einzelereignisse. Daraus kristallisieren sich Fragen nach der Rolle des Hexenmeisters in der Ballade „Der Zauberlehrling“ und die Frage nach der Regieführung bei den katastrophalen Ereignissen von Tschernobyl, Fukushima Daiichi und der Deepwater Horizon heraus. Letztlich erhebt sich die Frage nach der Regieführung menschlichen Handelns?

Das was Johann Wolfgang von Goethe stets angemahnt hat, die Geschehnisse in der Natur gemäß ihrer wirklichen Natur zu behandeln, ordentlich und sauber als Ganzes, haben wir in den weiteren Kapiteln von Hoensch (2019) als zielführenden Ansatz verfolgt, der nur dann gelingen kann, wenn er in Kombination geistes- und naturwissenschaftlicher Methoden erfolgt.

In Kapitel 2 (Hoensch 2019) haben wir diese Kombination dadurch vorgenommen, indem wir Kausalität, die Verbindung von Ursache und Wirkung, und die bewusste Überschreitung des Points of no return, durch die Entscheidung, eingeführt haben. Diese Ursache-Wirkungsstruktur steht für den naturwissenschaftlichen Ansatz. Er wird auch als Zeitpfeil diskutiert.

Vom geisteswissenschaftlichen Ansatz wurde die intentionale Handlungsstruktur nach H. Heckhausen übernommen. Er hat den Punkt für die Entscheidung der handelnden Personen als die „Überschreitung des Rubikons“ in seine Handlungsstruktur integriert.

Die vier Einzelereignisse zeigen, dass Handlungsfreiheit, Antriebskraft und die absichtliche Auslösung des Geschehens durch den Vollzug der Entscheidung, den Point of no return beziehungsweise den Rubikon zu überschreiten, geprägt sind und mit den Naturgesetzen als verwoben angesehen werden müssen, um die intentionalen Handlungsziele zu erreichen.

Diese Art von Entscheidung bildet den Zusammenhang von Ursache und Wirkung, sie lässt Kausalität naturwissenschaftlich wirksam werden und bezieht dabei auch die Zeit ein (Vass 2018 a). In der Speziellen Relativitätstheorie hängt Zeit mit der gleichförmigen Bewegung und der Ausbreitung des Lichts, in der Allgemeinen Relativitätstheorie mit der gekrümmten Raum-Zeit zusammen. Die Entscheidung bezieht auch die Raum-Zeit-Struktur ein, wie sie durch den psychologischen und kosmologischen Zeitpfeil wahrgenommen wird. Der alltägliche Umgang des Menschen mit der Raum-Zeit-Struktur bildet sich in der erlebten Zeit, einer subjektiven Zeit, in unserem Bewusstsein ab. Mit der gemessenen Zeit halten wir uns im Tagesablauf an die Uhr. Das scheinbare Fließen der Zeit wird von vielen Physikern und Philosophen als subjektives Phänomen oder gar Illusion angesehen. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts hat Albert Einstein mit der Speziellen und der Allgemeinen Relativitätstheorie unsere gesamten Vorstellungen von Raum und Zeit in

seine Einzelteile aufgeteilt. Die Allgemeine Relativitätstheorie beschreibt die Gravitation, eine der vier „Elementarkräfte“. Die Quantenmechanik beschreibt die übrigen drei „Elementarkräfte“, den Elektromagnetismus sowie die starke und schwache Kernkraft. Die Gravitation ist die Königin der Kräfte. 100 Jahre nach Einsteins Arbeit zur Relativitätstheorie ist der Nachweis der Gravitationswellen gelungen. Damit bestätigt sich nicht nur Einsteins Relativitätstheorie, sondern dieser Nachweis revolutioniert auch die Erforschung des Universums.

Diese naturwissenschaftlichen Überlegungen sollen an geisteswissenschaftlichen Aspekten gespiegelt werden.

Bei den behandelten Entscheidungen handelt es sich, zusammenfassend, um Entscheidungen mit unvorstellbarer Tragweite. Wir stellen nochmals fest, dass alle Entscheidungen, auch im Fall der Reaktorkatastrophe von Fukushima Dai-chii, Entscheidungen waren, die die Gesellschaft zu verantworten hat. Es handelt sich, um es deutlich zu sagen, nicht um naturbedingte Ereignisse, die als Schicksal hinzunehmen sind. In den vorliegenden Fällen wurde durch die Entscheidungen die Cartesianische Spaltung zwischen Geist und Körper, die die vorherrschende Trennung von Soziologie und Natur begründet, aufgehoben. Die Soziologie hat ihren Gegenstand, zumindest partiell, in Abgrenzung zu den Naturwissenschaften bestimmt und die „Natur“ wissenschaftlich zu betrachten den Naturwissenschaftlern überlassen. Diese Abgrenzung war unabhängig davon, als was der Gegenstand der Soziologie betrachtet wurde, ob etwa mit Weber als soziales Handeln oder mit Durkheim als soziale Tatsachen (Scharping 1997). Artefakte sind nicht nur Bestandteil der sozialen Welt, sondern auch deren Gestaltungselement. Sie sind Zweck der konsequentialen Handlungsgründe. Deshalb ist es wichtig, ein gemeinsames Denkmodell bestehend aus Soziologie und Physik für Entscheidungen zu entwickeln.

Die Kombination von geistes- und naturwissenschaftlichen Methoden erfolgt geradezu vorbildlich im Konsequentialismus. Der Konsequentialismus übernimmt nicht den Kausalbegriff der Ursache-Wirkungsstruktur von den Naturwissenschaften und wendet ihn auf menschliches Handeln an. Sondern er verfährt umgekehrt, das heißt, dem menschlichen Handeln wird Kausalität zugeordnet.

Genau diesen Zusammenhang finden wir in der Kombination von thermodynamischem und psychologischem Zeitpfeil mit dem kosmologischen Zeitpfeil wieder. Die Verbindung von Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft erfolgt in unserem Bewusstsein und wird als Zeitpfeil verstanden. Der Zeitpfeil, von der Vergangenheit zur Zukunft gerichtet, korreliert mit der heutigen Ausdehnung des Universums.

Bei der Analyse der vier katastrophalen Einzelereignisse haben wir die dominierende Rolle von Entscheidungen betont.

Entscheidungen sind nur dann zielführend, wenn sie die Einsinnigkeit der drei Zeitpfeile bestätigen. Für diese Einsinnigkeit steht in den Naturwissenschaften die Passung des Allerkleinsten im Allergrößten und im Bereich der Geisteswissenschaften die Passgenauigkeit vom ganz Kleinen im ganz Großen. Dies ist nicht nur eine reine sprachliche Unterscheidung, sondern wir verbinden damit den Hinweis, dass beide Bereiche zur Herstellung der Einsinnigkeit sehr unterschiedliche Ansätze verfolgen.

Mit der Passung des Allerkleinsten im Allergrößten werden wir uns im anschließenden Abschnitt befassen. Den geisteswissenschaftlichen Ansatz, der Passgenauigkeit vom ganz Kleinen im ganz Großen, stellen wir vorerst zurück.

1.3 Das Allerkleinste im Allergrößten

Mit der Passung des Allerkleinsten im Allergrößten haben sich verschiedene Naturwissenschaftler intensiv auseinandergesetzt.

Falkenburg, Brigitte (2012) führt einige Beispiele dafür an. Sie fasst das Phänomen der Passung mit dem Begriff „Bindungsproblem“ zusammen. Wir greifen ihr besonders anschauliches Beispiel über die Arbeiten von Fraunhofer auf.

1814 entdeckte Fraunhofer, unabhängig von W.H. Wollaston, die nach ihm benannten Absorptionslinien im Sonnenspektrum. Absorptionslinien sind die Spektrallinien im Absorptionsspektrum, die Übergängen zwischen diskreten Energiezuständen des absorbierenden Mediums entsprechen.

Wir zitieren aus Falkenburg Brigitte (2012):

„Fraunhofer stellte fest, dass sich das Licht der Sonne, Sterne und Planeten ähnlich zusammensetzen wie das der chemischen Elemente auf der Erde, wenn man sie erhitzt. Jedes Element sendet Licht mit einem charakteristischen spektroskopischen „Fingerabdruck“ aus, der sich zeigt, wenn das Licht mittels eines Prismas analysiert wird; das Prisma spaltet das Licht in ein charakteristisches Spektrum von Linien (Spektrallinien; Hinzufügung des Verfassers) bestimmter Farbe auf. Wenn man das Licht der Sonne, der Planeten und der hellsten Sterne analysiert, findet man ihren spektroskopischen „Fingerabdruck“. Die Spektren lassen sich mit den Linienspektren der irdischen Elemente vergleichen, und daraus schlossen die Astronomen auf die chemische Zusammensetzung der Sterne zurück. Hierfür ist die Teile-Ganzes-Beziehung entscheidend.“

Dieses Zitat belegt, dass es eine große kosmische „Beziehung“ zwischen unserem Lebensraum und den Bestandteilen des Kosmos, der Sterne und deren Atomkernen, gibt. Fraunhofer erkannte nicht, wie unermesslich wichtig Spektrallinien sind. Erst um 1860 vor allem durch die Arbeiten von Robert Wilhelm Bunsen (1811-1899) und Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887) wurde die Bedeutung der Spektrallinien als Diagnosemerkmal der atomaren und molekularen Zusammensetzung erkannt.

Wir kennzeichnen damit nicht allein das Allerkleinste, das für unser Leben auf der Erde verantwortlich ist, sondern auch die Passung (das „Beziehungsproblem“) des Allerkleinsten im Allergrößten.

Fassen wir es allgemeiner: Teilchen verhalten sich wie Wellen, Lichtwellen verhalten sich wie Teilchen. Es gibt eine beständige Bewegung. Je nachdem welche Art der Wechselwirkung auftritt, beobachtet man Welleneigenschaften und Teilcheneigenschaften. Das gilt für den Kosmos, das Allergrößte, ebenso wie für die Quantenmechanik, der Theorie für das Allerkleinste. Boltzmann fasste die beiden Theorien in der Thermodynamik zusammen. Er führte die Wahrscheinlichkeit als Erklärungsprinzip ein, mit der gezeigt werden konnte, dass ein System, das aus einer großen Population besteht, auf das Wahrscheinlichkeitsgesetz angewendet werden, ein geändertes Verhalten zeigen können. Denken wir dabei an die in Hoensch (2019) vorgestellte Metapher von den Bogenschützen. Der Treffer „ins Schwarze“ ist nur möglich, wenn die kausalen Bedingungen und die probabilistischen Parameter (Zufall) ihn „erlauben“. Von Zufall spricht man, wenn ein Ereignis ohne erkennbaren Grund und ohne Absicht geschieht, also keine kausale Erklärung gefunden werden kann. Beim probabilistischen Zufall ist zwar das einzelne Ereignis nicht berechenbar oder vorhersagbar, aber seine Wahrscheinlichkeit kann berechnet oder angegeben werden. Mit dem Einsatz von Drohnen versucht man bekanntlich die probabilistischen Parameter des Zufalls „in den Griff“ zu bekommen.

Die Entropie kennzeichnet jeden makroskopischen Zustand, der durch die vielen Wege mikroskopischer Veränderungen zu erreichen ist. Deshalb vertreten wir die Auffassung, dass das „Beziehungsproblem“ zwischen dem Allerkleinsten und dem Allergrößten mit dem Phänomen der Entropie analysiert werden kann.

Ein weiterer Aspekt weshalb wir uns auf die Thermodynamik konzentrieren ist, dass unser Leben ohne Energieumsatz, den Stoffwechsel (Metabolismus: Umsatz energiereicher Stoffe. Die Energie muss in einer Form zur Verfügung stehen, die zur Arbeitsleistung befähigt.) und seine Organisation nicht möglich wäre. Dies sind Prozesse, die fern vom thermodynamischen Gleichgewicht, mit dem wir uns noch intensiv auseinandersetzen werden, stattfinden. Es sind irreversible, unvollständig deterministische Prozesse.

Zum Energieumsatz eine kurze Abschweifung:

Das Gehirn hat von allen Organen im menschlichen Körper den höchsten Energiebedarf. Obwohl seine Masse nur etwa zwei Prozent des Körpergewichts ausmacht (ca. 1400 Gramm), beansprucht es gut die Hälfte der täglich mit der Nahrung aufgenommenen Kohlehydrate. Kommt Stress hinzu, entzieht es dem Blut sogar rund 90 % des gelösten Zuckers (der Glukose). Trotz seines hohen Energiehunger besitzt das Gehirn keine größeren Energiespeicher. Pauschal kann gesagt werden, dass das Gehirn 50 % der gesamten aufgenommenen „Energie“ verbraucht (Ergotrip im Hirn, BMBF 2010).

Wir bleiben bei der Energie und ihrem Teilgebiet der Thermodynamik mit der Entropie.

1.4 Entropie für die Passung des Allerkleinsten im Allergrößten

Den naturwissenschaftlichen Ansatz möchten wir herunterbrechen auf den Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik und damit auf das Phänomen der Entropie. Warum gerade Entropie?

Wir haben in Hoensch (2019) Entropie als Kausalitätsprinzip herausgearbeitet. Durch die konsequentialen Handlungsgründe wird Handlungen Kausalität zugeordnet. Die vorausgehenden Intuitionen, Entscheidungen, sind der wichtigste Teil der konsequentialen Handlungsgründe. Wir haben die verschiedenen Parameter zur Entscheidungsfindung untersucht. Ein solcher ist Zeitdruck, der auf den entropischen Zerfall und kosmische Ausdehnung zurückgeführt werden kann.

Entropie ist auch zum Gegenstand der sozialwissenschaftlichen Forschung geworden. Hierzu wird besonders auf den 28. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Soziologie im Oktober 1996 in Dresden hingewiesen (Scharping 1997).

Für den naturwissenschaftlichen Ansatz für das Allerkleinste im Allergrößten stellen wir ein Zitat (Vass 2018 a) voran. Vass, R. schreibt im Abschnitt mit der Überschrift: „Hawkings glorioses Dutzend“:

„Wenn sich das Universum im Urknall rasant ausgedehnt hat, wie die aktuellen Messungen und Modelle nahelegen, dann muss es davon noch immer Spuren geben – etwa in der Kosmischen Hintergrundstrahlung. Dieses erste Licht füllt noch heute den gesamten Weltraum aus (etwa 400 Photonen pro Kubikzentimeter). Es ist jedoch inzwischen auf minus 270 Grad Celsius abgekühlt und nur im Bereich der Mikrowellen (kurzwellige Radiostrahlung) zu messen.“

Die Hintergrundstrahlung enthält winzige Temperaturschwankungen in der Größenordnung von einem Hunderttausendstel Grad. Sie beruhen auf Dichteunterschiede im Urgas. Aus diesen kleinen Schwankungen hat die Gravitation im

Lauf der Jahrmilliarden die Galaxien und Galaxienhaufen geformt. Die Keimzellen der Dichteunterschiede waren winzige Quantenfluktuationen. Das sind die kleinsten, physikalisch allerdings unvermeidbaren Energiedifferenzen. Sie wurden durch die Kosmische Inflation des Urknalls gigantisch aufgeblasen. Das Allergrößte, die kosmischen Strukturen, stammt also aus dem Allerkleinsten.“

Irgendwann konnten sich dann daraus materielle Fluktuationen bilden. Der Existenz der quantenmechanischen Fluktuationen, die sich in materielle Dichte-Fluktuationen übertragen und die dazu geführt haben, dass eine ganz neue Existenzform im Universum aufgetaucht ist, die es vorher nicht gab, verdanken wir unsere Existenz, unser Leben. Wir bestehen aus Materie, die mit Strahlung wechselwirkt.

Oder anders gewendet: Die Allgemeine Relativitätstheorie erklärt nicht nur, wie Massen lokal den Raum verbiegen, sondern sie hat auch ganze Universen zum Gegenstand. Damit ist sie eine Theorie, die übrigens für die Philosophie von großer Bedeutung ist, weil sie als einzige Theorie gewissermaßen das große Ganze, das Allergrößte, behandelt (Lesch 2016). Zu diesem großen Ganzen gehören auch die so genannten Schwarzen Löcher. Schwarze Löcher, englisch Black Holes, sind Objekte extremer Massenkonzentration mit einem so starken Gravitationsfeld, dass aus Bereichen innerhalb eines kritischen Grenzzadius, dem Ereignishorizont oder auch Schwarzschild-Radius genannt, weder materielle Teilchen noch Strahlung in die Umgebung gelangen können.

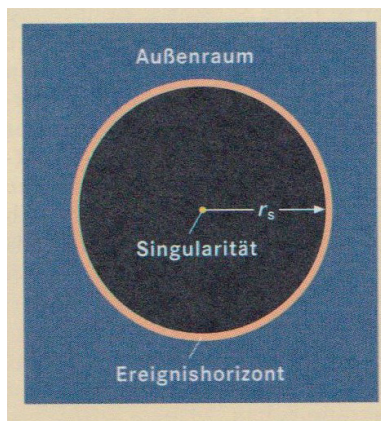


Abb.1.1: Schwarzes Loch: Der Ereignishorizont (r_s = Schwarzschild-Radius) eines nicht rotierenden Schwarzen Lochs hat die Form einer Kugelschale, in deren Zentrum die Singularität liegt. Ohne das Vorhandensein von Quanteneffekten kann der Horizont nur von außen nach innen überschritten werden (Der Brockhaus 2003)

Wir zitieren aus (Der Brockhaus 2003):

„Der Schwarzschild-Radius markiert eine „Oberfläche“ des Schwarzen Lochs, den Ereignishorizont; es ist eine Grenzfläche, innerhalb der jede Information gefangen bleibt: Alle Geschehnisse hinter ihr sind für einen äußeren Beobachter unfahrbar.“

Die gesamte Masse eines Schwarzen Lochs konzentriert sich in einem einzigen Punkt mit unendlich hoher Dichte und unendlich starkem Gravitationsfeld, eine sogenannte Singularität. Dennoch lässt sich diesem Objekt eine Größe zuordnen, dafür verwenden die Astronomen den Begriff des Ereignishorizonts. Jenseits dieser Grenze kann weder Licht noch Materie des Schwarzen Lochs entkommen. Schwarze Löcher unterscheiden sich untereinander besonders durch ihre Masse und in ihrer Entstehungsgeschichte.

Strahlung unterliegt wie gewöhnliche Materie auf Grund der Masse-Energie-Äquivalenz der Gravitation, sie erfährt am Ereignishorizont eine unendlich hohe gravitative Rotverschiebung. Es gibt die Rot- und (Blau)verschiebung durch relative Bewegung. Das Licht, das von einem Stern ausgesendet wird, der sich in einem Gravitationsfeld eines Schwarzen Lochs befindet, verliert Energie, wenn es dieses verlässt. Dabei wird es nicht etwa langsamer, denn die Lichtgeschwindigkeit ist konstant. Stattdessen ändert das Licht seine Wellenlänge, es erscheint röter. Es handelt sich um den Effekt einer Wellenlängenverkürzung für einfallendes Licht, das sich auf ein Gravitationszentrum zubewegt. Es ist der Raum selbst, der sich ausdehnt, die Galaxien werden bewegt.

Der Ereignishorizont markiert damit eine „Oberfläche“ des Schwarzen Lochs, er ist eine Grenzfläche, innerhalb der sämtliche im Schwarzen Loch verschwundenen Eigenschaften – Physiker sprechen von Informationen – auf ewig weggesperrt und vernichtet bleiben. Mit Ausnahme der Masse des Schwarzen Lochs, seines Drehimpuls und seiner elektrischen Ladung.

Wir zitieren aus R. Vass: „Die Theorie der Schwarzen Löcher“ (2018 b):

„Schwarze Löcher sind also nicht nur die gewichtigsten, sondern auch die einfachsten Objekte der Welt, da sie sich mit nur zwei oder drei physikalischen Größen vollständig (!) beschreiben lassen.“

Oder anders gewendet: Durch ihre starke Gravitation krümmen Schwarze Löcher den Raum um sich herum. Daher verlaufen Lichtstrahlen in ihrer Umgebung nicht mehr geradlinig, sondern werden gebogen. Die Allgemeine Relativitätstheorie hatte solche Raumkrümmungen vorhergesagt und Astronomen konnten diese inzwischen vielfach durch Himmelbeobachtungen bestätigen. Je größer die Anziehungskraft eines Objekts, desto größer auch der Ablenkungseffekt – bis die Lichtstrahlen bei einem Schwarzen Loch auf eine Kreisbahn gezwungen werden und diese nicht mehr verlassen können.

Aus R. Vass „Die Theorie der Schwarzen Löcher“ (2018 b) übernehmen wir den folgenden Vergleich von Hawking für Schwarze Löcher; es ist wie bei einem Kanu, das von den Niagara-Fällen angezogen wird. Der Paddler mag sich immer stärker gegen die Strömung stemmen und mit aller Kraft dagegen anrudern – sobald er nahegenug an der Wasserkante ist, hat er keine Chance mehr.

Es drängt sich nahezu ein Vergleich zu Entscheidungen auf, die zur Überschreitung des Points of no return beziehungsweise des Rubikons führen. Nach dem Vollzug der Entscheidung (vorausgehende Intuition) zur Überschreitung des Rubikons bzw. des Point of no return ist die Abfolge der Ereignisse festgelegt.

Mit der vorausgegangenen notwendigen Erklärung Schwarzer Löcher können wir gemeinsam die nächsten Schritte gehen.

Hawking erkannte, dass dieser sogenannte Ereignishorizont in seiner Fläche nur gleichbleiben oder wachsen kann, da sich die Lichtstrahlen, die ihn definieren, nicht weiter einander annähern können. Dazu schreibt Hawking (1993):

„Die Tatsache, dass die Fläche des Schwarzen Loches nicht abnimmt, erinnerte mich stark an das Verhalten einer physikalischen Größe namens Entropie, die den Grad der Unordnung eines Systems angibt. ... Eine genaue Formulierung dieses Gedankens ist der Zweite Hauptsatz der Thermodynamik. Dort heißt es, dass die Entropie eines isolierten Systems stets zunimmt und bei der Vereinigung zweier Systeme die Entropie des Gesamtsystems größer ist als die Summe der Entropien der einzelnen Systeme.“

Wir bleiben bei Hawking. 1974 veröffentlichte Hawking unter dem Titel „Black hole explosions?“ in der Zeitschrift „Nature“ seine Erkenntnisse zur „Hawking-Strahlung“. Die Existenz der Hawking-Strahlung ändert unsere Vorstellung von Schwarzen Löchern dramatisch: Ein Schwarzes Loch besitzt tatsächlich eine Temperatur und eine Entropie.

„Der revolutionäre Aspekt der Idee Hawkings ist dabei, dass er als einer der Ersten die beiden großen und bisher unverbundenen physikalischen Theorien des Mikro- und des Makrokosmos zusammengebracht hat: die Relativitätstheorie und die Quantentheorie.“ schreibt Sibylle Anderl (F.A.Z. 2018).

Bevor wir unsere Gedanken weiterentwickeln, wollen wir uns an unsere Beschreibung von Entropie in (Hoensch 2019) erinnern.

Unser unmittelbares Erlebnis unterscheidet zwischen Vergangenheit und Zukunft. Aus unserer alltäglichen Erfahrung wissen wir, dass manche Abläufe nur so und nie andersherum verlaufen. Der Zweite Hauptsatz der Thermodynamik ist das Geheimnis, hinter dem der thermodynamische Zeitpfeil steht. Die Zukunft liegt in der Zeitrichtung, in der die Entropie zunimmt. Ein Zeitpfeilkonzept hat immer eine besondere Verbindung von Vergangenheit und Zukunft als Gegenstand, nicht mehr. Nach dem kausalen Zeitpfeil ist jede Wirkung durch eine zeitlich vorausgegangene Ursache kausal bedingt. Der kausale Zeitpfeil ist ein Postulat, das das alltägliche Erleben widerspiegelt.

Intensives Erleben geschieht allein in der Gegenwart; weder Vergangenheit noch Zukunft spielt eine Rolle, Zeit existiert nicht. Wir greifen mit unseren konsequentialen Handlungsgründen ein, um die Zukunft in ihrem entropischen Verlauf beeinflussen zu können.

Bevor wir den geisteswissenschaftlichen Ansatz aufgreifen, wollen wir uns mit dem Zusammenhang von Gravitation und Entropie, den beiden Grundpfeilern unseres entropischen Weltbildes befassen. Gravitation ist wie gesagt die Königin unter den Elementarkräften, sie steht für das Allergrößte. Entropie steht für das Allerkleinste. Die Passung des Allerkleinsten im Allergrößten beschreibt die entropische Gravitation.

1.5 Entropisches Weltbild

Bestimmt ist es überraschend, dass die Gravitation eine wichtige Rolle im Zusammenhang mit der Zeit spielt. Dieser Zusammenhang zeigt sich durch die Beschreibung der Gravitation mit der Relativitätstheorie durch die Krümmung der vierdimensionalen Raumzeit. Wie (Hoensch 2019, dort Abb. 3.1) darstellt, verbindet die Spezielle Relativitätstheorie Raum und Zeit zur vierdimensionalen Raumzeit. Mit der Allgemeinen Relativitätstheorie wird die Raumzeit zu einer dynamischen Größe. Dieser Übergang wird deutlich durch das Auftreten von Gravitationswellen, die vielfach nachgewiesen worden sind. Die Konsequenzen aus beiden Relativitätstheorien müssen aus Konsistenzgründen auch für physiologische Prozesse einschließlich der subjektiv erlebten Zeit gelten.

In der Physik gibt es mit der Wärme (hier Entropie) und der Gravitation zwei koexistierende Universalien: Eine träge Masse erfährt die Wirkung der Gravitation, ohne davon in anderer Weise berührt zu werden als durch Bewegung, die sie erlangt oder weitergibt, während die Wärme die Materie transformiert und Zustandsänderungen, Modifikationen von inneren Eigenschaften hervorruft (Prigogine & Stengers, Isabelle 1990).

Entropische Gravitation ist eine physikalische Theorie, die die Gravitation als entropische Kraft beschreibt. Das bedeutet, dass sie nicht als fundamentale Wechselwirkung verstanden wird, die über Austauschteilchen wirkt. Vielmehr versucht ein masse-enhaltender Raumbereich nach dem Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik einen Zustand höherer Entropie zu erreichen, was zu einer entropischen Kraft führt. Diese Theorie hat ihre Wurzeln in der Stringtheorie, der Thermodynamik Schwarzer Löcher und der Theorie der Quanteninformation.

Eine kurze Abschweifung ins Alltägliche: Das bekannteste Symbol für ein entropisches Kraftfeld ist das Bermuda-Dreieck.

Auf die mathematische Behandlung von entropischen Kraftfeldern gehen wir noch mit T. Padmanabhan (2010) ein.

Bleiben wir bei naturwissenschaftlichen Erklärungen der entropischen Kraft. So gibt es Hinweise auf eine mögliche tiefe Verbindung zwischen Intelligenz und entropischen Kräften. Wir möchten dazu auf eine Veröffentlichung von Wissner-Gross & Freer (2013) hinweisen. Die Verfasser stellen ein potentiell allgemeines thermodynamisches Modell vor, das anpassungsfähiges Verhalten als einen Nicht-Gleichgewichtsprozess in offenen Systemen beschreibt. Es wird explizite ein erster Schritt hin zu einer Formulierung von kausalen Grundsätzen für entropische Kräfte vorgestellt, die ein bemerkenswertes intellektuelles Verhalten erzeugen, das sich auf die „kognitiven Nische“ der Menschen einschließlich seiner manuellen Fertigkeiten und sozialer Zusammenarbeit auswirkt. Diesen Überlegungen werden wir intensiv nachgehen. Die oft zitierte Theorie der „kognitiven Nische“ schlägt vor, die einmalige Kombination von „kognitiven“ anpassungsfähigen Verhaltensmerkmalen zu betrachten. Diese Verhaltensmerkmale sind beim Menschen im Vergleich zu anderen Lebewesen überentwickelt. Überspezialisierung, sagen die Biologen, ist einer der Hauptfaktoren für das Aussterben einer Spezies (Rifkin 1982). Mit der konkurrierenden Anpassung gelingt die Anpassung an die schnellere zeitliche Entwicklung gegenüber der natürlichen Evolution. Ein Beispiel für konkurrierende Anpassung ist der Versuch, mit dem sehr raschen Fortschritt in der Kommunikationstechnologie durch Zunahme sozialer Kompetenz Schritt zu halten. Der bisher als gescheitert betrachtet werden kann.

Was ist eine kognitive Nische? Sie ist jener Ausschnitt der realen Welt, den Lebewesen ohne künstliche Hilfe erkennen, also rekonstruieren und identifizieren können. Die kognitive Nische des Menschen wird als Mesokosmos bezeichnet und entspricht einer Welt der mittleren Dimensionen. Die Welt des Hundes ist eine „Riechwelt“, die der Fledermaus ist eine „Hörwelt“ und die der Menschen ist eine „Sehwelt“. Sie schließt Licht ein, die Wahrnehmung von z. B. Röntgenstrahlen oder Radiowellen dagegen aus (elektromagnetisches Spektrum). Elektrische und magnetische Felder gehören zu der kognitiven Nische einiger Tiere und steuern beispielsweise das Vogelflugverhalten. Sie gehören jedoch nicht zum Mesokosmos des Menschen. Mittels moderner Technik und theoretischer Modelle gelingt es dem Menschen zwar, Dinge außerhalb seines Erkennungsvermögens zu beschreiben, jedoch niemals direkt wahrzunehmen.

Was hat das mit dem durch die Entropie definierten thermodynamischen Zeitpfeil und damit der definierten Richtung der Zeit zu tun?

Sowohl die Irreversibilität der Thermodynamik als auch der Gravitationskollaps, der zu einem Schwarzen Loch führt, sind irreversible Vorgänge. Schwarze Löcher besitzen echte thermodynamische Eigenschaften, große Entropie und sehr kleine Temperatur. Das ergibt sich aus den Forschungen von Jacob Bekenstein und Stephen Hawking über die Schwarzen Löcher, die auf die Mitte der 1970er Jahre zurückgehen. In dieser Zeit wurde deutlich, dass eine Verbindung zwischen der Dynamik Schwarzer Löcher und dem damit involvierten Ereignishorizont mit den Gesetzen der Thermodynamik besteht. Hawking wies nach, dass ein klassischer Prozess, die Entropie, der die Schwarzen Löcher betrifft, dazu führt, dass die Summe der Flächen von einem Schwarzen Loch und deren Ereignishorizont nicht abnehmen kann und damit ein ähnliches Verhalten wie in der klassischen Thermodynamik besteht. J. Bekenstein schlug vor, die Flächen des Ereignishorizonts als ein Maß für die Entropie des Schwarzen Loches anzusehen (Hawking 1993).

Trotz dieser Ähnlichkeit hielt man vorerst an einer Kuriosität fest. Aber die Korrespondenz zwischen Schwarzen Löchern und Entropie, der „gewöhnlichen Entropie“, wurde weiterverfolgt. Hawking's Entdeckungen führten zu einem gemeinsamen Verständnis der Thermodynamik Schwarzer Löcher und der Entropie.

Die Tatsache, dass man begleitende thermodynamische Eigenschaften mit dem Ereignishorizont Schwarzer Löcher zusammenbringen kann, sowie mit Prinzipien der Quantentheorie, der Gravitation und der Thermodynamik, öffnet möglicherweise ein Fenster zur Quantengeometrie, dem Allerkleinsten.

Die Verbindung zwischen der Dynamik Schwarzer Löcher und dem damit involvierten Ereignishorizont und den Gesetzen der Thermodynamik wurde deutlich durch die Forschungen von Stephen Hawking unterstrichen, die an das Verhalten von Entropie in der klassischen Thermodynamik erinnern. Bald nach Hawking's Entdeckung einer Temperatur, die mit dem Ereignishorizont Schwarzer Löcher verbunden ist, wurde festgestellt, dass dieses Ergebnis nicht allein auf die Schwarzen Löcher beschränkt ist. Ein umfassendes Verständnis der Thermodynamik vom Ereignishorizont schließt sowohl Entropie als auch Temperatur ein. Durch den so verstandenen Begriff von Entropie und Temperatur werden Erklärungen von Theorien in weiten Bereichen möglich, wie wir sie bspw. in der Entscheidungstheorie wiederfinden. Diese Theorie ist ein Zweig der theoretischen Statistik, insbesondere der Lehre von den Entscheidungsinhalten, -prozessen und von Entscheidungsverhalten bei Individual- oder Kollektiventscheidungen und findet seine Anwendung im Entscheidungsbaumverfahren, einem computergestützten Verfahren zur Bestimmung optimaler Lösungen von Problemen. Es gibt eine Vielzahl von Entscheidungsheuristiken, die letztlich auf Verfahren von Bernoulli, Jakob (1655-1705) zurückgehen.

Ob die so definierten Begriffe von Entropie und Temperatur auch in den Bereich der Sozialwissenschaften hinausstrahlen? Dieser Frage werden wir in Abschnitt 5.3 intensiv nachgehen.

Zuvor wollen wir uns mit den beiden Begriffen von Entropie und Temperatur vertiefend befassen.