

Das Zufällige hat also darum keinen Grund, weil es zufällig ist; und ebensowohl hat es einen Grund, darum weil es zufällig ist.

(Georg Friedrich Wilhelm Hegel, Wissenschaft der Logik)

*Das Gewebe dieser Welt ist aus Notwendigkeit und Zufall gebildet,
die Vernunft des Menschen stellt sich zwischen beide,
und weiß sie zu beherrschen, sie behandelt das Notwendige als den Grund ihres Daseins,
das Zufällige weiß sie zu lenken, zu leiten und zu nutzen, ...*

(Johann Wolfgang von Goethe, Wilhelm Meisters Lehrjahre I)

Zufall, Gesetz, Kausalität und Determinismus in Natur- und Gesellschaftswissenschaften

- Ein Beitrag zur Konsistenz von Begriffen und Kategorien -

Peter M. Kaiser

Inhaltsverzeichnis

1. Über die Schwierigkeit, den objektiven Zufall anzuerkennen und Kausalität zu definieren.	3
2. Historische Auffassungen von Kausalität, Zufall und Determinismus	6
3. Die Rolle des objektiven Zufalls und seine Einbindung in Gesetze der Natur, der Gesellschaft und des Denkens	12
3.1 Beispiele aus den Naturwissenschaften.....	13
3.1.1 Physik und Chemie.....	13
3.1.2 Beispiele scheinbarer Akausalität: Verwechslung von Zufall und Indeterminismus, Kausalität mit Determinismus sowie Theorie und Realität.....	21
Philosophische Schlußfolgerungen aus den Abschnitten 3.1.1 und 3.1.2.....	51
Exkurs über die Zeit	59
3.1.3 Biologie	70
Makroevolution	85
Präadaptation	86
Evolution der Bakterien und Viren; kooperatives ‚Verhalten‘	89
Philosophische Schlußfolgerungen aus Abschnitt 3.1.3	107
3.2 Beispiele aus den Gesellschaftswissenschaften	115
3.2.1 Systemtheorie	123
Systemtheorie bei Parsons.....	126
Erweiterung und Neuformulierung durch Luhmann	127
Allgemeine Systemtheorie nach Bertalanffy.....	129
Exkurs über den Wiener Kreis und den Neopositivismus	130
Kritik des Neopositivismus	150
3.2.2 Rechtswissenschaften	160
Exkurs über die neuere Neurophysiologie und Hirnforschung	164
Philosophische Schlußfolgerungen aus Abschnitt 3.2	198
3.3 Beispiele aus dem täglichen Leben	205
4. Die Auflösung der begrifflichen Probleme durch eine dialektische Herangehensweise und Ansätze zur Entwicklung einer konsistenten Theorie	211
LITERATUR.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.

1. Über die Schwierigkeit, den objektiven Zufall anzuerkennen und Kausalität zu definieren

Das menschliche Gehirn bereitet uns bekanntlich größte Schwierigkeiten, den „objektiven“ Zufall zu erklären oder auch nur zu akzeptieren, wie Wolfgang Singer in einem Interview meinte:

„Unsere Gehirne sind aufgrund evolutionärer Selektion darauf spezialisiert, in der Welt, die uns umgibt, Modelle zu erstellen, die es uns erlauben, Voraussagen zu formulieren über das, was geschehen wird, um erhalten, anpassen zu können. Das ist eine der wichtigsten Aufgaben von Gehirnen. Tiere, die ein entwickeltes Nervensystem haben, existieren im Millimeter- bis Meterbereich. In dieser Dimension der dinglichen Welt gelten die Gesetze der klassischen Physik. Die Quantendynamik kommt dort nicht vor; die kosmologischen Prozesse sind auch völlig irrelevant. Also gilt das Kausalprinzip und die nicht Relativierbarkeit der Koordinaten von Raum und Zeit. Es gibt natürlich nicht-lineare Prozesse, aber weil man für nicht-lineare Systeme ohnehin keine langfristigen Voraussagen treffen kann, haben sich unsere kognitiven Systeme darauf spezialisiert, lineare Prozesse zu erfassen. Das heißt: Wir haben ein sehr begrenztes Vorverständnis für die Gesetzmäßigkeiten hoch nicht-linearer Systeme und deren Entwicklung.“¹

Das meiste an dieser Aussage ist richtig, aber was haben das „Kausalprinzip und die nicht Relativierbarkeit der Koordinaten von Raum und Zeit“ miteinander zu tun? Und wieso soll das Kausalprinzip bei bestimmten Prozessen in sehr kleinen Räumen nicht gelten, wenn es doch ein Prinzip ist?

Wir werden zeigen, daß sowohl das Kausalprinzip als auch der objektive Zufall und damit unvorhersehbare Bewegungen oder Verläufe durchaus und gerade in der Quantenwelt *und* in der klassischen Physik gelten bzw. vorkommen; wir müssen uns dazu allerdings vom historischen Deutungszwang verabschieden, nach dem „kausal“ immer „eindeutig vorhersehbar“ bedeutete (siehe Kap. 2) und die Unterschiede von Kausalität und Determinismus sowie Zufall und Gesetz herausarbeiten. Der Zufall konnte angesichts der Einführung statistischer Gesetze, die nur noch Wahrscheinlichkeitsaussagen zuließen, unter dieser Prämisse angeblich nicht mehr „kausal“ begründet werden, war also „ursachenlos“, und dies war der bereits formal-logische Kardinalfehler seit weit über 2000 Jahren Philosophie. Die Folge dieser Vorstellung konnte nur sein, je nach philosophischer Weltanschauung, daß es objektiv zufällige Prozesse in der Natur entweder gar nicht gibt oder daß die Ursache für Zufälle in einem höheren Wesen begründet werden müssten, sei es Gott oder sei es Schicksal oder seien es die Monaden (Leibniz) oder ein anderer undefinierbarer, aber „allwissender Geist“. Dies war dann natürlich nicht mehr weiter erklärbar und man hatte sich fein aus der Affäre gezogen.

Schauen wir uns dagegen ein Zitat aus dem – marxistischen – Philosophischen Wörterbuch an:

„Ein Ereignis heißt zufällig, wenn es nicht mit Notwendigkeit aus einer gegebenen Gesamtheit von Bedingungen folgt, wenn es so, aber auch anders hätte sein können. Das bedeutet nicht, daß ein zufälliges Ereignis nicht kausal bedingt sei. Die universelle Gültigkeit des Kausalgesetzes erstreckt sich vielmehr auch auf zufällige Ereignisse; auch sie haben ihre Ursache.“²

Auch dies bedarf der Präzisierung: erstens sollte man nicht von Kausalgesetz reden, sondern nur vom Kausalitätsprinzip, das ist nicht beliebig, und zweitens hat der Zufall keine weitere Ursache, sondern er ist selbst eine Ursache und nicht weiter zu

¹ Das Gehirn – determinierte Freiheit, Interview mit Wolfgang Singer, in ‚think on‘, Konzernmagazin der ALTANA AG, Ausgabe 7, S. 15 (2006). Prof. Dr. med. Wolfgang Singer ist Direktor des Max Planck Instituts (MPI) für Hirnforschung in Frankfurt am Main.

² Philosophisches Wörterbuch, hrsg. von Georg Klaus/Manfred Buhr, Leipzig 1974, S. 1331 (Stichwort „Zufall“)

hinterfragen. Auch über die Verwechslung von Kausalität und Determinismus und der daraus folgenden, falschen Ansicht, ein objektiv zufälliger Prozeß müsse folglich „akausal“ sein, soll in dieser Arbeit die Rede sein.³

Sollte es wirklich „akausale“ Vorgänge geben, wäre dies ein Offenbarungseid für jegliche Erkenntnis. Es gäbe dann materielle Vorgänge oder Dinge, die aus dem Nichts auftauchen und mit anderen nicht zusammenhängen; dies wäre eine Verletzung der Vorstellung einer einheitlichen, materiellen Welt⁴, ohne die es aber nicht nur keine Naturwissenschaft gäbe, sondern auch keine Industrie. Schon 1877 schrieb Engels:

*„Kausalität. Das erste, was uns bei der Betrachtung der sich bewegenden Materie auffällt, ist der Zusammenhang der Einzelbewegungen einzelner Körper unter sich, ihr *Bedingtsein* durch einander. Wir finden aber nicht nur, daß auf eine gewisse Bewegung eine andre folgt, sondern wir finden auch, daß wir eine bestimmte Bewegung hervorbringen können, indem wir die Bedingungen herstellen, unter denen sie in der Natur vorgeht, ja daß wir Bewegungen hervorbringen können, die in der Natur gar nicht vorkommen (Industrie), wenigstens nicht in dieser Weise, und daß wir diesen Bewegungen eine vorher bestimmte Richtung und Ausdehnung geben können. Hierdurch, durch die *Tätigkeit des Menschen*, begründet sich die Vorstellung von *Kausalität*, die Vorstellung, daß eine Bewegung die *Ursache* einer andern ist.“⁵*

Auch und gerade Zufälle hängen ja durchaus mit anderen Reaktionen/Ereignissen zusammen, sonst würden sie gar nicht auftreten, und dann bewirken sie manchmal ganz kolossale Effekte. Damit ist die Bedingung für Kausalität erfüllt, daß die Reaktionen zusammenhängen und daß nichts aus dem Nichts entsteht. Mehr kann und sollte ein Kausalitätsprinzip nicht aussagen. Diese Annahme ist jedoch auf Engste mit der jeweiligen Weltanschauung verknüpft, die man vertritt, denn man kann das Kausalitätsprinzip weder herleiten noch sonst beweisen, man muß an es glauben. Wenn man das tut, verliert man wenigstens nicht den festen Boden unter den Füßen. Es gilt daher, zuallererst die „Grundfrage der Philosophie“ zu beantworten: Existiert Materie/Realität außerhalb unseres Bewußtseins oder nicht? Im ersten Fall sind wir im Gebiet des Materialismus, im zweiten Fall in einem der zahllosen Bereiche des Idealismus.

Alle Naturwissenschaft ist jedoch allein vereinbar mit einer materialistischen Philosophie, insofern als die Einzelwissenschaften davon ausgehen, gleichgültig ob dies einem forschenden Subjekt bewusst ist oder nicht, daß eine außerhalb unseres individuellen Bewußtseins existierende Realität besteht; anderenfalls könnte man sie auch nicht empirisch untersuchen. Außerdem könnte man die Grundbedingungen für (relativ) gesicherte Theorien und auf experimenteller bzw. empirischer Grundlage abgeleitete Gesetze, auf denen die Anschauung der Welt beruht, nicht formulieren: Geltungsbereiche für Theorien und Gesetze sowie Reproduzierbarkeit von Experimenten.

Ein disparater Geltungsbereich sind die Gesellschaftswissenschaften. In dieser Arbeit wird der Begriff „Geisteswissenschaften“ nicht verwendet, denn er enthält einen intrinsischen, logischen Trugschluß bzw. einen logisch-inhaltlichen Widerspruch: der oder ein „Geist“ kann kein Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen sein, weil er nicht definierbar ist und, selbst wenn es ihn gäbe, könnte er nicht losgelöst von einem materiellen Substrat existieren. Gerade diese schon ältere Erkenntnis hat die moderne Hirnforschung

³ Es bleibt unverständlich, daß ein ausgezeichneter Naturwissenschaftler wie *Philipp Frank (1884-1966)*, Prof. für Theoretische Physik, der bei Ludwig Boltzmann in Wien promoviert hatte, ein ganzes Buch über einen falschen Begriff schreiben konnte: *Das Kausalgesetz und seine Grenzen* (hrsg. von Anne J. Knox), Frankfurt/Main 1988. Die Abhandlung ist ansonsten allerdings sehr lesenswert.

⁴ „Die wirkliche Einheit der Welt besteht in ihrer Materialität, und diese ist bewiesen nicht durch ein paar Taschenspielerphrasen, sondern durch eine lange und langwierige Entwicklung der Philosophie und der Naturwissenschaft.“ (Friedrich Engels, Herrn Eugen Dührings Umwälzung der Wissenschaft, in Marx-Engels-Werke [MEW] Bd. 20, Berlin 1973, S. 41; diese Schrift wird kurz als „Anti-Dühring“ zitiert). Im übrigen ist man in der wissenschaftlichen Philosophie der Auffassung, daß „Materie“ auch Geistiges, also das Denken der Menschen, einschließt; „Materie“ ist hier nicht mit einem platten Begriff von Stoff zu verwechseln.

⁵ Friedrich Engels, *Dialektik der Natur*, in MEW 20, Berlin 1973, S. 497f.

erneut bewiesen. Wir sollten besser immer von Sozial- oder Gesellschaftswissenschaften reden; aparterweise gibt es im Englischen den dem Begriff „Geisteswissenschaften“ entsprechenden Ausdruck nicht; sie heißen entweder „social sciences“ oder „humanities“.

Schrödinger hat es im ersten Satz seines Vortrages auf der Eranos-Jahrestagung 1946 so ausgedrückt:

„Der Geist ist in eminentem Maße Subjekt und entzieht sich damit der objektiven Untersuchung. Er ist das Subjekt des Erkennens (Schopenhauer) und kann darum im eigentlichen Sinne nie dessen Objekt sein.“⁶

In der uns zugänglichen Realität existieren nur Gesellschaft, Natur und menschliches Denken. Das Denken ist an das Substrat Gehirn gebunden, ohne Gehirn kein Denken.⁷ In diesen drei Bereichen, die man natürlich beliebig differenzieren kann, kann man die jeweiligen Gegenstände oder Objektbereiche definieren, die von der jeweiligen, entsprechenden wissenschaftlichen Forschungsrichtung untersucht werden können.

Man muß aber kein dialektischer Materialist und auch kein Naturwissenschaftler sein, um diese Erkenntnis zu vertreten; über die Auffassung des Arztes und Philosophen *Ludwig Büchner (1824-1899)* beispielsweise, dem Bruder von Georg Büchner, ist in Rudolf Eisners Philosophenlexikon zu lesen, daß bei ihm das

„Geistige ... an die Materie gebunden [ist], nichts Selbständiges. ‚Seele‘ ist ein Kollektivbegriff für die Gehirnfunktionen. Wie das Leben so ist auch das Denken nur eine besondere Form der allgemeinen Naturbewegung. In der Natur gibt es nur strenge Gesetzlichkeit, nur Kausalität, keine Zweckursachen. Der Mensch ist ein Naturgebilde, ein Produkt der Entwicklung, in seinem Wollen und Handeln durch die Natur determiniert. Die menschliche Seele ist das Gehirn selbst und daher sterblich. Gott ist nichts als die Natur selbst.“⁸

Auch wenn der Mensch gerade nicht „... in seinem Wollen und Handeln durch die Natur determiniert“ ist, wie Büchner schrieb, sondern *gesellschaftlichen* Gesetzen unterliegt, die er allerdings auch selbst erst gestaltet, ist seine Bemerkung angesichts des heutigen Wissensstandes doch nachgerade als prophetisch anzusehen. Zu seiner Zeit war nämlich der „Vitalismus“ noch lange nicht überwunden, die Vorstellung, daß der organischen Materie, erst recht den Lebewesen, ein „elan vital“, eine „vis vitalis“ innewohnen müßte, da sonst Leben nicht erklärt werden könne.

Wir werden aber auch noch zeigen, daß die landläufige und sogar bei vielen Naturwissenschaftlern noch vorherrschende Meinung, in der *klassischen* Physik gebe es keine objektiven Zufälle und alles sei exakt determinierbar, da man jederzeit die genauen Anfangsbedingungen kenne und beliebig genau messen könne, völlig falsch ist.

Zurück zur Theorie vom Zufall, zunächst zu verschiedenen historischen Auffassungen von Kausalität, Zufall und Determinismus von den Vorsokratikern bis heute.

⁶ Erwin Schrödinger, Vom Geist der Naturwissenschaft, abgedruckt in Hans Heinz Holz und Joachim Schickel (Hrsg.) Vom Geist der Naturwissenschaft, Zürich 1969, S. 27-51, hier: S. 27

⁷ Z.Z. sieht es so aus, als ob die neueren Hirnforscher mit ungeheuerem Aufwand nicht viel mehr als diese alte These bewiesen hätten, die u.a. Lenin in seiner Auseinandersetzung mit Ernst Mach und den russischen „Machisten“ Anfang des 20. Jahrhunderts schon vehement vertreten hatte (W.I. Lenin, Materialismus und Empirio-kritizismus. Kritische Bemerkungen über eine reaktionäre Philosophie, Werke, Band 14, Berlin 1946, S. 226). Lenin schreibt dort von dem „... Weltbild [...], das der Naturwissenschaft und dem Materialismus wirklich entspricht, nämlich: 1. Die physische Welt existiert *unabhängig* vom Bewußtsein des Menschen und hat lange vor dem Menschen, vor jeder ‚Erfahrung des Menschen‘ existiert; 2. Das Psychische, das Bewußtsein usw., ist das höchste Produkt der Materie, das als Gehirn des Menschen bezeichnet wird.“). An anderer Stelle lesen wir: „Die materialistische Beseitigung des ‚Dualismus von Geist und Körper‘ [...] besteht darin, daß der Geist nicht unabhängig vom Körper existiert, daß der Geist das Sekundäre, eine Funktion des Gehirns, die Widerspiegelung der Außenwelt ist.“ (ebd., S. 83)

⁸ Rudolf Eisler, Philosophenlexikon, S. 442. Die digitale Bibliothek der Philosophie, S. 9454 (vgl. Eisler-Phil., S. 81)

2. Historische Auffassungen von Kausalität, Zufall und Determinismus

Die Auffassung von Kausalität variiert mit verschiedenen Philosophierichtungen wie Idealismus, Metaphysik und dialektischem Materialismus; ebenso gibt es unterschiedliche Auffassungen von Determinismus. Den *antiken Materialisten* zufolge wird alles Geschehen in der Welt durchgehend von einer objektiven Notwendigkeit bestimmt. Es gibt allerdings noch keine explizite Auffassung des Kausalitätsprinzips. Erst *Demokrits These* (um -460) könnte als solche gelten, daß alles aus einem notwendigen Grund heraus geschehe. Im Anschluß daran wurde besonders der Gedanke von *Epikur* (-341 bis -271) und *Lukrez* (-97 bis -55)⁹ fruchtbar, daß nichts aus dem Nichts entstehen kann (Erster Hauptsatz der Thermodynamik!), vielmehr alles Wirksame, das notwendig eine Wirkung hervorbringt, körperlichen Ursprungs sei und kein göttliches Eingreifen voraussetze. Die Atomistik Demokrits beruhte auf der Vorstellung einer strengen, durch keinen Zufall unterbrochenen Notwendigkeit und implizierte eine allerdings metaphysische Auffassung von Kausalität, da es weder eine Ursache- und Wirkungsbeziehung noch die Dialektik von Zufall und Notwendigkeit gab. Epikur hatte aber schon die Idee, daß die Atome in ihrer geradlinigen Bewegung zufällige Abweichungen erfahren könnten.

Eine frühe *idealistische* Kausalitätsauffassung wurde vor allem von *Platon* entwickelt: Alles hat seine Ursache, jedoch sind die wahren Ursachen letztlich nur die Ideen. Die Welt der Ideen seien die Ursachen für die Welt der Dinge. *Aristoteles* (-384 bis -322) hingegen kommt über die Kritik an der Platonschen Ideenlehre zu einer im Prinzip materialistischen Formulierung des Kausalitätsprinzips: „Alles was entsteht, entsteht durch etwas, aus etwas und als ein gewisses Etwas“.¹⁰ Und er erweist sich auch mit einer anderen Aussage als Materialist:

„Wenn nun alle Dinge in der Natur in ähnlichem Sinne genommen werden wie die Stumpfnasigkeit, also z.B. Nase, Auge, Antlitz, Fleisch, Knochen, überhaupt der tierische Organismus, und so auch Blatt, Wurzel, Rinde, überhaupt die Pflanzen - denn der Begriff keines dieser Objekte wird abgetrennt von der Bewegung gedacht, und die Materie wird immer dabei mitgedacht -, so ergibt sich daraus, in welcher Weise man in der Wissenschaft von der Natur das Wesen erforschen und bestimmen muß, und warum es Sache des Naturforschers ist, auch die Seele wenigstens teilweise in die Untersuchung hineinzuziehen, nämlich soweit als sie nicht ohne den Zusammenhang mit der Materie existiert.“¹¹

Die scheinbare Widersprüchlichkeit des Kausalzusammenhangs, daß nämlich erst die Erscheinung einer Wirkung die Ursache bestimmen läßt, daß also die Wirkung erst da sein muß, wurde von den Skeptikern, vor allem von *Sextus Empiricus*, entdeckt, allerdings als logische Widersprüchlichkeit gedeutet und sogleich als Argument gegen eine objektive Existenz der Kausalität verstanden.

Von der scholastischen Philosophie wird die Kausalitätsauffassung des Aristoteles ihrer materialistischen Züge wieder entkleidet, was im Mittelalter besonders bei *Thomas von Aquin* (~1225-1274) zum Ausdruck kommt: Ursächlichkeit bedeutet ihm die Verwirklichung einer Möglichkeit, deren letzter Grund in Gott liege. Von der katholischen Kirche wird er, obendrein Monarchist, daher und nicht von ungefähr als Heiliger verehrt.

⁹ Titus Lucretius Carus, *De rerum natura*. Welt aus Atomen, Lateinisch und Deutsch übersetzt und mit einem Nachwort hrsg. von Karl Büchner, Stuttgart 1973

¹⁰ Aristoteles, *Metaphysik* VII 7, 1032a (nach Wikipedia, Stichwort „Kausalprinzip“; Aufruf am 28. Oktober 2012). In der Ausgabe von Franz F. Schwarz ist es etwas anders übersetzt: „Alles Entstehende aber wird *durch* etwas und *aus* etwas ein Was.“ (Aristoteles, *Metaphysik*. Schriften zur Ersten Philosophie, RECLAM: Stuttgart 1970, S. 176).

¹¹ Aristoteles, *Metaphysik*, S. 169. Die digitale Bibliothek der Philosophie, S. 14757 (vgl. Arist.-Metaph., S. 86)

Mit Beginn der Neuzeit kommt der Begriff der *causa efficiens*, der bewegenden Ursache, im Rückgriff auf Aristoteles wieder zur Geltung. Die Entwicklung der Mechanik, ihrer Gesetze und deren mathematische Formulierung (*Galilei, Kepler, Newton*) lässt eine vorwiegend mechanisch-materialistische Kausalitätsauffassung aufkommen, die in der Philosophie zunächst von Bacon und Hobbes vertreten wird. Nach *Thomas Hobbes (1588-1679)* soll die Erzeugung einer Wirkung nur auf mechanischem Wege, also durch Druck, Stoß, Berührung usw. möglich sein. Die Progressivität dieser Auffassung bestand in erster Linie darin, daß sie kompromißlos mit jeglichem Wunderglauben brach und alle Naturprozesse aus ihren natürlichen Ursachen heraus zu erklären suchte.¹² Der Wegbereiter des Empirismus *Francis Bacon (1561-1626)* befaßte sich auf der anderen Seite im Rahmen seiner Induktionslehre mit der Ausarbeitung von Methoden zur Auffindung von Kausalzusammenhängen¹³, die später – im 19. Jahrhundert – von *John Stuart Mill (1806-1873)* aufgegriffen, in detaillierterer Form dargestellt und als Millsche Methoden (Übereinstimmung, Unterschied, kombinierte Methode der Übereinstimmung und des Unterschieds sowie der begleitenden Veränderungen) bekannt wurden (Induktion).¹⁴

Die mechanisch-materialistische Kausalitätsauffassung als Bestandteil des mechanischen Determinismus findet sodann ihre konsequente Ausgestaltung im französischen Materialismus des 18. Jahrhunderts. Sie ist vor allem durch die Vorstellung einer linearen Kausalität, wie man heute sagen würde, gekennzeichnet, wobei wesentliche und unwesentliche, notwendige und zufällige Ereignisse zu einer Kausalkette aneinandergereiht werden; dabei soll jedes Glied von gleicher Bedeutung sein.

Die Welt ist – laut *Holbach (1723-1789)* – eine „unermessliche und ununterbrochene Kette von Ursachen und Wirkungen“¹⁵, in der es allerdings keinen objektiven Zufall gibt bzw. der Zufall nur von unserer subjektiven Unkenntnis der natürlichen Ursachen zeugt. Die Leugnung des Zufalls bedingte aber fatalistische Konsequenzen im Hinblick auf die Entwicklungsprozesse und Veränderungen in der Gesellschaft. Der Mensch ist einer blinden Notwendigkeit ausgesetzt, die ihm keine Freiheit des Wählens und Entscheidens lässt. Überdies sollen die sozialen Prozesse rein mechanischer Natur sein, z.B. Wirkungen der Bewegung von Atomen und Molekülen im Organismus des Herrschers sein. (!?)

Von *Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716)* wird eine *objektiv-idealistische* Auffassung vertreten; er leitet die Kausalität aus dem Satz vom zureichenden Grunde ab:

"Im Sinne des zureichenden Grundes finden wir, dass keine Tatsache [fait] als wahr oder existierend gelten kann und keine Aussage [Enonciation] als richtig, ohne dass es einen zureichenden Grund [raison suffisante] dafür gibt, dass es so und nicht anders ist, obwohl uns diese Gründe meistens nicht bekannt sein mögen".¹⁶

Das ist aber nichts Neues gegenüber Aristoteles oder dem *nihil fit sine causa* seit Cicero.

In seiner *Theodizee* charakterisierte Leibniz das Prinzip (unter anderem Namen) sogar als eine Gesetzmäßigkeit mit Gültigkeit vor aller Erfahrung, demnach

„[...] nichts geschieht, ohne dass es eine Ursache [cause] oder wenigstens einen bestimmenden Grund [raison déterminante] gibt, d. h. etwas, das dazu dienen kann, a priori

¹² Thomas Hobbes, *Elementa Philosophiae, De Corpore*, 1. Kap., 2 (1655) (nach Philosophisches Wörterbuch, a.a.O., S. 614 f.); vgl. auch Thomas Hobbes, *Vom Körper (Elemente der Philosophie I)*, Meiner Philosophische Bibliothek Band 157, Hamburg 1997.

¹³ Francis Bacon, *Neues Organon. Lateinisch-deutsch*, hrsg. von Wolfgang Krohn, 2 Bde., Philosophische Bibliothek, Band 400a und 400b, Meiner: Hamburg 1990 (Novum Organon, 1620)

¹⁴ John Stuart Mill, *Drei Essays über die Religion. Natur – Nützlichkeit der Religion – Theismus*, Stuttgart 1984

¹⁵ Paul Thiry d'Holbach, *System der Natur*, 28 (nach Philosophisches Wörterbuch, S. 615).

¹⁶ Gottfried Wilhelm Leibniz, *Monadologie*, § 32; zitiert nach der deutsch-französischen Reclam-Ausgabe von 1998, S. 27 (nach Wikipedia)

zu begründen, weshalb etwas eher existiert als nicht existiert und weshalb etwas gerade so als in einer anderen Weise existiert.“¹⁷

Aber die Kausalität bestehe nicht in der mechanischen Wechselwirkung materieller Körper, sondern in der Wirksamkeit eines den Monaden immanenten tätigen Prinzips, dem eine „prästabilisierte Harmonie“ zugrunde liege (Monadenlehre).¹⁸

Eine *subjektiv-idealistische* Kausalitätsauffassung tritt in ausgeprägter Form erstmals bei *David Hume (1711-1776)* auf. Er leugnet ebenfalls den objektiven Charakter der Kausalität. Die kausale Bedingtheit entstehe lediglich durch die Gewöhnung, regelmäßig zeitlich aufeinanderfolgende Erscheinungen als notwendig verknüpft zu betrachten: das berühmte *post hoc, ergo propter hoc*. Kausalität sei nur das Resultat eines subjektiven psychischen Vorgangs, keiner objektiven Notwendigkeit. Die wissenschaftlichen Entscheidungen seien nichts weiter als die "methodisch geordneten und berichtigten Reflexionen des Alltagsdenkens". Hume im Original:

„Alle Ableitungen aus Erfahrung sind daher Wirkungen der Gewohnheit, nicht der Vernunfttätigkeit. So ist die Gewohnheit die große Führerin im menschlichen Leben. Dieses Prinzip ist es allein, das unsere Erfahrung uns nutzbringend gestaltet und uns für die Zukunft eine Kette gleichartiger Ereignisse erwarten läßt, wie die in der Vergangenheit aufgetretenen.“¹⁹

Nach Hume beschränkt sich echte Erkenntnis allein auf die Mathematik, die von der Realität unabhängig ist. Auf allen anderen Gebieten sei der menschliche Geist schwach und hilflos:

„Die vollkommenste Naturwissenschaft schiebt nur unsere Unwissenheit ein wenig weiter zurück, wie vielleicht die vollkommenste Geisteswissenschaft nur dazu dient, weitere Gebiete unserer Unwissenheit aufzudecken. So ist die Betrachtung der menschlichen Blindheit und Schwäche das Ergebnis der Philosophie und begegnet uns bei jeder Wendung, trotz all unserer Versuche, sie zu umgehen oder zu vermeiden.“²⁰

Hier kommt klar der Agnostizismus Humes (im Sinne von: die Realität ist nicht erkennbar) zum Ausdruck. Trotzdem hat merkwürdigerweise – unter dem Gesichtspunkt der Aufklärung – diese Auffassung noch heute großen Einfluß in der bürgerlichen Gesellschaft.

Immanuel Kant (1724-1804) knüpft nun zwar an Hume an, folgt aber nicht seiner Konsequenz, die Kausalität nur als Schein zu betrachten und entwickelt eine andere, subjektiv-idealistische Variante: die Kausalität sei eine denknotwendige Kategorie, ein apriorischer, vor aller Erfahrung existierender reiner Verstandesbegriff, mit dessen Hilfe wir unsere Wahrnehmungen ordnen und der überhaupt erst Erfahrung möglich mache. Kant trägt also die kausale Ordnung vom Verstand in die Natur hinein.

Diese Auffassung ist dann besonders für den Positivismus kennzeichnend. So existieren nach *Ernst Mach (1838-1916)* Ursache und Wirkung nur im menschlichen Bewußtsein:

„In der Natur gibt es keine Ursache und keine Wirkung.“²¹

Damit wird auf eine Erklärung der Naturerscheinungen vollkommen verzichtet und das von einem Physiker! Die Aufgabe der Wissenschaft sei es lediglich, diese zu beschreiben. Hierfür brauche man nicht den Begriff der Ursache. Außerdem existiere die Welt nur in

¹⁷ G.W. Leibniz, Theodizee, § 44; zitiert nach der deutsch-französischen Suhrkamp-Ausgabe von 1999, S. 273 (nach Wikipedia)

¹⁸ G.W. Leibniz, Die Theodizee, Philosophische Bibliothek Band 71, Hamburg 1996. Eine Monade – der zentrale Begriff der Leibnizschen Welterklärung – ist eine einfache, nicht ausgedehnte und daher unteilbare Substanz, die äußeren mechanischen Einwirkungen unzugänglich ist.

¹⁹ D. Hume, Eine Untersuchung über den menschlichen Verstand, Leipzig 1949, S. 56f.

²⁰ Ibd., S. 41

²¹ Ernst Mach, Die Mechanik in ihrer Entwicklung, Leipzig 1883/1904, S. 524 (nach Philosophisches Wörterbuch, S. 615 f.).

Form von „Empfindungen“ und nur von diesen wüsste man.²² Mach akzeptierte auch die bedeutendsten Theorien der Neuzeit nicht:

„Ich kann die Relativitätstheorie ebensowenig akzeptieren, wie ich die Existenz von Atomen und anderen solchen Dogmen akzeptieren kann.“²³

Andere Kollegen und Widersacher pflegte er bezüglich Atome zu fragen:

„Ham's schon eins g'sehn?“

Der Konditionalismus sodann will den Begriff der Ursache durch den konditionalen Zusammenhang ersetzen (*Moritz Schlick [1882-1936], Hans Reichenbach [1891-1953]*). Dieser macht Aussagen der Form: „Wenn dies ..., so geschieht das ...“ und schließt so den objektiven Zufall wieder aus. Unser heutiges, bürgerliches Rechtssystem beruft sich wesentlich auf diese Denktradition (siehe Kap. 3.2.2 Rechtswissenschaften) und offenbart so erhebliche Schwächen in der Erforschung, um nicht zu sagen Ermittlung, von objektiven und subjektiven Gründen für – rechtlich relevante – Handlungen.

Allein *Georg Friedrich Wilhelm Hegel (1770-1831)* leistete einen wesentlichen Beitrag zum Verständnis des dialektischen Wesens der Kausalität, indem er Ursache und Wirkung in dialektischer Identität sieht, die Wechselwirkung als Moment eines umfassenderen Zusammenhangs begreift und damit die Vorstellung einer linearen Kausalkette als eines unendlichen, von Anfang an determinierten Ablaufs überwindet.

„Die formelle Kausalität erlischt in der Wirkung; dadurch ist das Identische dieser beiden Momente geworden; aber damit nur als an sich die Einheit von Ursache und Wirkung, woran die Formbeziehung äußerlich ist. – Dies Identische ist dadurch auch unmittelbar nach den beiden Bestimmungen der Unmittelbarkeit, erstens als Ansichsein, ein Inhalt, an dem die Kausalität sich äußerlich verläuft, zweitens als ein existierendes Substrat, dem die Ursache und die Wirkung inhärieren als unterschiedene Formbestimmungen. Diese sind darin an sich eins, aber jede ist um dieses Ansichseins oder der Äußerlichkeit der Form willen sich selbst äußerlich, somit in ihrer Einheit mit der anderen auch als andere gegen sie bestimmt. Daher hat zwar die Ursache eine Wirkung und ist zugleich selbst Wirkung, und die Wirkung hat nicht nur eine Ursache, sondern ist auch selbst Ursache. Aber die Wirkung, welche die Ursache hat, und die Wirkung, die sie ist – ebenso die Ursache, welche die Wirkung hat, und die Ursache, die sie ist –, sind verschieden.“²⁴

Auch zum Zufall hat Hegel ein anschauliches Beispiel gebracht:

„So wenn z.B. ein Mensch dadurch unter Umstände kam, in denen sich sein Talent entwickelte, daß er seinen Vater verlor, den in einer Schlacht eine Kugel traf, so konnte dieser Schuß (oder noch weiter zurück der Krieg oder eine Ursache des Kriegs und so fort ins Unendliche) als Ursache der Geschicklichkeit jenes Menschen angegeben werden. Allein es erhellt, daß z.B. jener Schuß nicht für sich diese Ursache ist, sondern nur die Verknüpfung desselben mit anderen wirkenden Bestimmungen. Oder vielmehr ist er überhaupt nicht Ursache, sondern nur ein einzelnes Moment, das zu den Umständen der Möglichkeit gehörte.“²⁵

Aber auch schon Aristoteles hatte eine recht befriedigende Definition von ‚Zufall‘ gegeben, ohne auf ‚akausale‘ Vorgänge verweisen zu müssen:

²² E. Mach, *Die Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen*, Jena 1900. Da Mach als Physiker und krasser Positivist großen Einfluß auf andere Naturwissenschaftler seiner Zeit ausübte, ja sogar bis heute gelegentlich noch ausübt, sprach man auch von „Machismus“, den Lenin als „Abart des konfusen Idealismus“ klassifizierte (Lenin, *Materialismus*, S. 38).

²³ Die Unmoralische. Niederlagen und Irrtümer berühmter Persönlichkeiten (<http://www.unmoralische.de/irrtum.htm#mach>; Aufruf am 22. Oktober 2008)

²⁴ Georg Wilhelm Friedrich Hegel, *Wissenschaft der Logik*, S. 1045. Die digitale Bibliothek der Philosophie, S. 33664 (vgl. Hegel-Werke Bd. 6, S. 232 f.)

²⁵ Ebd., S. 1038. Die digitale Bibliothek der Philosophie, S. 33657 (vgl. Hegel-Werke Bd. 6, S. 227)

„Ein zufälliges Zusammentreffen begegnet uns da, wo Zweckmäßiges beiläufig sich einfindet. Es ist nämlich mit der Ursache gerade so wie mit dem Sein überhaupt: es gibt Ursächliches was wesentlich, und solches was bloß zufällig ist. Ein zufälliges Zusammentreffen ist eine Verursachung, die Zweckmäßiges, was sonst mit bewußtem Vorsatz hergestellt wird, beiläufig ergibt. Zufälliges Zusammentreffen hat dann mit absichtlicher Veranstaltung das gleiche Ergebnis; denn bewußter Vorsatz findet sich nicht ohne absichtliches Verfahren. Die Ursachenreihe aber, aus der sich solch ein zufälliges Zusammentreffen ergeben kann, verläuft ins Unbestimmte; sie ist deshalb für menschliche Berechnung unfäßbar und bedeutet für irgendwelchen Erfolg eine nur beiläufige, keine wesentliche Verursachung. Man nennt es ein glückliches oder unglückliches Zusammentreffen, je nachdem es günstige oder ungünstige Folgen hat; die größere oder geringere Bedeutung dieser Folgen bezeichnet man dann als Glück oder Unglück. Wie nun nichts was bloß begleitend und beiläufig auftritt, dem gegenüber was aus dem Wesen der Sache folgt, ein Höheres bedeutet, so gilt das auch bei der Verursachung. Und wenn daher das bloße Zusammentreffen oder das blinde Ohngefähr eine der Ursachen im Weltall bildet, so ist doch Vernunft und innere Anlage Ursache in weit höherem Sinne.“²⁶

Die dialektisch-materialistische Philosophie, jedenfalls in der Person ihrer Klassiker (*Marx, Engels, Lenin*)²⁷, deutet das Wesen der Kausalität als Abstraktion aus der universellen Wechselwirkung, aus dem einheitlichen Entwicklungsprozeß der Welt. Sie widerspiegelt allerdings nur eine Seite, ein Moment dieser Wechselwirkung:

„... der menschliche Begriff von Ursache und Wirkung vereinfacht immer etwas den objektiven Zusammenhang der Naturerscheinungen, er spiegelt ihn nur annähernd wider, indem er diese oder jene Seiten des einen einheitlichen Weltprozesses künstlich isoliert.“²⁸

Analytisch gesehen, ist dies allerdings notwendig, denn eine Ganzheitsbetrachtung anzustellen, immer nur den „einheitlichen Weltprozeß“ als zu untersuchenden Gegenstand vor sich zu haben, ist nicht geeignet, die konkreten Bewegungen im Weltprozeß auch nur zu definieren, geschweige denn zu verstehen. So hatte Engels geschrieben:

„Um die einzelnen Erscheinungen zu verstehn, müssen wir sie aus dem allgemeinen Zusammenhang reißen, sie isoliert betrachten, und da erscheinen die wechselnden Bewegungen, die eine als Ursache, die andre als Wirkung.“²⁹

Diese eine, jeweilige Seite ist ja doch gerade nur und ausschließlich die konkrete Verknüpfung von zwei Reaktionen/Prozessen, die unmittelbar miteinander zusammenhängen oder aufeinander treffen. Eine weitere Bedingung für eine kausale Verknüpfung ist die zeitliche Aufeinanderfolge, die aber nicht hinreichend ist, den ursächlichen Zusammenhang zu erklären. Anderenfalls könnte man sagen, um beliebigen Beispielen zu folgen, die Nacht sei die Ursache für den Tag, weil dieser auf die Nacht folgt; oder die Ursache der Jahreszeiten sei eine Folge der Zeit selbst, jedoch ist die Ursache die Neigung der Erdachse zur Sonne, die Ekliptik der Erde; oder der Holocaust sei die Ursache für die Gründung des Staates Israel gewesen³⁰ usw. usf.³¹

²⁶ Aristoteles: *Metaphysik*, S. 429. Die digitale Bibliothek der Philosophie, S. 15016-15017 (vgl. *Arist.-Metaph.*, S. 225)

²⁷ *Karl Heinrich Marx (1818-1883), Friedrich Engels (1820-1895), Wladimir Iljitsch Uljanow, genannt Lenin (1870-1924)*.

²⁸ Lenin, *Materialismus*, S. 151

²⁹ Engels, *Dialektik der Natur*, S. 499

³⁰ In dieser Weise hatte sich Sebastian Haffner zumindest sehr ungeschickt geäußert: „... der hitlersche Ausrottungsversuch ... hat den Überlebenden die Verzweiflungsenergie eingeflößt, die zur Staatsgründung notwendig war. Zum ersten Mal seit fast zweitausend Jahren haben die Juden seit Hitler wieder einen Staat – einen stolzen und ruhmbedeckten Staat. Ohne Hitler kein Israel.“ (S. Haffner, *Anmerkungen zu Hitler*, Fischer Taschenbuch: Frankfurt am Main 1991, S. 142)

³¹ Engels hatte folgendermaßen argumentiert: „Die regelmäßige Aufeinanderfolge gewisser Naturphänomene allein kann zwar die Vorstellung der Kausalität erzeugen: die Wärme und das Licht, die mit der Sonne kommen; aber hierin liegt kein Beweis, und sofern hätte der Humesche Skeptizismus recht, zu sagen, daß das regelmäßige post hoc nie ein propter hoc begründen könne. Aber die Tätigkeit des Menschen *macht die Probe* auf die Kausalität. Wenn wir mit [einem] Brennspiegel die Sonnenstrahlen ebenso in einen Fokus konzentrieren und wirksam machen wie die des gewöhnlichen Feuers, so beweisen wir dadurch, daß die Wärme von der Sonne kommt. Wenn wir in eine Flinte Zündung, Sprengladung und Geschoß einbringen und dann abfeuern, so

Eine wichtige Weiterentwicklung der dialektisch-materialistischen Auffassung der Kausalität ist, daß sie absoluten und relativen Charakter besitzt. Ihr *absoluter* Charakter besteht darin, daß es keine Erscheinung gibt, die nicht durch eine andere (ihre Ursache) hervorgerufen wäre und die nicht selbst wieder eine bestimmte Wirkung hervorbrächte. Alle Dinge und Erscheinungen sind dadurch verbunden, einheitlich in einem universellen Zusammenhang. Der *relative* Charakter der Kausalität besteht darin, daß sie nur ein Ausschnitt aus der universellen Wechselwirkung, nur eine der vielfältigen Formen der Zusammenhänge zwischen den Erscheinungen ist, obwohl alle kausal zusammenhängen. Relativität bedeutet weiter, daß nur für ein ganz bestimmtes, konkretes Kausalverhältnis die Begriffe „Ursache“ und „Wirkung“ gelten: was in dem einen Zusammenhang als Wirkung auftritt, wird in dem anderen Zusammenhang eine Ursache, und umgekehrt.

So läßt dann die dialektische Auffassung des Kausalzusammenhangs die Annahme einer absoluten, primären Ursache überflüssig werden. Es gibt – jedenfalls in der Realität – keinen absoluten Anfang einer Kausalkette. Alles entwickelt sich aus inneren Widersprüchen, die Materie bedarf für ihre Existenz, für ihre Bewegung und Entwicklung keiner äußeren Ursache, sie ist sich selbst genug, sie ist „ihre eigene Endursache“.³² Man könnte an dieser Stelle die allenthalben so beliebte Hypothese vom Urknall aus philosophischer Sicht in Frage stellen; sie wird auch nicht von allen Physikern vertreten, allerdings ist nur eine Minderheit von Naturwissenschaftlern davon überzeugt, daß man auch ohne eine Anfangssingularität annehmen zu müssen, die kosmischen Befunde erklären können müßte.³³ Die Urknallhypothese läßt eine Reihe von essentiellen Problemen einer Kosmostheorie vollkommen unbeantwortet und einige empirische Befunde stehen damit keineswegs im Einklang, z.B. daß die kosmische Hintergrundstrahlung nicht exakt gleichmäßig verteilt ist, daß die Hubble-Konstante in Wirklichkeit keineswegs konstant ist oder daß die Expansion des Kosmos nicht stetig verläuft und die Fluchtgeschwindigkeit von Galaxien mit der Entfernung von unserem Sonnensystem abnimmt, sondern im Gegenteil bei den weitest entfernten Galaxien oder anderen Objekten an Geschwindigkeit *zunimmt*, oder allein schon die Existenz dunkler Materie sowie ‚negativer‘ Energie, die nach neuesten Berechnungen mindestens 90 % der Masse des Weltalls ausmachen und die als Hilfhypothesen erhalten müssen, um eine Reihe ungewöhnlicher Befunde, wenn schon nicht zu interpretieren, so doch wenigstens benennen zu können. Eine eingehendere Betrachtung würde uns jedoch für die weiteren Erörterungen unseres gestellten Problems nicht weiterhelfen.³⁴

rechnen wir auf den erfahrungsmäßig im voraus bekannten Effekt..., weil wir den ganzen Prozeß der Entzündung, Verbrennung, Explosion durch die plötzliche Verwandlung in Gas, Druck des Gases auf das Geschoß in allen seinen Einzelheiten verfolgen können. Und hier kann ... der Skeptiker nicht einmal sagen, daß aus der bisherigen Erfahrung nicht folge, es werde das nächste Mal ebenso sein. Denn es kommt in der Tat vor, daß es zuweilen *nicht* ebenso ist, daß die Zündung oder das Pulver versagt, daß der Flintenlauf springt etc. Aber grade dies *beweist* die Kausalität, statt sie umzustößen, weil wir für jede solche Abweichung von der Regel bei gehörigem Nachforschen die Ursache auffinden können: chemische Zersetzung der Zündung, Nässe etc. des Pulvers, Schadhaftheit des Laufs etc., so daß hier die Probe auf die Kausalität sozusagen *doppelt* gemacht ist.“ (Dialektik der Natur, S. 498) Was hier also zufällig ist, sind nur der Zeitpunkt und die Art der auftretenden Störung; diese sind konkret unvorhersehbar.

³² Engels, Dialektik der Natur, S. 519

³³ Siehe etwa Hans-Jörg Fahr (Extraterrestrischer Physiker, Universität Bonn), *Universum ohne Urknall. Kosmologie in der Kontroverse*, Spektrum Akademischer Verlag: Bonn 1995. Prominente Gegner der Urknallhypothese sind oder waren auch die Physiker Halton Arp (MPI für Astrophysik, München), Fred Hoyle, Hannes Alfvén (1908-1995, Nobelpreis für Magnetohydrodynamik), der Mathematiker B.B. Mandelbrot u.v.a. Sogar Stephen Hawking ist nicht mehr überzeugt davon, daß man eine derartige Singularität annehmen müsse, um Geschichte und Struktur des Weltalls erklären zu können: „Inzwischen habe ich meine Meinung geändert und versuche jetzt, andere Physiker davon zu überzeugen, daß das Universum nicht aus einer Singularität entstanden ist.“ (Stephen Hawking, *Die illustrierte kurze Geschichte der Zeit*, rororo: Reinbek 2004, S. 67). Im Jahre 2004 erschien ein weltweiter Aufruf von fast 220 Physikern und weiteren Wissenschaftlern, „An Open Letter to the Scientific Community“, der sich gegen den Dogmatismus der Urknallhypothese richtet (New Scientist vom 22. Mai 2004). Die meisten von ihnen werden von der Scientific Community wie Dissidenten behandelt.

³⁴ Die Seite „astronews.com“ im Internet ist sehr aufschlußreich zu lesen, im Hinblick auf Nachrichten wie „Das Gerüst des Universums“ vom 8. Januar 2007 mit Berechnungen der Verteilung Dunkler Materie aufgrund von Daten des Weltraumteleskops *Hubble* (<http://www.astronews.com/news/artikel/2007/01/0701-005.shtml>) oder auch auf das Forum, in dem sich Physik-Experten, Mathematiker und kosmologische Laien genau mit solchen Fragen nach „dunkler Materie“ und „dunkler Energie“ („Schwarze Löcher“) aufs heftigste bombardieren (<http://www.astronews.com/forum/archive/index.php/f-33.html>). Immer wieder geht es im Grunde um die

3. Die Rolle des objektiven Zufalls und seine Einbindung in Gesetze der Natur, der Gesellschaft und des Denkens

Versuchen wir zunächst einen formallogischen Ansatz über den ‚objektiven Zufall‘: Die Eigenschaft des Zufalls ist es gerade, eine Reaktion/ein Ereignis zu beschreiben, das nicht vorhersehbar, umgangssprachlich scheinbar „ohne Grund“ eintrat. Es geschieht daher, so denkt man, „ohne Ursache“, meint aber eigentlich nur „ohne ersichtlichen Grund“. Dies ist aber nur umgangssprachlich ausgedrückt und daher auch nur ein scheinbarer Widerspruch; zudem ist es eine tautologische Feststellung. Wissenschaftlich betrachtet, tritt in solchen Fällen der prinzipiellen Unvorhersehbarkeit der Zufall selbst als Ursache auf: wir nennen etwas zufällig vor allem dann, wenn wir es nicht vorhersehen können. Wir sind also im Gebiet des Determinismus. Im Wort Zufall steckt drin, daß es keinen weiteren Grund dafür gibt und auch nicht geben kann (daher objektiv!); der Zufall ist dann die Ursache, möglicherweise die „Anfangsursache“ für weitere Ereignisse, der Anfang weiterer Kausalketten. Daher ist das zufällige Ereignis eben nicht „akausal“, sondern „objektiv zufällig“. Also ist das Wesensmerkmal des Zufalls seine Unvorhersehbarkeit, nicht das Unverständnis seiner Ursache. Ein weiteres wesentliches Merkmal von zufälligen Ereignissen ist es, daß sie nicht exakt reproduzierbar sind, sie treten nie wieder in derselben Weise oder mit demselben, konkreten Ergebnis auf. Dies hängt vor allem damit zusammen, daß das zufällige Ereignis scheinbar keine linear vorausgehenden Ursachen, sondern, wie im Beispiel des Zusammenstoßes von Kausalketten erst dort, an dem Kreuzungspunkt seinen Anfang hat (siehe dazu weiter unten). Davor sind es zwei unterschiedliche, voneinander getrennte Kausal- oder auch Ereignisketten, die durchaus in ihrem jeweiligen Verlauf Vorhersagen zulassen. Da man aber die Zeit nicht zurückdrehen kann, was unter anderem auch aus dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik (dem „Entropiesatz“) folgt bzw. dessen eine Aussage ist, wird auch dieselbe Situation, wie sie in der Überkreuzung der Kausalketten eintrat, nie wieder eintreten, jedenfalls niemals in der gleichen Form. Trotzdem können wir mit Sicherheit sagen, es wird weiter solche Kreuzungspunkte geben, sie werden mit Notwendigkeit auftreten, aber keiner weiß, wann es und was dann passiert.

Eine zweite „Ursache“ für den objektiven Zufall ist ein spontaner Zerfall, wie er uns im Falle von radioaktiven Substanzen bekannt ist. Aber hier ist nur der Zeitpunkt unbekannt, *wann* ein Atom zerfällt, und es ist unbekannt, also unvorhersehbar, welches der Atome *zuerst* zerfällt. Wir kommen später auf dieses Beispiel noch einmal zurück. Ganz klar, das sei vorweg gesagt, ist aber die Ursache des radioaktiven Zerfalls die Instabilität des jeweils betrachteten Atomkerns. Mehr muß man nicht wissen, um die Zerfallsgesetze und deren Parameter, gewissermaßen die Kenngrößen, aufgrund von Experimenten ableiten und berechnen zu können.

Das Geschehen eines objektiven Zufalls können wir daher niemals „verstehen“, sondern nur zur Kenntnis nehmen, d.h. wir müssen es vorbehaltlos akzeptieren. Es ist wie ein Axiom anzusehen, dass es den objektiven Zufall gibt.

Vereinheitlichung der Theorie des Standardmodells der Elementarteilchen mit einer kosmischen Theorie der Materie. Dazu sollen u.a. die geplanten Experimente mit dem im Oktober 2008 fertig gestellten Large Hadron Collider (LHC) beim CERN in Genf Aufschluß liefern. Gesucht werden u.a. die Higgs-Bosonen, die die Gravitation repräsentieren sollen und im ‚Standardmodell der Elementarteilchen‘ noch fehlen. (Der LHC mußte inzwischen jedoch für mehrere Monate abgestellt werden, weil durch eine Leckage Helium aus dem Kühlsystem ausgetreten war). So werden wir wohl noch eine ganze Weile auf die Lösung des Urknall-Rätsels und auf die Higgs-Bosonen warten müssen, sind doch die Experimente ohnehin auf 20 Jahre angelegt, wobei die meiste Zeit für die Auswertung der Meßergebnisse benötigt wird.

3.1 Beispiele aus den Naturwissenschaften

Im Folgenden versuchen wir einen inhaltlichen Ansatz, indem wir zunächst Beispiele aus Bereichen der Naturwissenschaften erörtern wollen.

„Zufällig“ im Sinne von ‚objektivem Zufall‘ heißt eben nicht beliebig, selbst ein Zufallsprozeß unterliegt Gesetzmäßigkeiten, je nach betrachtetem Feld, in dem er auftritt, und für das jeweilige Gesetze gelten: in der Natur, in der Gesellschaft, im Denken und Handeln einzelner Menschen. Die vulgäre Auffassung, zufällig hieße, *alles* Mögliche könne passieren, ist grundfalsch und gehört in den Bereich der Esoterik. Es gibt keinen absoluten Zufall, er wird zwar immer wieder in der ganzen Debatte erwähnt, aber er ist ein Gedankenkonstrukt.

3.1.1 Physik und Chemie

In den Naturwissenschaften, zunächst der Physik und der Chemie bzw. dem interdisziplinären Fach ‚Physikalische Chemie‘ kann man die Rolle des objektiven Zufalls anhand zahlreicher Beispiele zeigen:

- *Physikalische Chemie/Thermodynamik*: die zufällige Bewegung von Gasmolekülen (Theorie der Brownschen Molekularbewegung) heißt nicht, daß diese Gasmoleküle – in einem abgeschlossenen System, das ist Voraussetzung und Bedingung der erwähnten Theorie – aus dem System ausbrechen können oder daß die Gesetze der Mechanik (Stoßtheorie) verletzt werden könnten. Das System selbst ist in erster Näherung geschlossen. (Der Tunneleffekt, der gelegentlich so interpretiert wird, daß ein Gasmolekül sogar einen geschlossenen Behälter verlassen könne³⁵, ist etwas gänzlich anderes. Beim Tunneleffekt geht es um die „Untertunnelung“ sehr kleiner Teilchen, eben Quanten, eines Energiepotentials, d.h. ein Teilchen kann die Energiebarriere für eine Reaktion/Bewegung unterlaufen³⁶). Man kann dann verschiedene statistische Aussagen über die Bewegung eines *Kollektivs* von Gasmolekülen und damit auch Voraussagen machen, aber die Bewegung *einzelner* Gasmoleküle kann man nicht vorhersagen, schon gar nicht exakt. Sie bewegen sich daher *zufällig*. Andererseits sind aber auch Gasmoleküle ununterscheidbar und daher ist ihre zufällige Bewegung uninteressant, da man sie gar nicht verfolgen kann, auch wenn man es wollte. Würde man sie markieren, wären sie nicht mehr identisch mit den anderen und ihre Bewegung wäre dann schon nicht mehr zufällig im Verhältnis zu allen anderen Molekülen.

³⁵ Z.B. von Günter Koch, Kausalität, Determinismus und Zufall in der wissenschaftlichen Naturbeschreibung, Berlin 1994, S. 111, Anm. 10.

³⁶ Auf diesem Effekt aufbauend wurde das Rastertunnelmikroskop konstruiert. Bei einer rastertunnelmikroskopischen Messung wird eine elektrisch leitende Nadelspitze systematisch in einem *Raster* über das ebenfalls leitende Untersuchungsobjekt gefahren. Die Spitze und die Objektoberfläche sind dabei nicht in elektrischem Kontakt und wegen des isolierenden Mediums dazwischen (Luft oder Vakuum) findet bei makroskopischem Abstand kein kontinuierlicher Stromfluß statt. Nähert man jedoch die Spitze der Oberfläche auf atomare Größenordnungen, d.h. den Bereich Nanometer (10^{-9} m = 1 nm), so überlagern sich die quantenmechanischen Zustände der Elektronen von Oberfläche und Spitze, so daß mit einer Wahrscheinlichkeit größer Null ein Austausch von Elektronen auftritt, was bei Anlegen einer kleinen Spannung zu einem Tunnelstrom führt, obwohl immer noch eine isolierende Schicht vorhanden ist, d.h. Spitze und Oberfläche sich nicht berühren; genau dies ist der Tunneleffekt. Dieser Tunnelstrom reagiert sehr empfindlich auf kleinste Abstandsänderungen, da sich die Intensität negativ exponentiell zum Abstand verhält. Beim Abrastern der Probenoberfläche wird die Höhe der Spitze mittels einer Feinmechanik über Piezoelemente so geregelt, daß der Tunnelstrom entlang der Bewegung konstant bleibt. Damit fährt die Spitze ein „Höhenprofil“ der Oberfläche nach, wobei das Höhen-Regelsignal zur Darstellung der Probenoberfläche benutzt wird. Die Rastertunnelmikroskopie ist ein indirektes Abbildungsverfahren, da das Gesamtbild einer Messung aus den an jedem Rasterpunkt gemessenen und in Graustufen umgerechneten Werten des Höhen-Regelsignals zusammengesetzt wird. (Nach Wikipedia, <http://de.wikipedia.org/wiki/Rastertunnelmikroskop>; Aufruf am 7. Oktober 2008). Man hat auf diese Weise schon auf Metalloberflächen einzelne Atome „sichtbar“ gemacht, etwa mit extrem dünnen Goldfolien. Was man dabei „gesehen“ hat, sind allerdings die äußeren Elektronenwolken der Atome.

- *Klassische Physik/Mechanik:* Magnetpendel. Das Magnetpendel ist ein Versuchsaufbau, bei dem ein an einem Faden aufgehängter Magnet, ein sogenanntes sphärisches Pendel, über einer Metallplatte schwebt, auf der entweder im Dreieck 3 weitere Permanentmagnete, oder auch 4 in einem Quadrat oder sogar noch mehr ‚kleben‘ (siehe unten, Abb. 2). Stößt man nun den hängenden Magneten, das Pendel, an, so schwingt dieser in einer Zufallstrajektorie, sozusagen chaotisch, indem er mal von dem einen, mal von einem anderen unten liegenden Magneten angezogen wird und schließlich von einem dieser Magneten festgehalten wird. Im Gegensatz zu der Annahme, in der klassischen Physik könne man davon ausgehen, daß bei exakt gleichen Ausgangsbedingungen immer die gleiche Trajektorie³⁷ folgt, kann man annehmen, daß jedesmal ein anderer Weg folgt, denn sonst wäre es auch kein chaotisches System und es gäbe keine Zufälle auf dem Weg des hängenden Magneten. Man muß dazu nicht annehmen, wie beim Schmetterlingseffekt, daß kleine und kleinste Abweichungen in der Ausgangslage völlig verschiedene Wege entstehen lassen. Das ist beim heutigen Stand der Chaosforschung schon eher trivial. Die Versuche unterscheiden sich darin, ob man die Trajektorien mit Hilfe von gepaarten Differentialgleichungen berechnet oder ob man den Versuch mit einem realen Magnetpendel durchführt. Es ist klar, daß bei einem realen Magnetpendel allein schon die exakt gleiche Ausgangslage nicht reproduzierbar ist und der Weg des Pendels dann zusätzlich einer Reihe von Unwägbarkeiten ausgesetzt ist, wie z.B. der nicht reproduzierbare Anstoß des beweglichen Magneten, Luftdruck und Luftstrom an dem Tag, der Schwankung des Magnetfeldes der Erde, der Stand der Erde relativ zur Sonne u.v.a.m. Die folgenden Abbildungen 1a bis c sind von Robert Dickau theoretisch mit Hilfe des Programms Mathematica V 3.0 für Apple Computer berechnet worden und zeigen, wie bei sehr kleinen Abweichungen in der Ausgangslage des sphärischen Pendels vollkommen verschiedene Trajektorien über den in einem gleichseitigen Dreieck angeordneten, liegenden Magneten, den sogenannten Attraktoren, resultieren:³⁸

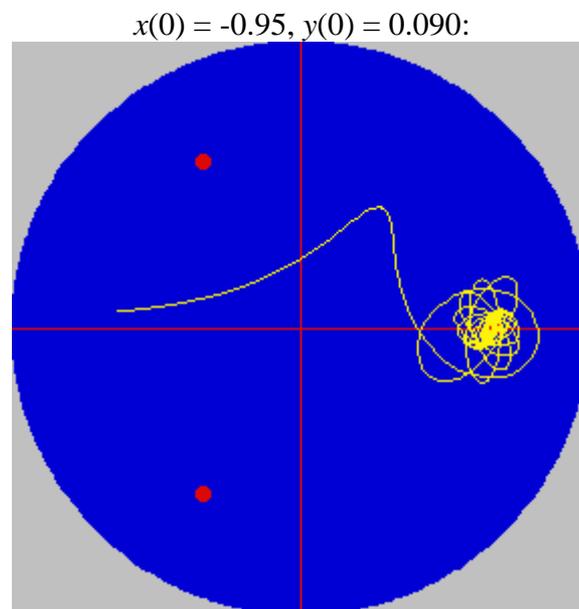


Abb. 1a Simuliertes Magnetpendel in der Ebene
(Startkoordinaten im Fadenkreuz siehe oben)

³⁷ Mathematisch ist eine Trajektorie eine Menge von Phasenraumpunkten, da eine ununterbrochene, fließende Bewegung nicht darstellbar ist.

³⁸ Robert M. Dickau, Magnetic Pendulum, Drexel University 1996/97 (<http://mathforum.org/>); ich danke Robert Dickau für die Erlaubnis zum Abdruck der Bilder.

$$x(0) = -0.95, y(0) = 0.095:$$

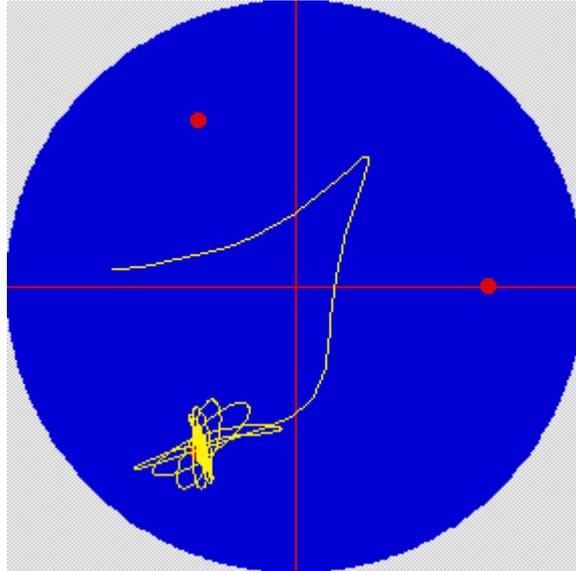


Abb. 1b Simuliertes Magnetpendel in der Ebene (Startkoordinaten siehe oben; auf der y-Achse um nur 0.005 geändert)

$$x(0) = -0.95, y(0) = 0.100:$$

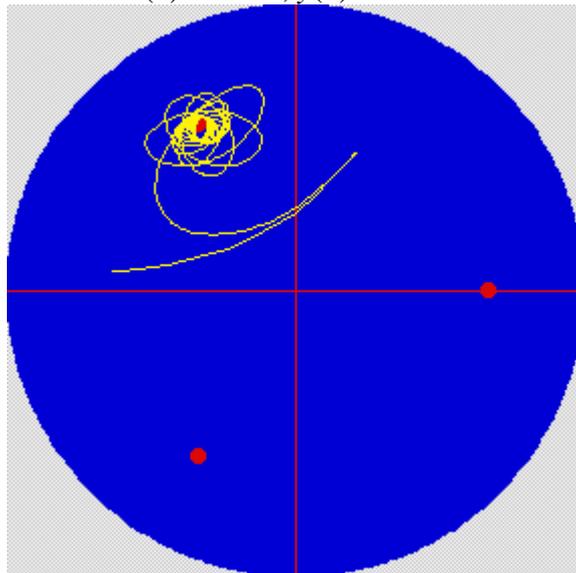


Abb. 1c Simuliertes Magnetpendel in der Ebene (Startkoordinaten siehe oben; auf der y-Achse um 0.010 geändert)

Es gilt demnach nicht: „Ähnliche Ursachen zeigen ähnliche Wirkungen“, sondern „ähnliche Ursachen zeigen vollkommen verschiedene Wirkungen.“ (Siehe nächste Seite)

Zur Veranschaulichung ist in Abb. 2 ein reales Magnetpendel gezeigt, welches bei einer Schweizer Firma käuflich erworben werden kann. Es werden 9 Magnete mitgeliefert, so daß man eine große Anzahl komplizierter Trajektorien realisieren kann.



Abb. 2 Kommerziell erhältliches Magnetpendel

Gerade am Beispiel des Magnetpendels oder auch an dem Versuch, die absolut gleiche Wirkung beim Anstoß eines Pool-Billardspiels zu reproduzieren (was natürlich niemandem gelingt), kann man zeigen, daß die angeblich von Maxwell abgeleitete Auffassung von „starker“ und „schwacher Kausalität“ begrifflich vollkommen unzureichend, ja geradezu kategorial falsch ist. Diese Begrifflichkeit hat Maxwell auch gar nicht explizit geprägt, er hatte 1879 nämlich Folgendes geschrieben:

„Es ist eine metaphysische Doktrin, daß gleiche Ursachen gleiche Wirkungen nach sich zögen. Niemand kann sie bestreiten. Ihr Nutzen aber ist gering in einer Welt wie dieser, in der gleiche Ursachen niemals wieder eintreten und nichts zum zweiten Mal geschieht. Das daran anlehrende physikalische Axiom lautet: *Ähnliche Ursachen haben ähnliche Wirkungen*. Dabei sind wir von der Gleichheit übergegangen zu Ähnlichkeit, von absoluter Genauigkeit zu mehr oder weniger grober Annäherung“.³⁹

Daraus wurde geschlossen, daß es sich hier um „starke Kausalität“ handelt; „schwache Kausalität“ sollte diejenige sein, nach der *gleiche Ursachen immer gleiche Wirkungen* hervorbringen, obwohl Maxwell diese ins Reich der Metaphysik verwiesen hatte. Er hatte schon erkannt, daß es in der Realität *niemals gleiche Ursachen* geben kann, weder von selbst noch experimentell hergestellt.

Am mathematisch simulierten Magnetpendel von Robert Dickau (siehe oben) kann man sehr schön zeigen, daß nur im Abstrakten dieselben Trajektorien entstehen, wenn man dieselben Ausgangswerte einsetzt. Nur dann geht das Pendel immer denselben Weg.⁴⁰ Nach der traditionellen, aber falschen Auffassung handelte es sich hierbei also um einen Fall von „schwacher Kausalität“.

Wenn nun aber ähnliche Ursachen **nicht** ähnliche Wirkungen, sondern vollkommen andere hervorbringen (vgl. Abb. 1a-c), unvorhersehbare wie in chaotischen Systemen, was ist dann mit der Kausalität? An dieser Stelle ist dann wohl einem verzweifelten Theoretiker eingefallen, dies seien „akausale“ Vorgänge, oder – etwas vorsichtiger ausgedrückt – die „starke Kausalität“ sei verletzt. Gleichwohl wissen wir, daß gerade im schönsten Chaos sich paradoxerweise wieder Strukturen herausbilden. Außerdem muß man sich fragen, was diese Aussage, die „starke Kausalität“ sei verletzt, eigentlich bedeuten soll? Erklärt wird damit nichts, im Gegenteil.

³⁹ Nach Roman Worg, *Deterministisches Chaos: Wege in die nichtlineare Dynamik*, Mannheim 1993, S. 32 (Hervorhebung durch den Autor)

⁴⁰ Dickau, persönliche Mitteilung.

Wir wollen versuchen, die Dinge vom Kopf auf die Füße zu stellen. Alle historischen Aussagen, von Laplace angefangen, über Poincaré, Maxwell etc. handeln doch eigentlich immer von der *Vorhersehbarkeit* von Ereignissen, nicht eigentlich von Kausalität. Selbst wenn Kausalität und Determinismus *nicht* direkt als synonym angesehen wurden oder werden, ist der Schluß nicht zwingend, daß mit Kausalität immer strenger bzw. mechanischer Determinismus einhergehen muß; zu dieser Schlußfolgerung wird man durch nichts gezwungen. Die gesamte Philosophie, die sich mit Naturphänomenen befaßt, wäre besser daran gewesen, wenn sie diese Begriffe auseinandergehalten hätte. Aus reiner Bequemlichkeit hat man dies getan, es galt ja doch der mechanische Determinismus. Wenn schon mit der Relativitätstheorie und der Quantentheorie neuartige Phänomene akzeptiert werden mußten, die nicht auf Bekanntes zurückgeführt werden konnten und können, so hätte man sich auch überlegen müssen, ob dann nicht auch die herkömmlichen Denkschemata, Grundbegriffe und Kategorien hätten überdacht und neu formuliert werden müssen. In diesem Sinne hatte sich auch schon Heisenberg geäußert:

„Man erkennt ... vor allem, wie schwierig es wird, wenn man versucht, neue Sachverhalte in ein altes, aus früherer Philosophie stammendes System von Begriffen zu pressen oder, um eine alte Redeweise zu brauchen, wenn man probiert, neuen Wein in alte Schläuche zu füllen. Solche Versuche sind immer peinlich: denn sie verführen dazu, sich immer wieder mit den unvermeidlichen Rissen in den alten Schläuchen zu befassen, statt sich über den neuen Wein zu freuen.“⁴¹

Aber Heisenberg selbst ist es auch nicht gelungen, dies zum Ende zu führen.

Die einzige Philosophierichtung, die dies konsequent versucht hat, ist die des dialektischen Materialismus, und auch sie ist an der Frage der Einordnung des Zufalls in gesetzmäßig ablaufende Prozesse mehr oder weniger gescheitert. Es reicht nicht aus, einfach zu behaupten, auch der Zufall habe seine Ursache oder Ursachen.⁴² Diese Aussage unterstellt oder läßt fälschlicherweise vermuten, es sei eine geheimnisvolle, weitere Ursache für den Zufall gegeben; man müsse sie nur finden. Seltsamerweise hat aber noch niemand so eine Ursache entdecken können, wenn es sich um objektiven Zufall handelte. So öffnet eine solche Betrachtungsweise wieder Tür und Tor für esoterische Spekulationen. Und davon gibt es wahrlich genug.

Noch unpräziser und verwirrender wird es, wenn es in einem kleinen popularwissenschaftlichen Buch der Sowjetunion, das doch aufklären sollte, heißt:

„In der klassischen Physik müssen zwei gleiche Versuche bei gleichen Anfangsbedingungen immer zu ein und demselben Endresultat führen. Darin liegt das Wesen der Kausalität der klassischen Physik, des klassischen Determinismus. Die Besonderheit der quantenmechanischen Kausalität besteht darin, daß sie selbst bei unveränderten Versuchsbedingungen nur die Wahrscheinlichkeit für den Ausgang eines einzelnen Experiments anzugeben vermag, dafür jedoch ganz genau das allgemeine Bild voraussagt, das einer großen Anzahl derartiger Versuche entspricht.“⁴³

In dieser „populären Quantenphysik“ sind schon die komplementären Begriffspaare z.T. falsch zugeordnet: Welle – Teilchen, Kontinuität – Diskretheit, Erscheinung – Beobachtung, Kausalität – Zufall,⁴⁴ dann aber wieder Zufall – Gesetzmäßigkeit,⁴⁵ was schlichtweg falsch ist, denn Zufall ist zu Notwendigkeit komplementär. Auch Kausalität – Zufall ist falsch; Kausalität und Nicht-Kausalität bzw. Akausalität sind komplementär, nur gibt es keine Akausalität. So ist Kausalität denn auch eher eine philosophische Kategorie als eine physikalische.

⁴¹ Vgl. Werner Heisenberg, Physik und Philosophie,

⁴² Philosophisches Wörterbuch, Stichwort ‚Zufall‘, a.a.O.

⁴³ Leonid I. Ponomarjow, Welle oder Teilchen. Eine populäre Quantenphysik, Verlag MIR: Moskau und Urania Verlag: Leipzig-Jena-Berlin 1974, S. 229

⁴⁴ Ibd., S. 230

⁴⁵ Ibd., S. 228f.

Sowjetische Philosophen hatten sich da schon Ende der 1950er Jahre präziser geäußert, und zwar auf der Allunionskonferenz zu philosophischen Fragen der Naturwissenschaft in Moskau 1958:

„Zum ersten ignoriert man (bei den Quantenphysikern, PMK) den Unterschied des mechanischen Determinismus vom Determinismus, wie ihn der dialektische Materialismus auffaßt; zum zweiten wird die Kausalität mit der dynamischen Gesetzmäßigkeit vermengt, wobei entweder die Kausalität (die dynamische Gesetzmäßigkeit) der statistischen Gesetzmäßigkeit gegenübergestellt wird, oder die Kausalität wird als statistisches Mittel der chaotischen elementaren Erscheinungen gedeutet; zum dritten, und das ist am wesentlichsten, wird die Kausalität in bestimmter Weise mit der Voraussagbarkeit dessen, was beobachtet wird, gleichgesetzt.“⁴⁶

Eine kategorial grundlegende und schlüssige Kritik an der falschen Auffassung von Zufall und Gesetz sowie der Verwechslung von Determinismus mit Kausalität hat m.W. erst der Münsteraner Philosoph Joachim Forsche geübt, indem er ausführte, daß Kausalität als Prinzip nur angewandt werden kann zwischen zwei Ereignissen, die unmittelbar und materiell miteinander in Zusammenhang stehen.⁴⁷ Auf die zweite Reaktion einer Wirkung, die dann selbst wieder zur Ursache weiterer Wirkungen wird (Hegel), hat dies keinen Einfluß im Sinne der Vorhersehbarkeit bzw. eines mechanischen Determinismus; gerade in dem Konzept von Zufallsreaktionen kann man zeigen, daß im Nachhinein sehr wohl Ursachen angegeben oder gefunden werden können, warum dieses oder jenes Ereignis eingetreten ist. Die Zufallsreaktion selbst kann jedoch nicht weiter zurückverfolgt werden, ihre Ursache ist eben der Zufall selbst und nichts sonst. Hier fallen Ursache und Wirkung zusammen, es ist sozusagen die Zeit zwischen Ursache und Wirkung gleich 0. Objektiver Zufall tritt auf der Zeitachse bei $t=0$ auf.

Offenbar kann man jedoch unterschiedliche Arten von Zufällen definieren, wie Herbert Hörz es in seiner Beurteilung von Aussagen Schrödingers über den Zufall angedeutet hat:

„Gerade die Anerkennung der bedeutenden Rolle der statistischen Gesetze zwingt uns, verschiedene Arten des Zufalls zu untersuchen und damit unsere Auffassung über das Verhältnis von Gesetz und Zufall weiterzuentwickeln.“⁴⁸

Dies hat dann aber seit den 1970er Jahren, als Hörz dies forderte, niemand mehr getan, auch er selbst nicht, jedenfalls nicht über weitere Andeutungen hinaus, geschweige denn bis zu Ende durchgeführt. Selbst in seiner fast 250 Seiten langen Monographie, die ausgesprochen dem Thema Zufall gewidmet ist, gelingt es Hörz nicht, zu einer konkreten Definition des Begriffs Zufall zu kommen.⁴⁹ Wieder und wieder liest man tautologische Satzkonstruktionen mit der selbstbezüglichen Aufforderung, dies und das oder jenes müsse noch detailliert untersucht werden. Folgender Satz stellt die dialektisch-materialistische Konzeption sogar auf den Kopf:

„Die Wissenschaft sucht in den zufälligen Ereignissen die Gesetze. ... Die Anerkennung der Objektivität des Zufalls wird dialektisch mit der Forderung verbunden, die Gesetze zu erkennen, die den Zufall beherrschen.“⁵⁰

Hier hat Hörz Engels gründlich mißverstanden; er zitiert in der obigen Auslassung Engels:

„Wo aber auf der Oberfläche der Zufall sein Spiel treibt, da wird er stets durch innere verborgene Gesetze beherrscht, und es kommt nur darauf an, diese Gesetze zu entdecken.

⁴⁶ M.E. Omeljanowski, Lenin und die philosophischen Fragen der modernen Physik, in Philosophische Probleme der modernen Naturwissenschaft. Materialien der Allunionskonferenz zu den philosophischen Fragen der Naturwissenschaft Moskau 1958, Akademie Verlag: Berlin 1962, S. 26-80, hier: S. 53f.

⁴⁷ Joachim Forsche, Kausalitätsbegriff und dialektisch-materialistische Entwicklungskonzeption, in Deutsche Zeitschrift für Philosophie (DZPh) Heft 2/1975, 306-313

⁴⁸ Herbert Hörz, Marxistische Philosophie und Naturwissenschaften, Pahl-Rugenstein: Köln 1974, S. 362.

⁴⁹ Herbert Hörz, Zufall – Eine philosophische Untersuchung, Akademie-Verlag: Berlin/DDR 1980

⁵⁰ Ibid., S. 81

Hier geht es nicht mehr um die zufällige Totalität eines einzelnen Ereignisses, sondern um den gesetzmäßigen Zusammenhang scheinbar zufälliger Ereignisse.“⁵¹

Das kann Engels nicht gemeint haben, daß sich die Gesetze auf den Begriff Zufall beziehen und ihn erklären könnten, wenn man den Zufall – übrigens abstrus als „Abweichung vom Gesetz“ bei Hörz definiert⁵² – nur weiter und tiefergehend erforschen würde. Engels, der hier übrigens von der Entwicklungsgeschichte der Gesellschaft spricht, sagt, daß Gesetze unter der Oberfläche der Erscheinungen zu entdecken sind, aber nicht, daß dies Gesetze des Zufalls seien. Diese Gesetze beherrschen bloß die Zufälle, so daß sie nicht beliebig erscheinen, sondern in einem gegebenen und definierbaren Rahmen auftreten. Das ist aber etwas anderes, als das, was Hörz daraus folgert. Bei Hörz wird daraus, daß man Zufälle beherrschen können, indem sie in Gesetze eingebunden sind; der Zufall wird von ihm als „Erscheinungsform der Notwendigkeit“, angeblich nach Engels, definiert.⁵³ Folgerichtig hat Hörz zuvor den Gesetzesbegriff mit Notwendigkeit verknüpft, was jedoch zwei verschiedene Ebenen sind: ein Gesetz beschreibt oder umschließt notwendige *und* zufällige Ereignisse oder Reaktionen⁵⁴; zufällige Prozesse oder Ereignisse können nicht außerhalb von Gesetzen auftreten, sondern nur innerhalb, das hat Engels gemeint. Hörz aber setzt, indem er Gesetz und Notwendigkeit gleichsetzt, auch Zufall und Notwendigkeit gleich; damit geht der dialektische Widerspruch verloren und die Hierarchieebenen werden verwechselt. Wenn Zufall eine Erscheinungsform der Notwendigkeit wäre, wie Hörz meint, dann könnte man durch genaueste Erforschung zufälliger Prozesse deren Ergebnisse vorhersehen. Das endet aber in einem unauflösbaren Widerspruch, weshalb die begriffliche Konstruktion nicht stimmen kann. Es ist kein *dialektischer* Widerspruch mehr und wir landen wieder im mechanischen Determinismus, dem das Etikett *dialektisch* nur aufgeklebt wird.

Der zweite und grundlegende Denkfehler jeder nicht-dialektischen Philosophie aber ist derjenige, der nur die Alternative aufstellen läßt: Determinismus oder Indeterminismus, *tertium non datur* (siehe dazu auch weiter unten, Kapitel 3.1.2). Dies ist wiederum nicht gerechtfertigt, denn genauso wie es durchaus relativ präzise, deterministische Aussagen gibt, gibt es auch statistische Aussagen über das chaotische Verhalten einer Vielzahl oder eines Kollektivs von Teilchen, also eine unscharfe, deterministische Aussage, indeterministisch in Bezug auf *ein* Teilchen im Kollektiv, aber statistisch, d.h. mit einer gewissen Fehlerhaftigkeit bzw. Wahrscheinlichkeit, vorhersehbares, weil gesetzmäßiges Verhalten des Ganzen. Um Vorhersagen für praktische Entscheidungen zu treffen, reicht dies ggf. aus. Krasser Indeterminismus ist also nicht die Alternative. Marxisten haben daher den Begriff *dialektischer Determinismus* geprägt; Chaosforscher sprechen von „deterministischem Chaos“, was nur ein scheinbarer Widerspruch ist.⁵⁵ Und sogar über eines der klassisch-zufälligen Bewegungsmuster, der Brownschen Bewegung, sind „deterministische“, allerdings mathematisch komplizierte Berechnungen angestellt worden.⁵⁶

Man müßte also, statt weiterhin von „starker“ und „schwacher“ Kausalität zu reden und deren angeblicher „Verletzung“, fünf ganz andere Thesen aufstellen:

1) das Kausalitätsprinzip gilt immer (sonst wäre es kein Prinzip). Ein Kausalgesetz dagegen gibt es nicht;

⁵¹ F. Engels, Ludwig Feuerbach und der Ausgang der klassischen deutschen Philosophie, MEW 21, Berlin 1975, S. 297

⁵² H. Hörz, Werner Heisenberg und die Philosophie, Verlag der Wissenschaften: Berlin 1968, S. xxx

⁵³ Hörz, Zufall, S. 66 und passim.

⁵⁴ Genauerer zum Gesetzesbegriff folgt im Kapitel 3.1.2 weiter unten (S. 21).

⁵⁵ Vgl. z.B. Worg, Deterministisches Chaos, a.a.O.; M. Mary Selvam, Universal quantification for deterministic chaos in dynamical systems, Applied Mathematical Modelling 17, 642-649 (1993). Die letztere Arbeit kommt aus dem Institut für Tropische Meteorologie, Puna, Indien, und beschäftigt sich mit den universellen Feigenbaum Konstanten.

⁵⁶ Michael C. Mackey und Marta Tyran-Kamińska, Deterministic Brownian motion: The effects of perturbing a dynamical system by a chaotic semi-dynamical system, Physics Reports 422, 167-222 (2006)

2) der mechanische Determinismus („gleiche Ursachen rufen gleiche Wirkungen hervor“; „alles ist vorhersehbar“) ist schon lange obsolet und gilt noch nicht einmal in der klassischen Physik;

3) Indeterminismus ist keine wissenschaftlich begründbare Ideologie;

4) es gibt den ‚objektiven‘ Zufall;

5) es gibt „stark“ determinierte Vorgänge (mit kleinen, vernachlässigbaren Fehlern in den Voraussagen) und es gibt „schwach“ determinierte Vorgänge (mit größeren Ungenauigkeiten und demnach nur statistisch vorhersehbaren Folgen), die nur noch Wahrscheinlichkeitsaussagen zulassen.

3.1.2 Beispiele scheinbarer Akausalität: Verwechslung von Zufall und Indeterminismus, Kausalität mit Determinismus sowie Theorie mit Realität

Beliebte naturwissenschaftliche Beispiele zur popularwissenschaftlichen Demonstration, die häufig genug aber an Demagogie grenzen, stammen fast immer aus der Mikrowelt der Atome und der Elementarteilchen; das liegt daran, daß in diesem Mikrokosmos Anfang des vorigen Jahrhunderts statistische Gesetzmäßigkeiten von Teilchenkollektiven entdeckt wurden, und zwar sowohl strukturell als auch dynamisch. Der statistische Aspekt war dabei aber noch nicht das eigentlich Revolutionäre, denn die Gesetze der Thermodynamik hatten bereits grundsätzlich statistischen Charakter. Das Verhalten der Elementarteilchen offenbarte jedoch bis dahin vollkommen unbekannte Eigenschaften: je nachdem, wie man ein Experiment aufbaute, verhielt sich beispielsweise ein Elektron als Teilchen oder auch als Welle. Als Einstein 1905 den photoelektrischen Effekt beschrieb⁵⁷, zeigte sich, daß Elektronen aus einer Metallfolie, die im Vakuum mit Licht hoher Energie bestrahlt wird, nicht kontinuierlich emittiert, sondern in „gequantelten“ Einheiten, in Portionen abgegeben werden, deren Energie gerade $E = h \cdot \nu$ ist, wobei h das Plancksche Wirkungsquantum und ν die Frequenz des Lichtes ist. Die Frequenz des Lichtes errechnet sich wiederum nach $\nu = c/\lambda$, wobei c die Lichtgeschwindigkeit und λ die Wellenlänge des Lichtes ist. Das widersprach vollständig der bisherigen Auffassung einer übergangslosen Struktur der Welt bzw. der Materie ohne „Sprünge“ (*natura non facit saltus*). Das Verhalten von diesen eigenartigen, nicht mehr vom dreidimensionalen Denken her verstehbaren Objekten ließ sich nur schwer beschreiben und noch schwerer in eine mathematische Form bringen. Seit dieser Zeit sagt man, Elektronen (wie auch Photonen = Lichtteilchen) sind weder **nur** als Teilchen (Korpuskel) noch **nur** als Welle zu beschreiben, um damit ihr Verhalten zu erfassen und, vor allem, vorausszusagen. Sie können beides sein, je nachdem, wie ein physikalisches Experiment angeordnet ist. Vielleicht sind sie sogar ein Drittes, wenn wir keine Messungen vornehmen, und das wir mit unserer Vorstellung und Mathematik nicht beschreiben können.

Wir können hier nicht auf die Einzelheiten der Geschichte der Entwicklung der Quantentheorie eingehen; dazu sind schon sehr viele Bücher geschrieben worden. Es seien nur einige Worte zur Übertragung der Quantentheorie auf das Gebiet der chemischen Wechselwirkungen gesagt: es entwickelte sich nach und nach in der Quantenchemie eine nachgerade dialektische Aussagelogik, die bis heute vielen Naturwissenschaftlern immer noch Verständnisschwierigkeiten bereitet. Wenn vom Aufenthalt und der Anordnung von Elektronen in der Elektronenhülle von Atomen oder Molekülen die Rede ist, so spricht man von einem Wahrscheinlichkeitsraum, in dem Elektronen mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit anzutreffen sind und zeichnet wie Wolken aussehende Gebilde, denen aber keine physikalische Realität zukommt. (Siehe unten, das erste Beispiel, und die Abb. 3 a und b). Für die Chemie sind die Formen dieser Aufenthaltsräume, sie werden auch Orbitale genannt, von größter Wichtigkeit, da sie die Reaktivität der Atome und Moleküle bei chemischen Reaktionen determinieren und so Voraussagen zulassen, was mit welchem anderen Teilchen reagieren könnte, um neue Stoffe herzustellen etc.

Außerdem ist der Begriff „Verhalten“ von Elektronen problematisch, weil sie sich in der Elektronenhülle eigentlich nicht wie Teilchen bewegen (Bohrsches Atommodell), sondern

⁵⁷ Albert Einstein, Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt, Annalen der Physik 17, 132-148 (1905). Bekanntlich erhielt Einstein hierfür 1921 den Nobelpreis und nicht für die Relativitätstheorie. Diese war dem schwedischen König ein Graus und er wollte davon eigentlich nichts hören. Einstein, der den Preis nicht persönlich entgegennehmen konnte, da er sich auf einer Asienreise befand, holte den Vortrag zwei Jahre später nach, weil das Preisgeld sonst nicht ausgezahlt worden wäre. Er hielt seinen Nobelvortrag am 11. Juli 1923 in der Jubiläumshalle in Göteborg in Anwesenheit des Königs vor ca. 2000 Zuhörern und sprach über „Grundgedanken und Probleme der Relativitätstheorie“. Nach dem Vortrag plauderte König Gustav V. angeregt mit Einstein.

einen „Zustand“ bilden; daher auch der Ausdruck „Zustandsgleichungen“ in der Quantenphysik bzw. Quantenchemie. Wir wollen in diesen Fällen der Zustandsbeschreibungen von „Struktur“ reden, also einem statischen Begriff, und immer dann, wenn sich etwas bewegt, sei es durch natürliche Vorgänge, sei es durch artifiziell angelegte Versuchsbedingungen in einem Experiment, von „Bewegung“ (dynamisch). In ganz striktem Sinne benötigen wir das Kausalitätsprinzip denn auch nur bei dynamischen Reaktionen/Prozessen, auch bei Wechselwirkungen, denn wenn alles in Ruhe ist und man lediglich eine Struktur beobachtet oder beschreibt, steht die Zeit gewissermaßen still ($t=0$). Daran sieht man auch, daß Kausalität nicht mit Gesetzmäßigkeit gleichzusetzen ist: zwar ist jedes Gesetz an einen Kausalzusammenhang gebunden, aber nicht umgekehrt.⁵⁸ Z.B. sagen die Gesetze der Geometrie nur etwas über räumliche, quantitative Beziehungen aus, welche jedoch nicht in einem Ursache-Wirkungs-Verhältnis zueinander stehen. Der Satz des Pythagoras kann schlecht so formuliert werden, daß die Summe der Kathetenquadrate die *Ursache* dafür ist, daß sie dem Hypotenusenquadrat gleich ist. Außerdem bewegt sich dabei nichts; offenbar ist doch die Bewegung eine unbedingte Voraussetzung für ein Ursache-Wirkungsverhältnis. Ohne Bewegung kann es keine Reaktion geben; ohne Bewegung wird nichts in Gang gesetzt, das dann eine Folge haben könnte. Trotzdem klärt man Strukturen auf und beschreibt sie, denn es existiert ein enger – nämlich wiederum dialektischer – Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion. Wenn der Strukturaufklärung von Proteinen und Nucleinsäuren, eigentlich allen chemischen Molekülen eine derartige Wertigkeit eingeräumt wird, dann genau aus diesem Grunde. Gesucht wird die räumliche Struktur eines Moleküls nicht, um ein abstraktes, ästhetisches Bedürfnis zu befriedigen, sondern um auf die Funktion(en) dieses Moleküls schließen zu können. Nirgendwo anders als in der Biochemie ist dieser Zusammenhang unmittelbar einleuchtend.

Aber noch immer kann man nicht sagen, daß die Struktur die Ursache (*causa*) bildet, um die Funktion zu erklären. Sie ist nur eine notwendige, aber nicht hinreichende Voraussetzung; damit eine Ursache und eine Wirkung in chemischen Reaktionen auftreten können, müssen Moleküle sich bewegen, sie müssen in unmittelbarem Kontakt miteinander treten und ihre Reaktivität, die durch intrinsische Eigenschaften derselben Moleküle bestimmt wird, läßt dann erst eine Wirkung zustande kommen. Dabei wird eine ganze Reihe von Zwischenschritten durchlaufen, sogenannte angeregte Übergangszustände, bei denen auch Tunnelungsprozesse vorkommen können. Die Theorie der chemischen Reaktivität und der Übergangszustände ist äußerst kompliziert und wir können hier nicht näher darauf eingehen. Die Energiebarriere jedoch, die natürlicherweise zwischen den Reaktionen von Molekülen bei ‚normaler‘ Temperatur vorhanden ist, ist es, die Materie erst in gewissem Sinne stabil macht, so daß sie nicht ständig zerfließt. Wäre diese Barriere nicht, dann gäbe es überhaupt keine Strukturen, weder Erde, Gestein, Wasser, weder Mikroorganismen noch Pflanzen oder Tiere. Alles wäre vollständig amorph, und – nebenbei – auch unsichtbar, vielleicht nur in Form von Elementarteilchen, vielleicht so wie in der Phase des Urknalls oder davor, wenn es denn einen gegeben hat. Anders ausgedrückt, sprechen Chemiker auch von der Aktivierungsenergie, die aufzubringen ist, damit Moleküle überhaupt miteinander reagieren. Gelegentlich wird die Aktivierungsenergie, wenn sie sehr niedrig ist, allein von der Bewegungsenergie der Moleküle aufgebracht; sie reagieren dann schon bei Raumtemperatur. So reagieren bestimmte Metalle wie z.B. Natrium (Na) spontan mit Luftsauerstoff, ohne dass Energie zugeführt werden muß, d.h. sie würden an der Luft brennen, wenn sie nicht unter Öl oder einer sonstigen, sauerstofffreien Umgebung aufbewahrt würden; in der Natur kommen sie daher auch frei nicht vor. Andere Stoffe benötigen Aktivierungsenergie als Initialzündung und werden dann in der Art einer Kettenreaktion bzw. in einem autokatalytischen Prozeß mit Sauerstoff reagieren, d.h. auch sie würden dann brennen, bei Raumtemperatur jedoch nicht und Dynamit explodiert ohne Zündung bekanntlich auch nicht, reines Glycerintrinitrat („Nitroglycerin“) wiederum schon bei der kleinsten Erschütterung.

⁵⁸ Es ist offenbar ein Kennzeichen von dialektischen Formulierungen, daß bei solchen Sätzen die umgekehrte Aussage nicht zutrifft.

Halten wir fest: in der Realität bewegt sich alles immer, es gibt keine absolut stabile Struktur. Das ist der wahre Hintergrund für den Unterschied zwischen Theorie und Praxis, πάντα ῥεῖ. Jede in der Theorie, im wörtlichen Sinne feststellbare Struktur ist zeitgebunden, kann nur eine zeitlang beobachtet werden. Dieses „zeitlang“ kann jedoch höchst unterschiedlich sein; so kann die eine Struktur äußerst schnell vergänglich sein, z.B. exotische Elementarteilchen, die nur Femtosekunden lang existieren, die andere Struktur, z.B. unser Sonnensystem, nur sehr langsam. Die Hälfte der gesamten Lebensdauer der Sonne, die etwa 10 Milliarden Jahre beträgt, ist bereits ungefähr erreicht. Dann explodiert die Sonne und wird zu einer Supernova, denn der Kernvorrat für die Verschmelzungsprozesse ist erschöpft.

Gehen wir jetzt ein wenig näher auf den Gesetzesbegriff ein: ein wissenschaftliches Gesetz als Bestandteil von wissenschaftlichen Theorien, sowohl in den Natur- als auch in den Gesellschaftswissenschaften, kann man knapp so definieren: ein **Gesetz** beschreibt **Zustände** und deren **Änderungen** eines natürlichen (physikalischen, biologischen etc.) oder auch eines gesellschaftlichen Systems mittels meßbarer, eindeutig definierter Größen (Parameter, Variablen). Anders ausgedrückt: Objektive Naturgesetze existieren nur insofern, als sie das notwendig Wiederholbare und Allgemeine erfassen, das, was im Wechsel der Erscheinungen invariant oder konstant bleibt. Das ist auch der Grund, warum Gesetze Voraussagen ermöglichen, die man nicht nur für die Generierung weiterer Hypothesen bei der wissenschaftlichen Arbeit benötigt, sondern vor allem in der industriellen Anwendung.

Im Detail gilt weiter folgendes:

- 1) im Gegensatz zu **Regeln** läßt ein Gesetz keine Ausnahme zu. In erster Näherung kann man daher sagen, Gesetze sind **Regeln ohne Ausnahme**.⁵⁹
- 2) Gesetze sind **Aussagen**, die mindestens allgemeine Beziehungen zwischen den Größen für die untersuchten bzw. betrachteten Objekte festhalten. Daraus folgt:
- 3) Gesetze gelten nur für diese betrachteten **Objekte in ihrer Wechselwirkung**, d.h. Gesetze sind immer an die Wirkungsbedingungen ihrer Objekte gebunden.⁶⁰ Verläßt man diesen Geltungsbereich, gelten andere Gesetze. Dies ist ja sogar und gerade in der Juristik eine *conditio sine qua non*; als erstes wird in einem ‚Gesetz‘ der Geltungsbereich definiert und in juristischen Auseinandersetzungen geht es um eine präzise Aufklärung und Darstellung des umfassenden Tatbestandes. Dieser muß innerhalb dieses Geltungsbereichs liegen, sonst ist das Gesetz nicht anwendbar. Und schließlich gilt:
- 4) Gesetze machen keine Aussagen über einzelne Elemente oder individuelle Objekte, auf die dann eine Kraft einwirkt; die Bewegung ist untrennbar mit dem Teilchen verbunden, es ist seine Eigenschaft. Schon Newton hatte den Standpunkt einer Trennung von Materie und Bewegung überwunden. Mit Newton wird Bewegung zum "Grundzustand" der materiellen Körper, nicht die Ruhe. **Damit ist nicht ein isoliertes einzelnes Teilchen das Elementare, sondern seine Wechselwirkungen**. Schon in Newtons Weltbild kann Einzelnes ohne Wechselwirkungen gar nicht existieren, er setzt eine "Wirkungsfähigkeit" der Materie voraus.⁶¹ Gravitation ist Wechselwirkung zwischen Massen.⁶² Im Kraftbegriff

⁵⁹ Annette Schlemm, Physikalische Gesetze, Vortrag am 18./19.11.2000 auf dem Workshop „Wahrnehmung und Verfügung. Philosophie als Kritik der Naturwissenschaften“ im Forschungskolloquium der Interdisziplinären Arbeitsgruppe Kulturforschung (IAG) Kassel. (<http://www.thur.de/philosophie/physgesetz.htm>; l.a. 2.01.2009). Vgl. auch A. Schlemm, Wie wirklich sind Naturgesetze. Auf Grundlage einer an Hegel orientierten Wissenschaftsphilosophie, LIT: Münster 2005.

⁶⁰ Beispiel: "Sofern man irgendwelche Erscheinungen mit den Begriffen der Newtonschen Physik, nämlich Ort, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft usw. beschreiben kann, so gelten auch die Newtonschen Gesetze in aller Strenge, und daran wird sich auch in den nächsten hunderttausend Jahren nichts geändert haben" (Werner Heisenberg, Der Teil und das Ganze, S. 117).

⁶¹ So Schlemm, Physikalische Gesetze.

⁶² Es ist ein geradezu dialektisches Kunststück, daß bei der mathematischen Behandlung der Bewegung der Himmelskörper seit Newton punktförmige Massen, sogenannte Massenpunkte, angenommen werden. Die realen Objekte, z.B. die Planeten und Sonnen, haben also mathematisch keine Ausdehnung, sie sind eine totale Abstraktion, die mit der Wirklichkeit nicht im geringsten übereinstimmt, und nur dann kann man ihre Bewegungsgleichungen berechnen.

wird diese sonderbare Beziehung auf den Begriff gebracht: Kraft ist keine äußere Einwirkung, sondern eine intrinsische Eigenschaft der Objekte selbst, so wie Nucleinsäure-Moleküle nicht "Träger" von Information sind, sondern sie selbst stellen Information dar, auf molekularer Ebene, sozusagen „materialisierte Information“, wenn man denn diesen Begriff auf dieser Ebene der molekularen Wechselwirkung bereits anwenden will.

Über Punkt 3) war sich beispielsweise Werner Heisenberg noch vollkommen im klaren und er würde sich im Grabe umdrehen, wenn er lesen würde, was heutige ‚Popularwissenschaftler‘ mit der Übertragung von Gesetzen und Theorien auf inadäquate Objektbereiche anstellen:

„... ist es an dieser Stelle wichtig, sich daran zu erinnern, daß wir uns in der Naturwissenschaft nicht für das Universum als Ganzes, das uns selbst einschließt, interessieren, sondern daß wir unsere Aufmerksamkeit auf gewisse Teile des Universums richten und zum Gegenstand unseres Studiums machen. In der Atomphysik ist dieser Teil gewöhnlich ein sehr kleiner Gegenstand, nämlich ein atomares Teilchen oder eine Gruppe solcher Teilchen, manchmal ist er auch größer; auf die Größe kommt es hier nicht an. **Wohl aber ist es wichtig, daß ein großer Teil des Universums, der uns selbst einschließt, nicht mit zum ‚Gegenstand‘ gehört.**“⁶³

Zum Punkt 4) könnte man anmerken, Einstein hätte seine eigene Vorstellung konsequenter zu Ende denken sollen, wenn man folgenden Satz liest, von dem man aber nicht weiß, ob er auf den polnischen, theoretischen Physiker *Leopold Infeld (1898-1968)* zurückgeht:

„Der Quantenphysiker gibt sich nicht mit Gesetzen für einzelne Elementarteilchen ab und schreitet gleich zur Aufstellung der statistischen Gesetze, die für große Ansammlungen gelten.“⁶⁴

Auch *Walter Nernst (1864-1941)*, Nobelpreisträger von 1920, Physikochemiker und Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, hatte schon 1921 in seiner Rede zum Rektoratsantritt an der Universität Berlin gesagt,

„... daß unsere Naturgesetze zwar befriedigend genau uns statistische Mittelwerte liefern, daß aber eine völlig genaue Beschreibung der Einzelvorgänge uns verschlossen ist. Die gegenwärtige Sachlage läßt sich vielleicht durch folgendes Beispiel am anschaulichsten erläutern. Es ist durchaus denkbar, daß eine Lebensversicherungs-gesellschaft auf Grund sorgfältiger Statistik und unter wissenschaftlicher Berücksichtigung der gerade herrschenden hygienischen Verhältnisse mit großer Genauigkeit die Zahl der Todesfälle pro Jahr in ihrem Bezirke anzugeben vermag; wendet sich aber das einzelne Individuum mit der Frage an die Gesellschaft, wie lange es noch zu leben hätte, so kann er keine Antwort erhalten.“⁶⁵

Es sei angemerkt, daß es nicht nur in der Quantenmechanik statistische Gesetze gibt, mithin nur Wahrscheinlichkeitsaussagen für Effekte, sondern die gesamte Thermodynamik besteht aus statistischen Gesetzen und manche Naturwissenschaftler nehmen an, daß man diese Idee, sozusagen retrospektiv, auf die klassische Physik überhaupt ausdehnen kann. Dafür spricht, daß die klassische Physik bzw. ihre mathematische Fassung von idealisierten Systemen ausgeht und nicht von der Realität und daß allein das Meßproblem beim Aufzeichnen von Daten in einer realen Experimentalumgebung eine statistische Herangehensweise erzwingt. Dies kann an dieser Stelle jedoch nicht weiter ausgeführt werden. Überdies kann man leicht zeigen,

⁶³ W. Heisenberg, Die Kopenhagener Deutung der Quantentheorie, in: ders., Quantentheorie und Philosophie, RECLAM: Stuttgart 1979/2006, S. 42-61, hier: S. 53 (Hervorhebung vom Autor).

⁶⁴ Albert Einstein/Leopold Infeld, Die Evolution der Physik. Von Newton bis zur Quantentheorie, Hamburg 1956, S. 186.

⁶⁵ Walther Nernst, Zum Gültigkeitsbereich der Naturgesetze. Rede zum Antritt des Rektorates der Friedrich-Wilhelms-Universität in Berlin, Berlin 1921, S. 9. Nernst gilt als Initiator der Solvay-Konferenzen, die in Brüssel 1911 das erste Mal ausgerichtet wurden.

daß der objektive Zufall auch in der klassischen Physik schon eine wesentliche Rolle spielen kann, wie man u.a. an der Unmöglichkeit sehen kann, die Bahnen von mehreren Planeten für eine längere Periode exakt berechnen zu können (schon in der Schule lernt man, daß die Berechnung der gleichzeitigen Bewegung dreier Körper mathematisch nicht mehr exakt gelöst werden kann), oder daran, daß die Bewegungen von bestimmten experimentellen Pendeln wie dem Pohlschen Pendel und dem Magnetpendel derart zufällig sind, dass keine Voraussagen über ihre Bewegungsrichtung möglich sind. Sogar das angeblich ‚starre‘ Pendel etwa einer Standuhr unterliegt in der Realität gewissen Schwankungen aufgrund der Außentemperatur, wodurch das Pendel im Sommer durch Ausdehnung des Metalls einer anderen Trajektorie folgt als im Winter, wo es sich wieder nicht-reproduzierbar zusammenzieht, so dass die Uhr eigentlich sehr ungenau und nur zufällig zu einzelnen Zeitpunkten richtig geht.⁶⁶

Zur Erläuterung folgen jetzt einige statische und dynamische Beispiele.

Erstes Beispiel (statisch):

Wir können über die Elektronenhülle von Atomen und Molekülen, die Quantenphysiker sagen auch Elektronenwolke, die Quantenchemiker Orbital, nur sagen, die Elektronen halten sich – je nach Konvention und Aufwand der Berechnung – mit einer Wahrscheinlichkeit von 90% in diesem Raum auf, der diese Form hat, der so und so aussieht.⁶⁷ Diese Wolke, die man zwar räumlich darstellen kann, ist aber nicht real, sondern ein mathematisch berechenbarer Wahrscheinlichkeitsraum, in dem mit einer Wahrscheinlichkeit von 90% garantiert Elektronen anzutreffen sind, aber keiner weiß, wo genau, falls es Teilchen sind. Da die Elektronen, wie gesagt, auch Welleneigenschaften besitzen, sagt man in der Sprache der Wellentheorie auch, sie seien verschmiert und meint damit eigentlich physikalisch Elektronendichte und, da Elektronen eine negative Ladung tragen, sagt man auch in der Sprache der Quantenchemiker, hier herrsche eine Atmosphäre der Elektronegativität.⁶⁸ Man hat also alternativ eine Elektronegativitätsdichte berechnet. Der grundlegende Unterschied einer solchen Wahrscheinlichkeitsdichte zu einer statistischen Mittelwertbildung bei Korpuskeln in der Thermodynamik ist der, daß Mittelwerte der Bahnen von definierbaren Teilchen gebildet werden, während Elektronendichten, berechnet mit Hilfe der Schrödingergleichung, einen *Zustand* beschreiben, der gar keiner Realität mehr entspricht. Daher auch die Aussage der Quantenphysiker: die Wahrscheinlichkeitsdichte (Ψ^2) hat kein klassisches Analogon, sie ist nicht auf etwas Bekanntes, uns Vertrautes zurückzuführen.⁶⁹ Gleichwohl kann man durch Einsetzen entsprechender Randbedingungen in die Schrödingergleichung in das Gebiet der klassischen Physik gelangen. Anders ausgedrückt:

„Die Quantenmechanik enthält die klassische Mechanik als Grenzfall.“⁷⁰

Die Quantentheorie ist daher der klassischen Physik übergeordnet. Was man aber auch nicht vergessen darf: die Schrödingergleichung ist nur für ein Elektron, wie es im Wasserstoff-Atom vorkommt, lösbar. Ein Mehrelektronensystem ist mathematisch nicht mehr lösbar; es müssen gewisse Näherungen eingeführt werden, von denen mit der Zeit

⁶⁶ Für diesen Hinweis danke ich Herrn Prof. Dr. Robert Pohl, Cornell University, Ithaca, New York.

⁶⁷ Siehe Peter M. Kaiser, Zufall, Gesetz, Kausalität, UNIVERSITAS 34, 419-422 (1979)

⁶⁸ Dies ist wichtig für die Beurteilung der chemischen Reaktionsfähigkeit von Molekülen und läßt Voraussagen (sic!) anstellen, ob, wann und wie ein Molekül mit einem anderen reagieren würde, wenn man sie zusammenbrächte. Eine klassische Überlegung, die schlicht und im Grunde stillschweigend, manchmal gänzlich unbewußt von der Gültigkeit des Kausalitätsprinzips ausgeht.

⁶⁹ Werner Heisenberg, xxxxxxxx. Dies betonte auch immer mein akademischer Lehrer in Physikalischer Chemie in Marburg, der Schweizer Quantenchemiker Prof. Hans Kuhn, indem er ausführte, daß angesichts der Begriffe in der Quantenchemie „Verstehen“ nicht bedeuten könne, Unbekanntes auf Bekanntes zurückzuführen. Wäre dies nämlich so, dann könne man nichts verstehen. Unter aktuelleren Lehrbüchern siehe z.B. Wolfgang Nolting, Grundkurs Theoretische Physik 5/1. Quantenmechanik – Grundlagen, Springer: Berlin – Heidelberg 2009, S. 148.

⁷⁰ Lev D. Landau und Evgenij M. Lifschitz, Theoretische Physik kurzgefaßt. Band II. Quantentheorie, Karl Hanser: München – Wien 1980, S. 20 (Übersetzung aus dem Russischen; Lizenzausgabe des Akademie Verlages, Berlin 1975).

eine ganze Reihe entwickelt wurden und die ganz praktikabel sind, um die chemischen Eigenschaften von Molekülen zu berechnen.

Eine solche Elektronenwolke für das Wassermolekül H_2O ist in Abb. 3 dargestellt, und zwar einmal für das bindende Elektronenpaar zwischen dem Sauerstoff und den beiden Wasserstoffatomen (3a) und einmal für die sogenannten freien Elektronenpaare des Sauerstoffs, die für die Bindung nicht benötigt werden, die aber Wechselwirkungen mit weiteren Atomen bzw. Ionen, geladenen Teilchen, oder Molekülen mit verminderter Elektronendichte eingehen können (3b). Für die praktische Anwendung der Quantentheorie, für die Beschreibung der Eigenschaften von Atomen und Molekülen reicht diese Vorstellung vollkommen aus. Man muß nicht wissen, wo ein einzelnes Elektron sich in diesen Orbitalen gerade aufhält.⁷¹ Interessanterweise gibt es aber bis heute keine erschöpfende Theorie über Struktur und Verhalten von Wasser, denn reales Wasser sieht molekular nicht so aus wie in Abb. 3a und 3b berechnet und gezeichnet. Auch Cluster von invarianten Strukturen aus 3 oder 6 $\cdot \text{H}_2\text{O}$ sind unzureichend und erklären die Eigenschaften von Wasser nicht erschöpfend (vgl. Abb. 3c), kommen ihnen jedoch sehr nahe.

Wasser zeigt damit emergente Eigenschaften; aus den einzelnen H_2O -Molekülen sind die Wasserstruktur, der Aggregatzustand und alle anderen physiko-chemischen Eigenschaften nicht ableitbar. Die reduktionistische Methode und Darstellung versagt.

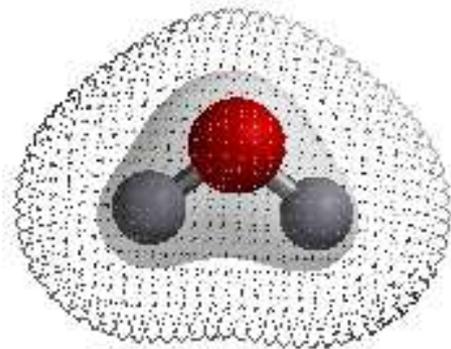


Abb. 3a „Aufenthaltswahrscheinlichkeitswolke“ der bindenden Elektronen im Molekülorbital von Wasser
(Quelle: <http://www.multimediachemieunterricht.uni-erlangen.de/Surfaces.htm>)

⁷¹ Dies hängt auch wieder damit zusammen, daß Elektronen ununterscheidbar sind. Daß gepaarte Elektronen in einem Molekülorbital allerdings einen unterschiedlichen Spin aufweisen (Pauli-Prinzip), geht zu tief in die Theoretische Chemie hinein und muß uns hier nicht weiter interessieren. (Vgl. etwa das Standardwerk von Linus H. Pauling, Die Natur der chemischen Bindung, Weinheim 1964²).

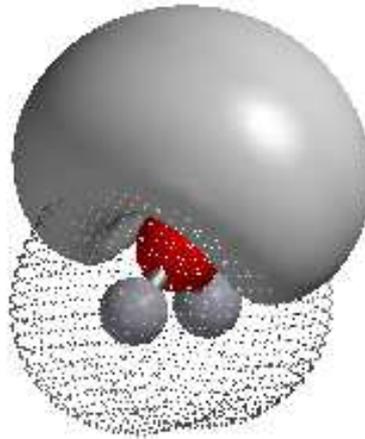


Abb. 3b „Aufenthaltswahrscheinlichkeitswolke“ der freien Elektronen des Sauerstoffs im Molekülorbital von Wasser (graue Wolke über dem Sauerstoff und dem Bindungsorbital)
(Quelle: <http://www.multimediachemieunterricht.uni-erlangen.de/Surfaces.htm>)

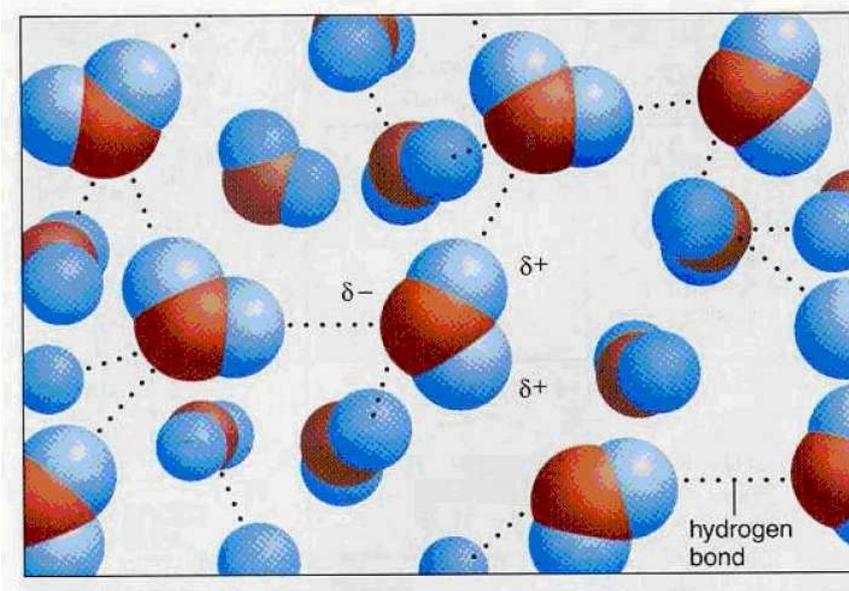


Abb. 3c Mögliche Wasserstruktur, H₂O mit eingezeichneten Wasserstoffbrückenbindungen (δ- bzw. δ+ sind negative bzw. positive Überschlußladungen; Quelle: Internet)

Zweites Beispiel (dynamisch):

Besonders beliebt bei Physikern ist das Beispiel des radioaktiven Zerfalls: manche glauben, die Tatsache, daß man nicht weiß, welches Atom zuerst oder in diesem oder jenem Moment zerfällt, lasse schließen, daß es in diesem Fall keine Ursache gibt, daß es eine Art „statistische Kausalität“ sein muß, die hier waltet. Manche Autoren, auch Hochschullehrer in ihren Arbeiten und Skripten, repetieren wieder und wieder die Vorstellung von „schwacher“ und „starker“ Kausalität, ohne zu berücksichtigen, daß es sich nicht um einen gesetzmäßigen Zusammenhang handelt, sondern um ein Prinzip.⁷²

⁷² So z.B. Koch, Kausalität, S. 163; Timo Altfelde, Determinismus, Vortrag vom 15. Januar 2007 an der Universität Bonn; Ingo Rechenberg, Vorlesung „Evolutionstrategien I. Logik des Experimentierens und Optimierens – Starke und Schwache Kausalität“ (Rechenberg ist Professor für Bionik an der TU Berlin); H.

Nach einem Autor soll diese Definition auf Deker und Thomas⁷³ zurückgehen, die als Kronzeugen Maxwell zitieren, nach einem anderen soll sie auf Max Born zurückgehen.⁷⁴ Das macht diese Begrifflichkeiten schon aus wissenschaftshistorischen Gründen fragwürdig. Es ist daher aufschlußreich, sich die hierzu oft zitierte, kurze Abhandlung von Max Born einmal genau durchzulesen; es ist nämlich nirgendwo die Rede von Kausalität, ja der Begriff kommt kein einziges Mal vor, auch nicht als Adjektiv. Born erdachte sich 1955, als er schon in Bad Pyrmont, seinem Alterssitz, wohnte, folgenden „trivial einfachen Fall“, rekurrierend auf das thermodynamische Gasmodell:

„Ein Masseteilchen bewegt sich reibungslos auf einer geraden Linie (x-Achse) kräftefrei und wird an den Enden ($x = 0$, $x = l$) vollkommen elastisch reflektiert. Die Koordinate x bleibt für jeden Anfangszustand (x_0 , v_0) in dem endlichen Intervall $0 < x < l$, die Geschwindigkeit v bleibt constant, die Abweichung Δ_x aber wächst proportional der Zeit ($\Delta_x = \Delta_{x0} + t \Delta_{v0}$) und erreicht beliebig große Werte in genügend fernen Zeiten. Jede Bewegung ist also instabil.

Der Zusammenhang mit der Frage des Determinismus ist nun offensichtlich. Will man an der Behauptung festhalten, daß auch in diesem System der Anfangszustand jeden anderen Zustand bestimmt, so muß man absolut genaue Werte x_0 , v_0 fordern, jede Abweichung Δ_{x0} , Δ_{v0} verbieten. Man könnte dann von 'schwacher' Determiniertheit reden im Gegensatz zu dem 'starken' Falle, wo alle Bewegungen dynamisch stabil und daher wirkliche Vorhersagen möglich sind. Aber das wäre doch nur eine Ausrede. Die tatsächliche Lage wäre diese: Nachdem ein kritischer Zeitpunkt $t_c = l/\Delta_{v0}$ erreicht ist, ist die Unsicherheit $\Delta_x > 1$, der Massenpunkt mag irgendwo im Intervall $0 < x < l$ zu finden sein. Das heißt, die Endlage ist undeterminiert. Wenn man Δ_{v0} kleiner macht, so rückt nur der kritische Moment t_c hinaus, bleibt aber für jedes endliche Δ_{v0} endlich. t_c wird ∞ nur für $\Delta_{v0} = 0$, d.h. für absolut scharfe Anfangsgeschwindigkeit.

Hier wird der Zusammenhang mit dem Kontinuumsproblem offensichtlich. Eine ausführliche Erörterung dieser Frage würde zu weit führen. Die folgende kurze Bemerkung genügt: Aussagen wie ‚Eine Größe x hat einen scharf bestimmten Wert‘ (ausgedrückt durch eine reelle Zahl, dargestellt durch einen Punkt des mathematischen Kontinuums) scheinen mir keinen physikalischen Sinn zu haben. Die moderne Physik hat ihre größten Erfolge durch Anwendung des methodologischen Prinzips errungen, daß Begriffe sinnlos sind und eliminiert werden müssen, deren Anwendung prinzipiell unbeobachtbare Unterscheidungen erfordert. Die hervorstechendsten Beispiele sind *Einsteins* Begründung der Speziellen und der Allgemeinen Relativitätstheorie (erstere verwirft den Begriff der absoluten Gleichzeitigkeit, letztere die Unterscheidung zwischen Schwere und Beschleunigung als unbeobachtbar) und *Heisenbergs* Begründung der Quantenmechanik (Elimination der unbeobachtbaren Bahnraden und Umlauffrequenzen aus Bohrs Atomtheorie). Das Problem der Kontinuität fordert zur Anwendung desselben Prinzips heraus.⁷⁵

Der entscheidende Fehler im vorherigen Beispiel der Radioaktivität ist also, daß einmal mehr Gesetz, Zufall und Determinismus mit Kausalität verwechselt werden bzw. die ‚alte‘

Joachim Schlichting, Physik – zwischen Zufall und Notwendigkeit, Praxis der Naturwissenschaften – Physik 42, 35-XX (1993) (http://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/fachbereich_physik/didaktik_physik/publikationen/zufall_notwendigkeit.pdf); Ders., Die Strukturen der Unordnung. Chaosphysik – zwischen Zufall und Notwendigkeit, ESSENER UNIKATE 11/1990, S. 9-21; Klaus Lehnertz, Medizinische Physik: Physikalische Grundlagen der Analyse biomedizinischer Signale, Universität Bonn, Wintersemester 2003/2004 (<http://www.meb.uni-bonn.de/epileptologie/staff/lehnertz/determ.pdf>); Hermann Honermann, Selbstorganisation in psychotherapeutischen Veränderungsprozessen. Eine kombinierte Prozeß-Outcome-Studie im Kontext stationärer Psychotherapie, Dissertation, Münster 2001, S. 39 ff.; Bernhard Lauth, Michael Zirpel und Gerhard Zoubek, Mathematische Grundlagen der klassischen und probabilistischen Kausalität (Teil 1), Version: 30. 09. 2005 (www.philosophie.uni-muenchen.de/fakultaet/lehreinheiten/logik/personen/b_lauth/downloads_lauth/kausalit.pdf); Themenblock Didaktik der Physik, Nichtlineare Dynamik I – Chaotisches Verhalten (<http://web.uni-frankfurt.de/fb13/didaktik/pagesK/5CHAO.pdf>) u.v.a.m.

Dagegen argumentiert in dem hier abgeleiteten Sinne: Paul Burger, Grundlagenreflexion der Nachhaltigkeitswissenschaft. Lektion 7: Methodologie II. Kausalität und Experimente. Erklären und Verstehen, Philosophisches Seminar der Universität Basel (Prof. Paul Burger ist Mitglied der Kommission Nachhaltige Entwicklung der SAGW [Schweizerische Akademie der Geistes- und Sozialwissenschaften]).

⁷³ Uli Deker und Harry Thomas, Die Chaos-Theorie. Unberechenbares Spiel der Natur, Bild der Wissenschaft Heft 1, 63-75 (1983)

⁷⁴ Schlichting, Physik, S. 45; dort wird angegeben: Max Born, Ist die klassische Physik tatsächlich deterministisch?, Physikalische Blätter 11, 49-54 (1955).

⁷⁵ Born, Klassische Physik, S. 51 f.

Vorstellung der unmittelbaren Verknüpfung von Kausalität und Determinismus nicht aufgegeben werden will: ganz eindeutig ist die Ursache des radioaktiven Zerfalls die Instabilität des jeweiligen Atomkerns, z.B. Uran-235, Plutonium-239, Polonium-210, Caesium-137, Strontium-90 usw. Daraus folgt, daß er zerfällt. Man kann sogar die Zerfallsrate berechnen, die Halbwertszeit bestimmen etc., da man das Gesetz kennt: es ist eine Reaktion erster Ordnung, deren geometrische Darstellung die einer e-Funktion mit negativem Exponenten ist. Das reicht für praktische Zwecke, also Anwendungen jeglicher Art, vollkommen aus. Daß man nicht weiß, welches Atom gerade in einem Moment zerfällt, ist sogar aus zwei Gründen belanglos: 1. sind die Teilchen, eben die Elementarteilchen, die dabei freigesetzt werden, ununterscheidbar⁷⁶, sie haben praktisch identische Eigenschaften, und daher kann man ohnehin das individuelle Teilchen gar nicht bestimmen oder identifizieren, und 2. kann man mit der Information über ein einzelnes Teilchen, selbst wenn man es wüßte, nichts anfangen; es kann auch nicht Überträger von Information sein, das kann nur ein Kollektiv. Aus der Bewegung einzelner Teilchen kann man kein Gesetz ableiten, so wie man auch Molekülorbitale nicht aus der Schrödingergleichung bzw. den Wellenfunktionen einzelner Teilchen ableiten oder zusammensetzen kann. Außerdem gilt der dialektische Satz: „Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile“, so sinngemäß schon Aristoteles. Daher gelten für „das Ganze“ andere, neue Gesetzmäßigkeiten, die jedoch die hierarchisch darunter liegenden miteinschließen, jedenfalls nicht außer Kraft setzen.

Bezogen auf den Zerfallszeitpunkt für ein (gedachtes) einzelnes Atom hat Anton Zeilinger, Prof. für Quantenphysik an der TU Wien, folgendes Beispiel gebracht:

„Stellen wir uns etwa ein einziges radioaktives Atom vor. Von diesem Atom wissen wir, daß es irgendwann zerfallen wird, und wir können die Wahrscheinlichkeit angeben, mit der es beispielsweise innerhalb der nächsten zehn Minuten zerfällt. Der konkrete Zerfall wird jedoch zu einem bestimmten Zeitpunkt auftreten, und wir haben keinerlei Möglichkeit, diesen Zerfall vorauszusagen. Die Quantenphysik sagt, daß es für den Zeitpunkt des einzelnen Zerfalls keinerlei Grund gibt, nicht einmal einen verborgenen. Man spricht hier von objektivem Zufall. Der Zufall tritt nicht nur deshalb auf, weil wir nicht genug wissen, sondern weil kein objektiver Grund vorhanden ist. Dieser objektive Zufall ist wahrscheinlich eine der profundesten Entdeckungen der Naturwissenschaften in unserem Jahrhundert.“⁷⁷

Wohlweislich hütet sich Zeilinger davor zu sagen, es handele sich um einen „akausalen“ Effekt. Und er sagt auch, „stellen wir uns vor...“, d.h. er beschreibt mal wieder ein Gedankenexperiment, denn einzelne Atome, die zerfallen, sind nicht meßbar, nur ein Kollektiv von Atomen.

Drittes Beispiel (dynamisch):

Der berühmte Versuch über das Beugungsmuster eines Lichtstrahls am Doppelspalt (Thomas Young, 1804) zeigt, daß die beiden Lichtstrahlen hinter der Blende sich teils auslöschen, teils verstärken, d.h. sie bilden ein charakteristisches Interferenzmuster, das man auf einem Bildschirm direkt sichtbar machen kann. (Siehe Abb. 4; das gleiche kann man mit Elektronen erzeugen, sogar mit Wasser und anderen makroskopischen Objekten demonstrieren).

⁷⁶ Dies folgt u.a. aus dem *Antisymmetrieprinzip* von Wolfgang Pauli, wie schon in Anm. 22 erwähnt wurde (Hans Primas, Kann Chemie auf Physik reduziert werden? 1. Teil: Das molekulare Programm, in Chemie in unserer Zeit 19, 109-160 [1985]; nach Wolfhard Koch, Kann Chemie auf Physik reduziert werden?, Vortrag 1998) (<http://homepages.uni-tuebingen.de/wolfhard.koch/reduktionismus.pdf>)

⁷⁷ Anton Zeilinger, Von Einstein zum Quantencomputer. Philosophische Debatte legte den Grundstein zu einer neuen Informationstechnologie, in Neue Zürcher Zeitung (NZZ) Nr. 148, 30. Juli 1999, S. 72

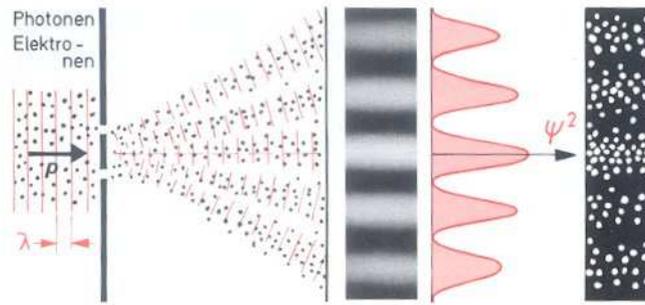


Abb. 4 Beugung eines Lichtstrahls am Doppelspalt (T. Young, 1804)

Wenn man sich nun vorstellt, daß zunächst nur ein einziges Photon fliegt, dann wird man weder wissen, durch welchen Spalt es gehen wird, noch, wo es dahinter auf dem Schirm auftreffen wird. Man beachte, daß diese Vorstellung darauf beruht, daß das Photon ein Teilchen/Korpuskel ist; es kann sich nicht „entscheiden“, durch welchen Spalt es fliegen wird. Die Idee, daß das Photon *gleichzeitig durch beide* fliegt, ist unsinnig und auch gar nicht nötig, denn man könnte es ja auch als Welle auffassen, welche an einem der beiden Spalten, welchem, ist egal, gebeugt wird. Das Photon geht einen der möglichen gesetzmäßigen Wege, der in einem Teilchenkollektiv begangen werden würde; es ist nur unbestimmt, welcher konkrete Weg es ist. Es ist aber einer, der dem in dem später entstehenden und dem beobachtbaren Interferenzmuster entspricht. Wenn man nämlich nach und nach immer mehr Photonen durch den Doppelspalt schickt, dann bildet sich allmählich in immer schärferer Abbildung genau das gleiche Interferenzmuster heraus, als wenn man gleich einen starken Photonenstrahl durch den Doppelspalt sendet. Man sagt auch, das Interferenzbild baut sich stochastisch auf und das heißt, nie in derselben Art und Weise, wenn der Versuch wiederholt wird, denn jedes Photon nimmt zufällig einen der möglichen Wege. Das Interferenzbild sieht aber immer gleich aus, ist also reproduzierbar. Die Intensitätsverteilung des Lichtmusters auf dem Bildschirm entspricht dabei der Wahrscheinlichkeitsdichte Ψ^2 . Die mathematischen Beziehungen hierzu wurden von Max Born 1927 entwickelt. (Abb. 5)

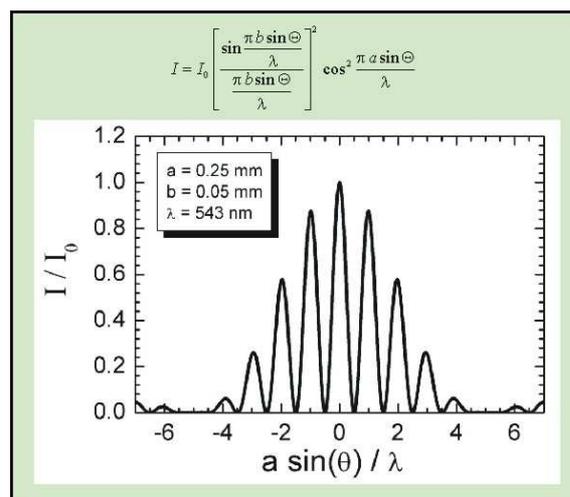


Abb. 5 Berechnetes Interferenzbild beim Durchtritt von Licht durch einen Doppelspalt (Intensitätsverteilung; die Intensität I ist dem Quadrat der Wellenfunktion, Ψ^2 , proportional; siehe Abb. 4) bei definierten Parametern des Spaltes (a = Abstand; b = Breite), des Eintrittswinkels θ und der Wellenlänge λ des einfallenden Lichtes (nach Alonso/Finn 1983)⁷⁸. (543 nm ist grünes Licht)

⁷⁸ M. Alonso und E.J. Finn, Fundamental University Physics, Vol. 2, Reading, MA, 1983

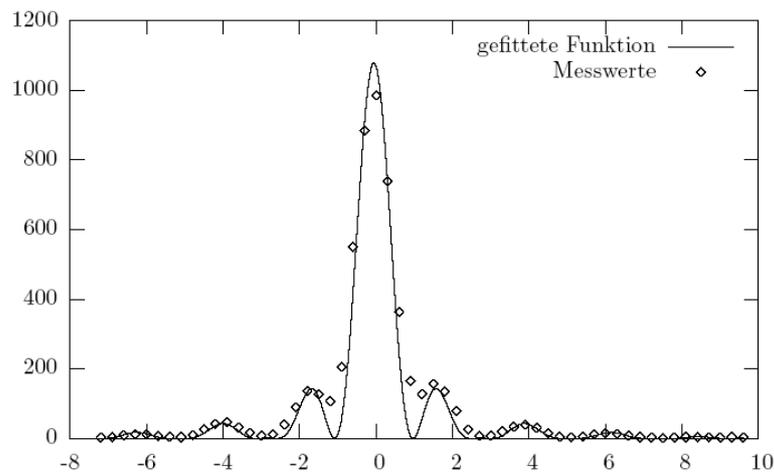


Abb. 5a Doppelspalt-Experiment mit berechneter Interferenzkurve und eingezeichneten Meßwerten (Spaltabstand $a = 0.25$ mm, Spaltbreite $b = 0.2$ mm)⁷⁹

Abb. 5 a zeigt ein Doppelspaltexperiment mit einer größeren Spaltbreite ($b = 0.2$ mm) als in der theoretischen Kurve der Abb. 5 ($b = 0.05$ mm). Man sieht, dass gemessene und berechnete Kurve gut übereinstimmen. Und in Abb. 5 b ist das beobachtbare Interferenzbild bzw. Beugungsmuster dargestellt.

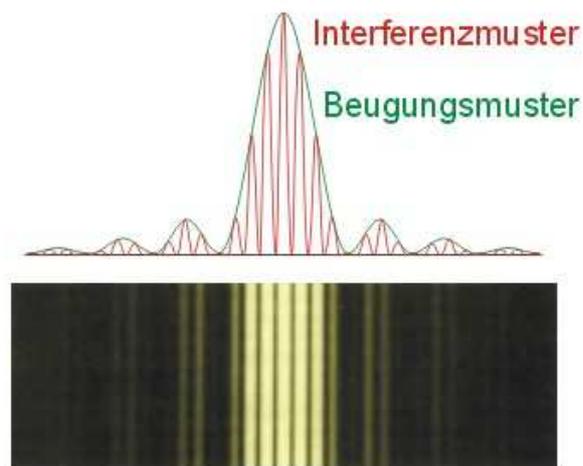


Abb. 5 b Experimentell beobachtbares Interferenzmuster auf einem Bildschirm (Quelle: http://members.aol.com/mblicht1/image/interf_doppelspalt4.jpg)

Wir müssen also feststellen, dass Weg und Verhalten einzelner Teilchen – Photonen – zwar nicht exakt vorhersehbar sind, dass es aber einen probabilistischen Zusammenhang gibt, der besagt, das Photon trifft 1. auf jeden Fall auf dem Bildschirm auf und es trifft 2. mit Sicherheit auf einer Stelle auf, die dem Interferenzmuster entspricht, wenn man dann wieder eine große Masse von Photonen untersucht. Es fliegt nicht „irgendwo“ hin, in eine

⁷⁹ Aus: Conrad Clauß und Peter Götz, Fortgeschrittenen Praktikum: Wellenoptik 17.1.2005, Universität Stuttgart, Fakultät 8: Fachbereich Mathematik (http://studium.michi.is-a-geek.org/Scripte/Fortgeschrittenen_Praktikum/0-Vorbild/Wellenoptik/)

Richtung, die hochgradig unwahrscheinlich ist. Das aber wiederum heißt, es gibt tatsächlich doch so etwas wie einen Determinismus, der aber durch Zufall und Notwendigkeit bestimmt ist und gesetzmäßige Vorhersagen zuläßt, nur nicht für ein beliebiges, konkretes Teilchen eines Prozesses in beliebiger Exaktheit. Das nennt man eine statistische Vorhersage, eine determinierbare Wahrscheinlichkeitsverteilung. Genau das entspricht ja auch der Heisenberg'schen Unschärferelation (Ort und Geschwindigkeit eines einzelnen Teilchens können nicht gleichzeitig bzw. gleich exakt zu jeder Zeit berechnet oder angegeben werden, und zwar prinzipiell nicht).⁸⁰

Anders ausgedrückt, kann man auch sagen, die Bahnen bzw. Trajektorien der Teilchen sind nicht nur nicht exakt, sondern überhaupt nicht anzugeben, d.h. welche konkrete Bahn genommen wird, wenn man in der Korpuskelvorstellung bleiben will; aber man weiß ja auch, daß diese nicht hinreichend für eine Charakterisierung von Teilchen ist: es kann auch eine Welle sein und da paßt der Begriff Trajektorie nicht.

Die Kausalität ist hier jedoch dadurch gegeben, daß die Ursache des Interferenzmusters die Beugungseigenschaften eines Lichtstrahls an einem Doppelspalt sind, also die experimentelle Anordnung.

Ob etwas exakt vorhersehbar ist oder nicht, ist damit keine Frage der Kausalität, sondern eine des Determinismus. Nach Einführung des ‚objektiven Zufalls‘ in die Quantentheorie kann der klassische – mechanische – Determinismus nicht mehr aufrechterhalten werden, das Kausalitätsprinzip aber schon. Und Determinismus überhaupt ist keineswegs ungültig geworden, da Voraussagen nach wie vor möglich sind. Sie haben nur einen anderen Charakter; daher kommt auch die weit verbreitete Auffassung, durch die Quantentheorie sei man nun genötigt, eine „probalistische Kausalität“ einzuführen. Daß dies eine unzulässige Extrapolation ist, welche zudem wissenschaftsphilosophisch vollkommen inkonsistent ist, wurde schon mehrfach angesprochen.⁸¹

Der Schweizer Quantenchemiker Prof. Hans Primas ist sogar der Meinung, dass der Begriff Determinismus ohnehin keine Vorhersagemöglichkeit im strengen Sinne suggeriert, wenn er ein Kapitel seines Beitrags nennt: „Determinism Does not Deal with Predictions“; er meint, man müsse zwischen der ontologischen und epistemologischen Auffassung des Begriffs unterscheiden:

„Nevertheless, ontic descriptions are often confused with epistemic ones. In the philosophical literature there are many examples for such category mistakes. For example Rudolf Carnap says: 'Causal relation means predictability.' Likewise, Karl Popper maintains: 'Scientific

⁸⁰ Man muß fairerweise jedoch sagen, daß das Plancksche Wirkungsquantum h , dessen Quotient durch $2 \cdot \pi$ in der Heisenbergschen Unschärferelation nicht unterschritten werden kann, einen extrem kleinen Wert hat, nämlich $6.6 \cdot 10^{-34}$ J·s; daraus folgt, daß das Unvermögen, Ort und Impuls eines Teilchens, wenn es denn eines ist, gleichzeitig beliebig genau im mathematischen Sinne zu messen, eben auch nur für Teilchen in derselben Größenordnung gilt, also für Elementarteilchen (Photonen haben eine Ruhemasse von 0, ein Elektron wiegt ca. 10^{-30} kg). Bei makroskopischen Körpern können die Werte für Ort und Impuls für unsere Zwecke, die meist praktischer Natur sind, hinreichend genau gemessen werden. Bei der Bewegung von Billardkugeln z.B. ist der Wert für $\hbar = h/2\pi$, d.i. ungefähr 10^{-34} J·s, als Ungenauigkeitsfaktor derart klein gegenüber den Werten für die Kugeln (Masse und Impuls), daß der Lauf einer Kugel sehr präzise gemessen werden kann (John Gribbin, Auf der Suche nach Schrödingers Katze. Quantenphysik und Wirklichkeit, München/Zürich 1991, S. 296, Anm. 6). Allerdings geht diese Genauigkeit schon beim neunten Stoß einer Billardkugel wieder verloren, wenn die Gravitation nur eines Zuschauers einen Meter entfernt den Verlauf beeinflusst (Gerhard Rath, Vom Chaos zur Chaostheorie, <http://www.brg-traun.ac.at/IAAC/gmunden/chaostheorie.htm>). Raths Schlussfolgerung, dass hier die „Kausalität“ nur „für die ersten Stöße“ gelte, ist logisch falsch: die Ursache der Abweichung ist ganz eindeutig der Gravitationseinfluß des Zuschauers. Was er meint, ist wieder einmal die Voraussagbarkeit des Effektes nach dem 8. Stoß unter äußeren, nicht exakt zu bestimmenden Einflüssen.

⁸¹ Exemplarisch sieht man bei dem Kieler Erziehungswissenschaftler Wilhelm Wolze, in dessen Arbeiten alle Widersprüche auftreten, die durch die Identifizierung von Kausalität und Determinismus sowie Vorhersagbarkeit provoziert werden, dass ganze Ableitungen von Begriffen in die Irre führen, wenn die Grundbegriffe nicht richtig definiert und angewendet werden. Bildlich gesprochen, bricht ein derartiges Theoriegebäude zusammen, wenn das Fundament nicht korrekt konstruiert und instabil ist. Siehe Wilhelm Wolze, Kausalität. Sind Systeme mit Kausalbegriffen beschreibbar? (Überarbeiteter Abschnitt C 1 Zur Explikation allgemeiner Prinzipien [<http://www.systembildung.de/wilhelm-wolze/Kausalitaet.pdf>] in Ders., Zur Entwicklung naturwissenschaftlicher Erkenntnisssysteme im Lernprozeß, Wiesbaden 1989). Folgerichtig wird die Titelfrage verneint.

determinism is the doctrine that the state of any closed physical system at any future instant can be predicted.' Physicists drop similar careless assertions. For example Léon Brillouin: 'The Poincaré discontinuities correspond to conditions where prediction is actually impossible and determinism cannot exist.'⁸²

Explizit wendet Primas sich auch gegen die (falsche) Schlußfolgerung, in der Quantentheorie gebe es Lücken in der Kausalkette und man könne daher auf einen 'freien Willen' des Menschen schließen:

„Every mathematically formulated dynamics of statistically reproducible events can be extended to a description in terms of a one-parameter group of automorphisms of an enlarged mathematical structure which describes a *fictitious hidden determinism*. Consequently, randomness in the sense of mathematical probability theory is only a weak generalization of determinism. The popular ideas that in quantum theory there are gaps in the causal chain which allow the accommodation of the freedom of human action are fantasies which have no basis in present-day quantum mechanics. Quantum events are governed by *strict* statistical laws.“⁸³

Der Doppelspaltversuch wurde erst kürzlich mit einer vollkommen neuartigen experimentellen Anordnung am Max-Planck-Institut für Quantenoptik in Garching bei München in unvorstellbar kleinen Zeitintervallen untersucht, nämlich durch Messungen im Attosekundenbereich (10^{-18} s), das sind Trillionstel Sekunden.⁸⁴ Dabei zeigte sich u.a., daß aufgrund der Versuchsanordnung ein und dasselbe Elektron anscheinend zur gleichen Zeit durch ein Einspaltsystem als auch durch ein Zweispaltensystem gehen konnte.

Eine Schlitzblende gibt es bei diesem Experiment nicht, denn hier werden die beiden Wege für die Teilchen – es waren in diesem Falle Elektronen – durch die Schwingungen eines extrem kurzen Laser-Lichtpulses geschaffen. Der verwendete Lichtpuls besteht nur aus wenigen elektromagnetischen Schwingungen; die einzelnen Wellenberge der Lichtwelle öffnen zeitlich hintereinander mehrere "Schlitze" für das Elektron.

Der kurze Lichtpuls wird auf ein Argon-Atom gesandt. Bei zwei Schwingungen kann das Licht ein Elektron in dem Atom im Prinzip zweimal veranlassen, das Atom zu verlassen: Das Licht öffnet sozusagen zwei Fenster und es tritt Interferenz auf. Bei einer einzelnen Schwingung wird nur ein Fenster geöffnet und es tritt keine Interferenz auf (Abb. 6).

Ein kurzer Lichtpuls, der in einer Ebene schwingt, kann sogar beide Situationen gleichzeitig liefern, wenn die Einhüllende seiner Schwingungen geeignet liegt. Dann wird nach der einen Seite ein einzelnes Schwingungsmaximum beobachtet, während nach der anderen Seite zwei Maxima vorhanden sind. Ein Elektron, das der Richtung der beiden Maxima unter dem Einfluß des Lichtfeldes das Atom verläßt, führt zur Interferenz, während eine Abtrennung des Elektrons in die entgegengesetzte Richtung kein Interferenzsignal erzeugt (Abb. 6, links).

Damit das Experiment funktioniert, ist es notwendig, den Zeitverlauf des Lichtpulses genau zu kontrollieren. Man muß also die relative Lage bzw. Phase der Trägerwelle zur Einhüllenden des Lichtpulses sehr genau einstellen – und das gelang dann im Bereich von 10^{-18} s.

⁸² Hans Primas, Hidden Determinism, Probability, and Time's Arrow, in H. Atmanspacher und R. Bishop (Hrsg.) Between Chance and Choice. Interdisciplinary Perspectives on Determinism, Imprint Academic: Thorverton 2002, S. 89–113. Das Zitat von Carnap stammt aus: Rudolf Carnap, Philosophical Foundations of Physics: An Introduction to the Philosophy of Science, hrsg. von Martin Gardner, Basic Books: New York 1966, S. 192; das Zitat von Popper stammt aus: Karl Raimund Popper, The Open Universe: An Argument for Indeterminism. Hutchinson: London 1982, S. 36; das Zitat von Brillouin stammt aus: Léon Brillouin, Scientific Uncertainty, and Information, Academic Press: New York 1964, S. 135. *Brillouin (1889-1969)* hatte bei Marie Curie promoviert.

⁸³ Primas, Hidden Determinism, Abstract, S. 89. Automorphismus ist ein Begriff der mathematischen Gruppentheorie und bedeutet die Abbildung einer Gruppe auf sich selbst, also ein bijektiver Homomorphismus einer Gruppe.

⁸⁴ F. Lindner, M.G. Schätzel, H. Walther, A. Baltuska, E. Goulielmakis, F. Krausz, D.B. Milosević, D. Bauer, W. Becker und G.G. Paulus, Attosecond double slit experiment, Physical Review Letters 95, 040401 (2005)

Beim klassischen Doppelspalt-Experiment hängt die beobachtete Interferenzstruktur von der Breite der beiden Spalte und von deren Abstand ab (Abb. 6, rechts). So kann man über die Messung der Interferenz hochpräzise kleinste Abstände vermessen. Bei dem neuen Experiment wird die Spalt-Struktur im klassischen Experiment durch die Zeitstruktur der Elektronendynamik ersetzt. Entsprechend ist man nunmehr in der Lage, mit den Methoden und der Genauigkeit der Interferometrie eine extrem genaue Zeitmessung im Attosekundenbereich vorzunehmen (Abb. 6, links).

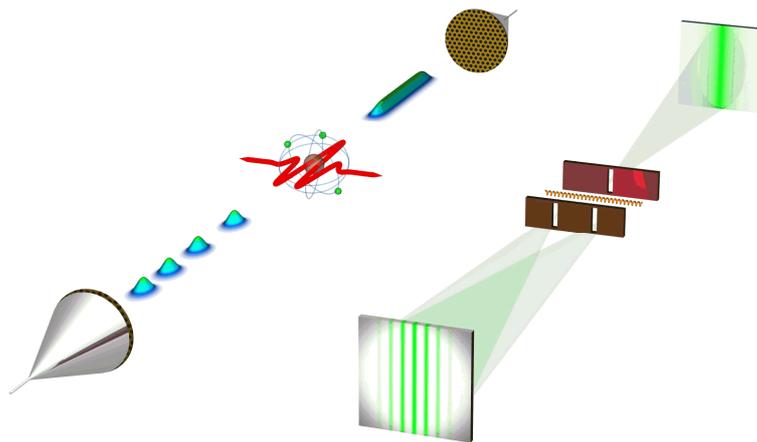


Abb. 6 Experimentelle Anordnung beim herkömmlichen Einfach-/Doppelspaltversuch (rechts) und dem Laser/Argon-Experiment (MPI für Quantenoptik, München). Anstelle der Lochblenden (rechts) steht in dem Laserexperiment ein Argon-Atom. (Effekte durch Einfach- und Doppelspalt sind dargestellt).

Durch solche Messungen von zeitabhängigen Prozessen im Attosekundenbereich wird es vielleicht möglich sein, sehr viel präziser die Zeit zu bestimmen, die zwischen zwei tatsächlich kausal miteinander verknüpften Ereignissen abläuft. Die Zahl der entsprechenden experimentellen Arbeiten ist seit kurzem stark angestiegen. So hat eine Forschergruppe um Ursula Keller von der ETH Zürich die Zeit, die ein Partikel (hier: Elektron eines Heliumatoms) zum Tunneln benötigt, gemessen. Diese Zeit war mit einem infraroten, zirkular polarisierten Laserpuls von einigen Femtosekunden (10^{-15} s), der sowohl als Stoppuhr als auch als Auslöser für die Tunnelung diente, gemessen worden. Sie lag unterhalb der Meßgenauigkeit von 34 Attosekunden, so daß man daraus schließen kann, das Teilchen ist „sofort“ auf der anderen Seite des Potentialwalls angekommen, obwohl die Barriere eine gewisse Wegstrecke erfordern hätte.⁸⁵ Allgemein hatte man bis dahin angenommen, daß ein derartiger Vorgang mindesten 400 bis 600 Attosekunden dauern müßte. Wiederum ist damit gezeigt, daß es keinen Sinn macht, Quanteneffekte mit unserer 3-, vielleicht auch 4-dimensionalen Anschauung, d.h. über Trajektorien im Raum, beschreiben, geschweige denn verstehen zu wollen.

Einige Gedanken über häufig mißverständene oder falsch dargestellte Terme wie ‚Nicht-Lokalität‘, ‚Vielwelten-Theorie‘ usw. sollen das Kapitel über den Doppelspalt abrunden, hat doch schon Richard P. Feynman in seinen „Vorlesungen über Physik“ im Band

⁸⁵ Manfred Lindinger, Wie ein Blitz durch den Tunnel, FAZ vom 17.12.2008. Originalarbeit: Petrisa Eckle, Mathias Smolarski, Philip Schlup, Jens Biegert, André Staudte, Markus Schöffler, Harm G. Müller, Reinhard Dörner und Ursula Keller, Attosecond angular streaking, Nature Physics 4, 565-570 (2008)

Quantenmechanik⁸⁶ sinngemäß gesagt, daß das Geheimnis der Quantenphysik im Doppelspaltversuch verborgen liege. Ich werde im Folgenden vor allem den Argumenten von Alfons Reichert, einem Studienrat für Physik am Gymnasium Baesweiler, mit seiner ausdrücklichen Erlaubnis folgen, da diese, wie ich glaube, eine ganze Reihe von Klarstellungen über das Verhältnis von Mathematik/Physik und Realität demonstrieren, ohne diese verschiedenen Ebenen durcheinander zu bringen oder gar mal wieder Theorie mit Wirklichkeit zu verwechseln. Die mathematischen Ableitungen Reicherts wollen wir hier allerdings außer acht lassen.⁸⁷

Die Überlegungen lassen sich wie folgt kurz zusammenfassen: Elektronen pflanzen sich als Elementarwellen im Wirkungsraum mit statistisch verteilten Geschwindigkeiten fort. Beim Passieren des Doppelspalt werden sie gestreut. Ihre Geschwindigkeiten in y-Richtung verteilen sich danach auf zwei Bereiche, deren Geschwindigkeitsdifferenz durch den Abstand der beiden Spalte bestimmt wird. Die Integration über alle möglichen Wirkungswellen liefert gemäß den Feynmanschen Regeln eine Funktion für die Intensitätsverteilung an Doppelspalt und Gitter (vgl. Formel in Abb. 5), die zunächst völlig anders aussieht als die, die man nach der Wellentheorie erwartet. Ein graphischer Vergleich mit einem Computerprogramm zeigt jedoch, daß beide in ihrem Verlauf vollständig übereinstimmen. Aus der statistischen Verteilungsfunktion lassen sich folgende interessante Schlüsse ziehen:

1) Die Elektronen jedes der beiden Geschwindigkeitsteilbereiche enthalten alle Informationen, die zum Aufbau des gesamten Intensitätsmusters erforderlich sind. Man findet folglich das vollständige Beugungsmuster auch dann, wenn die Teilchen der beiden Spalte nicht miteinander wechselwirken.

2) Überträgt man die Überlegungen auf Photonen, so folgt daraus notwendigerweise, daß auch sie statistisch verteilte Geschwindigkeiten besitzen müssen, die um c schwanken.

3) Außerdem erscheint die Nichtlokalität, die die Diskussionen um die Quantenphysik nun schon über Jahrzehnte beherrscht, in einem anderen Licht. Sie entpuppt sich als direkte Folge des quantenmechanischen Formalismus der Pfadintegrale, die die Realität nur mit Hilfe des Skalars ‚Wirkung‘ beschreiben.⁸⁸ Inwieweit ihr dennoch eine wahre Realität zukommt, mag dahingestellt bleiben. Kein grundlegendes Prinzip der Physik, weder das Superpositionsprinzip noch, mit gewissen Einschränkungen, das Relativitätsprinzip werden dabei verletzt.

Nach Reicherts bescheidener Meinung wurde die Quantenmechanik in ihrer Entstehungsphase zu schnell formalisiert, ohne daß sich ihre Entwickler darüber Gedanken gemacht haben, ob die Mathematisierung den physikalischen Vorgängen gerecht wird. Daher empfanden auch einige hervorragende Physiker, allen voran Einstein, der Quantentheorie gegenüber bei allen mathematischen Erfolgen stets ein großes Unbehagen, in gewisser Weise zu recht. Die entscheidenden Vorarbeiten, dies aufzulösen, hat Richard P. Feynman geleistet und Reichert führt nur seine Gedankengänge fort.

Reichert faßt die physikalischen Grundlagen seiner Überlegungen in fünf Prinzipien zusammen:

⁸⁶ R.P. Feynman, Robert B. Leighton und Mathew Sands, Feynman Vorlesungen über Physik, Band III: Quantenmechanik, Oldenbourg: München 1996

⁸⁷ Alfons Reichert, Den Quanten auf der Spur, Eigenverlag: Stolberg 1998 (61 S.; den Beitrag kann man aus dem Internet herunterladen). Zum Verhältnis von Mathematik, Physik und Philosophie vgl. auch den Abschnitt *Philosophische Schlußfolgerungen aus 3.2*, S. 202.

⁸⁸ In der linearen Algebra bezeichnet **Skalar** ein Element des Grundkörpers eines Vektorraumes, meist also eine reelle Zahl, im Unterschied zu den Elementen des Vektorraumes, die Vektoren genannt werden. In der Physik ist ein Skalar eine physikalische Größe, die richtungsunabhängig ist. Beispiele für Skalare sind die Masse eines Körpers, seine Temperatur, seine Energie und auch seine Entfernung von einem anderen Körper. Wird hingegen für die ausreichende Beschreibung der Größe eine Richtung benötigt, wie bei der Kraft oder der Geschwindigkeit, so spricht man in der Physik von einem Vektor oder Tensor.

- 1) Damit Teilchen sich in ihrer Wirkung auf die Umgebung gegenseitig beeinflussen können, müssen sie sich zur gleichen Zeit am gleichen Ort aufhalten. Klassische Wellen dagegen können sich in ihrer Wirkung auch dann überlagern, wenn sich nur Teile ihrer Wellenzüge zur gleichen Zeit am gleichen Ort befinden.
- 2) Quantenobjekte können auf ihrem Weg durch Ort und Zeit nur dadurch lokalisiert werden, daß sie mit der Meßapparatur wechselwirken. Ist die mit der Meßumgebung ausgetauschte Wirkung ein ganzzahliges Vielfaches des Planckschen Wirkungsquantums h , so können sie an diesem Weltpunkt eindeutig lokalisiert werden. An allen anderen Punkten besteht nur eine gewisse Wahrscheinlichkeit, sie zu registrieren.
- 3) Beschrieben wird der Wirkungs austausch zwischen den Quantenobjekten und der Umgebung mit Hilfe der quantenmechanischen Amplitude. Dabei gibt die quantenmechanische Amplitude durch ihr Vorzeichen an, ob das Teilchen oder die Welle Energie aus der Umgebung aufgenommen oder an sie abgegeben hat. Das Quadrat der Amplitude ist ein Maß für die Wahrscheinlichkeit, ein Teilchen an diesem Weltpunkt zu registrieren.
- 4) Voneinander unabhängige Quantenobjekte wechselwirken jedes für sich getrennt mit der Umgebung, miteinander interferierende Quantenobjekte wechselwirken dagegen erst untereinander und dann gemeinsam mit der Umgebung. Daher errechnet sich im ersten Fall die gesamte Aufenthaltswahrscheinlichkeit als Summe der Quadrate der Realteile der Amplituden, im zweiten Fall als Realteil des komplexen Quadrates der Summe der Amplituden.
- 5) Bei jedem Streuprozeß wird die Phase der quantenmechanischen Amplitude neu eingestellt und damit die Schrittfolge der Quantenobjekte.

Zu diesen fünf Grundprinzipien gibt Reichert nun einige weitere Erläuterungen.

Die Lokalisierungsorte verteilen sich wellenartig im Raum. Wie kommt das zustande? Die Wechselwirkung der Quantenobjekte mit der Umgebung wird mit der Größe ‚Wirkung‘ beschrieben. Dabei kann ein Teilchen an einem Ort genau dann lokalisiert werden, wenn es mit der Umgebung ein Plancksches Wirkungsquantum austauscht. Nun ist die Wirkung andererseits eine Integrationsgröße, da sie sich als Integral aus Impuls und Weg berechnen läßt. Daher sammelt sich die Wirkung entlang des Weges an, wenn ein Teilchen einen Impuls besitzt. Ähnlich verhält es sich mit der Energie, die sich entlang eines Weges aufgrund einer Kraft ansammelt. Hat nun ein Quantenteilchen an einem Ort mit der Wirkung h gefeuert, so muß es erst wieder Wirkung anhäufen, bevor es erneut feuern kann. Der dazu erforderliche Weg ist umso kürzer, je größer sein Impuls ist. Somit liegen die Registrierungsorte dichter beieinander. Die "Schrittlänge", sprich Wellenlänge der Quantenteilchen, wird also mit steigendem Impuls kleiner.

Bei jedem wirklichen Nachweis des Teilchens beginnt folglich die Zählung von neuem. Die Vorstellung, daß die quantenmechanische Amplitude bei jedem Streuprozeß neu eingestellt wird, geht schon auf Paul A.M. Dirac zurück. Er ordnete den Elektronen eine Eigenzeit zu.⁸⁹ Sie äußert sich auch in den Vorstellungen Feynmans, wenn er den Laufweg der Teilchen etwa mit Zeigern darstellt, die sich mit der Laufzeit wie Uhrzeiger drehen.⁹⁰ Diese Zeiger sind Vektoren im mathematischen Sinne; das entsprechende mathematische Konstrukt wird auch Pfadintegral genannt. Das Pfadintegral besteht aus im Grenzwert unendlich vielen, nacheinander auszuführenden ein- oder mehrdimensionalen Integralen. Zur Unterscheidung vom Kurvenintegral aus der Funktionentheorie wird das Pfadintegral im Englischen auch *functional integral* bzw. **Feynman path integral** genannt; es basiert auf einer Produktformel von Dirac zur Berechnung der Übergangswahrscheinlichkeit zwischen zwei Punkten A und B. Mit einem Pfadintegral integriert man nicht nur über den klassischen Pfad, nämlich die kürzeste

⁸⁹ K. von Meyenn und C.H. Beck (Hrsg.) Die großen Physiker, Band II, C.H. Beck: München 1997, S. 380

⁹⁰ Feynman, QED, S. 38ff. Dieser Ansatz wird in der Literatur mit der Theorie der „Pfadintegrale“ beschrieben.

Verbindung (Abb. 7a), sondern über alle Pfade, das heißt, man betrachtet alle möglichen Pfade, auf denen das Teilchen von A nach B gelangen könnte und gewichtet den Pfad mit einem Phasenfaktor (eine komplexe Zahl) proportional zur Wirkung.⁹¹ (Siehe Abb. 7b)

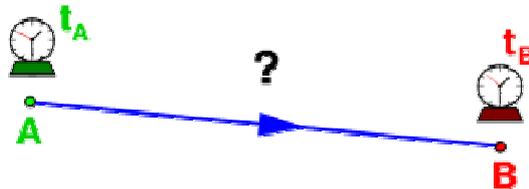


Abb. 7a Klassischer Weg eines Teilchens von A nach B (aus Einstein Online, MPI für Gravitationsphysik/Albert Einstein Institut, Auf allen möglichen Wegen [2006])

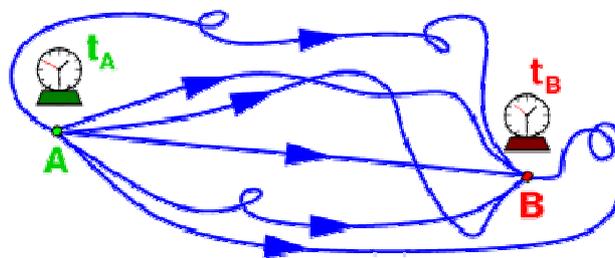


Abb. 7b Quantenmechanische, mögliche Wege, um die Übergangswahrscheinlichkeit eines Teilchens von A nach B zu berechnen (Dargestellt sind nur 6 mögliche Wege, denkbar sind jedoch unendlich viele; Quelle wie Abb. 7a)

Die Elektronen hinterlassen im Wirkungsraum damit offensichtlich Spuren, die denen von Fußgängern an einem Sandstrand vergleichbar sind. Auch sie können Muster erzeugen, die Interferenzverteilungen gleichen. Ferner beginnt auch jeder Fußgänger nach einer Störung mit seiner Schrittfolge neu.

Wirkung können die Elektronen aber auch durch ihre Energie im Laufe der Zeit anhäufen. Betrachtet man jedoch den zeitlich stationären Fall, also nur die Wirkung, die durch den Impuls verursacht wird, so müssen die Elektronen, die zur Wirkung in einem Weltpunkt beitragen, seit ihrem letzten Streuprozess die gleiche Zeit unterwegs gewesen sein. Sind sie daher an verschiedenen Orten gestartet, so müssen sie mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten zum Zielpunkt gelaufen sein. Und aus der Überlagerung der quantenmechanischen Amplituden aller möglichen Elektronen, die diesen Ort in der gleichen Zeit erreichen können, entsteht das Interferenzmuster. Dabei gibt es Orte, an denen sich alle Elektronen in einem Zustand befinden, der eine Registrierung möglich macht, und Orte, an denen keines der Elektronen nachgewiesen werden kann. Sie entsprechen den Maxima und den Minima der Interferenzfigur (siehe Abb. 3 und 5).

Das Zusammenspiel Welle und Teilchen läßt sich am einfachsten an einem kleinen Gedankenexperiment verdeutlichen. Man stelle sich vor, an einem Ort x befinde sich eine punktförmige Elektronenquelle. Sie sendet zur Zeit $t = 0$ einen Elektronenschwarm aus. Die Elektronen fliegen in alle Richtungen davon. Sie besitzen alle den gleichen Impuls. Zu

⁹¹ Nach Wikipedia, Stichwort „Pfadintegral“ (Aufruf am 4. Februar 2009). Der Berliner Professor für Theoretische Physik Hagen Kleinert hat die Methode, noch zusammen mit Feynman, weiter entwickelt, wofür er 2008 den Max-Born-Preis erhielt. (Vgl. auch das Lehrbuch von Hagen Kleinert, Pfadintegrale in Quantenmechanik, Statistik und Polymerphysik, BI Wissenschaftsverlag: Mannheim 2001).

einem späteren Zeitpunkt t_1 erreichen sie Orte, die auf einer Kugelschale liegen. Ihr Radius beträgt $r = c \cdot t_1$ mit c als Ausbreitungsgeschwindigkeit. Auf ihrem Weg nach außen wechselwirken die Elektronen mit der Umgebung. Ihr Zustand ändert sich periodisch mit der Zeit. Er wechselt zwischen einem Zustand, in dem die Elektronen mit der Umgebung Energie austauschen können und einem, in dem sie es nicht können. So baut sich entlang des Weges eine Elementarwelle im Wirkungsraum auf. Die Bewegung des ganzen Teilchenschwarms, aber auch die jedes einzelnen Teilchens wird durch die gleiche Funktion, nämlich die quantenmechanische Amplitude beschrieben. Daher ist jedes Teilchen nicht exakt lokalisierbar. Es geht als Individuum im Schwarm unter. Sendet die Elektronenquelle fortlaufend Elektronenhaufen mit periodisch sich ändernden Startzuständen aus, so bildet sich eine klassische Welle aus.

Die verschiedenen Wechselwirkungszustände könnten durch kleine Impulsschwankungen verursacht werden. Einen Impuls merkt man nämlich erst dann, wenn er sich ändert. Daher finden sich entlang des Weges Stellen, an denen die Elektronen beschleunigt oder abgebremst werden bzw. sich mit gleichbleibender Geschwindigkeit bewegen. So entsteht eine periodisch schwankende Kraft, die den Energieaustausch mit der Umgebung oder anderen Teilchen bewirkt.⁹²

Die Konsequenz all dieser Überlegungen ist spannend: man muß nicht annehmen, daß es „viele Welten“ **gibt**, sondern die Idee wird hilfsweise angenommen, um ein mathematisch/physikalisches Problem zu lösen. In der Realität gibt es jedoch nur *eine* materielle Welt. Schon in der Schulzeit haben wir bereits anlässlich einer anderen Methodik gelernt, daß beispielsweise in der sphärischen Trigonometrie der Himmel in Form einer Kugelhalbschale über der Erde angenommen wird, denn sonst kann man die Formeln auf diesem Gebiet nicht berechnen. Jedes Kind weiß indes, daß der Himmel keine Käseglocke über der Erdoberfläche ist.

Genau in dem gleichen Sinne kann man aus der hilfsweisen Annahme der Nicht-Lokalität von einzelnen Teilchen keineswegs schließen, daß diese gerade eben noch am entgegengesetzten Rande des Universums gewesen seien und jetzt hier, eine leider weit verbreitete Vorstellung, die ein Laie nicht anders als ernst nehmen kann, wenn ein berühmter Physiker dies behauptet.⁹³ Da macht die endliche Geschwindigkeit des Lichts im Vakuum einen Strich durch die Rechnung.

Wie löst Reichert dieses Problem? Er führt aus, daß die Nichtlokalität der Quantenmechanik eng verknüpft mit der Tatsache ist, daß bei der quantenmechanischen Beschreibung eines Systems mit Hilfe der Eigenwerte der *Wirkung* die Richtungsinformation des Impulses bzw. des Ortes verloren geht. Reichert führt aus:

„Die vielzitierte Nichtlokalität der Quantenmechanik entpuppt sich als Unsicherheit in der Angabe der Richtung und des Bezugspunktes der Impulse bei festgelegtem Ort oder als Unsicherheit der Angabe der Lage des Ortes bei festgelegtem Impuls. Man könnte auch wie folgt argumentieren: Steht der Beobachter links von der Symmetrieachse, so muss beim Doppelspalt das Elektron durch den rechten Spalt schneller sein als das durch den linken Spalt, wenn beide gleichzeitig beim Beobachter eintreffen sollen. Steht er rechts von der Symmetrieachse, so ist es umgekehrt. Die Richtung der Impulsdifferenz kehrt also beim Überschreiten der Symmetrieachse ihr Vorzeichen um. Sollen beide Elektronen, wie in der klassischen Wellentheorie angenommen wird, gleich schnell sein und zur gleichen Zeit bei ihm ankommen, so ist eine exakte Startortangabe für den Beobachter überhaupt nicht mehr möglich, da die Elektronen dann bei gleichem Impuls in der gleichen Laufzeit

⁹² Herbert Gerstberger, Was strömt denn da?, Praxis der Naturwissenschaften (PdN) - Physik Heft 2/47, 28-31

⁹³ Exemplarisch kann man bei Wolfgang Ullmann als Schlußfolgerung der Nicht-Lokalität lesen: „Demnach besitzt ein Elektron die Möglichkeit, sowohl in Berlin wie in New York oder in Peking aufzutauchen, wenn auch mit unterschiedlicher Wahrscheinlichkeit.“ (W. Ullmann, Theorie der Fernwirkung. Physik und Metaphysik, Eigenverlag: Schriesheim o.J., Precis). In der Tat, mit sehr unterschiedlicher Wahrscheinlichkeit! Den gleichen Fehler begeht der Physiker und Wissenschaftsjournalist Marcus Chown, Warum Gott doch würfelt. Über „schizophrene Atome“ und andere Merkwürdigkeiten aus der Quantenwelt, dtv Premium: München 2005, S. 75ff. Chown will uns auch einreden, daß Energie, also auch „Masse aus dem Nichts auftreten“ kann, allerdings so schnell, daß man es gar nicht merkt (ibd., S. 73).

unterschiedliche Strecken zurücklegen müßten. ... Für die quantenmechanische Beschreibung eines Systems müssen aber die Eigenwerte der Wirkung, also des Produktes aus Ort und Impuls oder Energie und Zeit, herangezogen werden. Die Wirkung aber ist ein Skalar, der aus den Vektoren des Impulses und des Weges ermittelt wird. Einem bestimmten Wert der Wirkung kann man nicht mehr ansehen, welche Richtung der Impulsvektor bzw. Ortsvektor hatte, der sie verursacht hat. Außerdem ist nicht mehr zu erkennen, ob der Impuls groß und der Weg klein gewesen ist oder umgekehrt."⁹⁴

Dann geht Reichert zu einer weiteren, typisch quantenmechanischen Erscheinung über, der *nichtlokalen Kausalität*. Sie folgt aus der Notwendigkeit, wie eben schon beschrieben, daß Elektronen und vor allem auch Photonen statistisch verteilte Geschwindigkeiten besitzen müssen, um das Beugungsmuster aufbauen zu können. Einige Photonen müssen folglich schneller als c sein, andere langsamer, eine Vorstellung, die nicht gerade der orthodoxen Einsteinschen Relativitätstheorie entspricht. Sind solche Photonen an kausalen Informationsübertragungen beteiligt, so scheinen manche Vorgänge in der Zeit rückwärts zu laufen oder nichtlokal zu sein. Um diese merkwürdigen Effekte zu deuten, wurden verschiedene Theorien entwickelt, u.a. die Vielweltentheorie von Everett, die Transaktionstheorie von Cramer und natürlich wieder die Kopenhagener Deutung der Quantentheorie von Max Born und Niels Bohr.^{95,96,97} Gerade die Vielweltentheorie schleppt eine Menge metaphysischen Ballast mit sich herum, auch wenn sie aus mathematischen Gründen offenbar zu den interessantesten gehört. Nach dieser „Theorie“ wird die Existenz vieler verschiedener Welten nebeneinander angenommen, wobei durch den Akt der Beobachtung eine der vielen möglichen Realitäten als "reale" Geschichte ausgewählt wird. Der Beobachter erzeugt also die wahre Realität, eine Tatsache, die auch in der Kopenhagener Deutung eine Rolle spielt, denn auch nach ihr beeinflusst der Beobachter durch den Beobachtungsvorgang das, was er beobachtet.⁹⁸ Reichert sagt nun ganz klar, daß ihm eine Art Umkehrung der Vielweltentheorie wesentlich einleuchtender erscheint: es gibt nur *eine* Realität, nur erscheint sie verschiedenen Beobachtern aufgrund ihres Beobachtungsortes und ihres Beobachtungswerkzeuges unterschiedlich. Es wird deutlich, daß sich genau dann Probleme wie Nichtlokalität und nichtlokale Kausalität ergeben, wenn ein Beobachter Ereignisse registriert, die *scheinbar* Informationen mit einer Geschwindigkeit austauschen, die größer als seine Beobachtungsgeschwindigkeit ist. Wie läßt sich dies lösen?

Nichtlokal-kausale Effekte können nur auftreten, wenn die benötigten Informationen mit einzelnen Photonen übermittelt werden könnten. *Einzelne* Photonen können aber gerade *keine* solchen Informationen übertragen; komplexe Informationen erfordern zu ihrer Übertragung einen ganzen Schwarm Photonen, die sich im Mittel nur mit c bewegen können. Daher können solche Signale nicht mit Überlichtgeschwindigkeit gesendet werden. Im Bild der Welle ausgedrückt, hieße das: Informationen können nur dann von einer Welle übertragen werden, wenn die Phase dieser Welle existiert bzw. bestimmbar ist, ein einzelner Wellenzug kann keine Information übertragen.

Reichert hat das Geheimnis des Doppelspalts schließlich gelöst, indem er mehr als 2 Spalten, ja sogar unsymmetrische Vielfachspalten, angenommen und die entsprechenden Gleichungen dazu aufgestellt und die Interferenzen berechnet hat.

Reicherts Formel z.B. für einen Dreifachspalt stimmte exakt mit dem Summenausdruck für einen symmetrischen Doppelspalt überein. Die kanadischen Physiker Urbasi Sinha et al. haben Messergebnisse zum Dreifachspalt veröffentlicht⁹⁹, die seine Berechnungen glänzend bestätigen. Sie versuchen die Ergebnisse aber wieder damit zu erklären, dass

⁹⁴ Reichert, Den Quanten auf der Spur, S. 44 f.

⁹⁵ Robert Gilmore, Alice im Quantenland, Eine Allegorie der modernen Physik, Vieweg: Braunschweig 1994

⁹⁶ Gribbin, Auf der Suche nach Schrödingers Katze, a.a.O., S. 250 ff. (Kapitel 11: Viele Welten)

⁹⁷ John Gribbin, Schrödingers Kätzchen und die Suche nach der Wirklichkeit, S.Fischer: Frankfurt am Main 1996

⁹⁸ Hans Thomas (Hrsg.) Naturherrschaft. Wie Mensch und Welt sich in der Wissenschaft begegnen, Busse Seewald: Herford 1991

⁹⁹ Urbasi Sinha, Christophe Couteau, Thomas Jennewein, Raymond Laflamme und Gregor Weihs, Ruling Out Multi-Order Interference in Quantum Mechanics, Science 329, 418-421 (2010)

die Photonen zwar zwei Spalte gleichzeitig passieren können, niemals aber drei; dies sei in Übereinstimmung mit Max Borns Annahmen, also sozusagen der Lehrmeinung. Die Autoren hatten, wie die FAZ berichtet, "... einen schwachen Laserstrahl auf ein ursprünglich lichtundurchlässiges Metallplättchen mit drei haarfeinen und eng nebeneinander liegenden Schlitzen gerichtet. Das Licht, das durch die Schlitze gelangte, wurde hinter dem Plättchen von einem Photodetektor registriert, der die einzelnen Photonen zählte. Versoben die Forscher den Detektor parallel zum Metallplättchen, so nahm er ein kompliziertes Intensitätsmuster des Lichtes auf. Das Muster wurde durch die Interferenz der von den drei Schlitzen ausgehenden Lichtwellen hervorgerufen, in die sich die Lichtwelle des Lasers aufgeteilt hatte. Hatten also auch die einzelnen Photonen gleichzeitig alle drei Schlitze passiert? Die Forscher untersuchten dies, indem sie die Schlitze (A, B und C) des Metallplättchens erst einzeln und dann paarweise verdeckten. Für jede Bedeckung zählten sie mit dem Detektor an einem festen Ort die Photonen, die innerhalb einer bestimmten Zeitdauer eintrafen. Diese Prozedur wiederholten sie viele Male. Die für verschiedene Bedeckungen erhaltenen Photonenzahlen verglichen sie dann miteinander. War nur ein Schlitz geöffnet, so mussten die zum Detektor gelangten Photonen diesen Schlitz passiert haben. In diesem Fall bewegte sich nur eine einzelne Photonenwelle zum Detektor, so dass keine Interferenz auftrat. Die gemessene Photonenzahl ließ sich ohne quantenmechanische Interferenz erklären. Waren zwei Schlitze geöffnet, etwa A und B, so passierte jedes Photon beide Schlitze zugleich, und die beiden von den Schlitzen ausgehenden Photonenwellen interferierten miteinander. Aus diesem Grunde unterschied sich die für das Schlitzpaar AB gemessene Photonenzahl von der Summe der beiden Photonenzahlen, die sich für einen offenen Schlitz (A oder B) ergeben hatten.... Auch als schließlich alle drei Schlitze geöffnet waren, kam es zur Interferenz, wie sich an der gemessenen Photonenzahl zeigte. Doch diese Photonenzahl ließ sich, im Einklang mit den Gesetzen der Quantenphysik, auf die Photonenzahlen zurückführen, die die Forscher schon für die geöffneten Schlitzpaare AB, AC oder BC gemessen hatten.... Demnach war die jetzt untersuchte Interferenz der Photonen am ‚Dreifachspalt‘ nicht grundlegend verschieden von der seit langem erforschten Interferenz am ‚Doppelspalt‘.¹⁰⁰

Das bestätigte Reicherts Berechnungen auf glänzende Weise. Die schon immer abstruse Annahme, Photonen könnten durch zwei Spalte gleichzeitig fliegen, ist nach seinen Überlegungen gar nicht nötig. Beim Passieren der Spalte unterliegen die Photonen einem definierten Impuls quer zu ihrer ursprünglichen Flugrichtung. Und mit diesem Zusatzimpuls lassen sich die Interferenz-Ergebnisse genauso gut und konsistent deuten. Außerdem sei die Frage erlaubt, woher die Photonen wissen, dass sie sich auf drei Spalte zu bewegen, aber nur zwei gleichzeitig passieren dürfen¹⁰¹; sie fliegen eben nur durch einen Spalt, welchen, ist zufällig. Dass Reicherts Deutung richtig sein muss, zeigen weitere Versuchsergebnisse der Autoren. Bewegten die Experimentatoren den Schirm, so fanden sie ein kompliziertes Muster, offensichtlich verursacht durch den undefinierten zusätzlichen Relativimpuls zwischen Photonen und Schirm.

Folgen wir weiter der ursprünglichen Argumentation Reicherts:

1) Bei ihrem Flug durch den Raum können die Lichtteilchen analog zu den Elektronen nur an bestimmten Orten eindeutig registriert werden. Diese wellenartige Verteilung der Nachweisorte könnte dadurch zustande kommen, daß sie nur an solchen Orten genügend Energie mit der Umgebung, etwa Elektronen, austauschen können, an denen das elektrische Feld genügend groß ist, denn nur elektrische Felder können Elektronen beschleunigen. Da sich aber die elektrischen und magnetischen Felder in den Photonen periodisch ändern, breiten sich die Nachweisorte entlang der Bewegungslinie des Photons wellenartig im Raum aus. Daraus ergibt sich eine weitere sehr interessante Folgerung. Die elektrischen und magnetischen Felder sind nicht kontinuierlich im Raum verteilt, sondern in den Photonen gebündelt und pflanzen sich mit diesen portionsweise, also

¹⁰⁰ FAZ vom 28. Juli 2010: *Max Born hatte recht: Der dritte Schlitz ist anders.*

¹⁰¹ So Reichert in einer Email vom 19. September 2010 an den Autor.

gequantelt fort. Daher benötigen die elektromagnetischen Wellen keinen Wellenträger. Treffen sie auf Materie, so zerfließen sie in einzelne Elementarwellen.

2) Die Elektronen, die durch die Nebenspalte gelaufen sind, müssen in y -Richtung eine größere Geschwindigkeit besitzen als die, die durch den mittleren Spalt gegangen sind, um das Hauptmaximum in der gleichen Flugzeit erreichen zu können. Eine ähnliche Überlegung gilt auch für die Nebenmaxima. Damit das möglich ist, müssen die Elektronen in jede Raumrichtung statistisch verteilte Geschwindigkeiten besitzen oder bei der Beugung in den Spalten erhalten. Überträgt man diese Überlegungen auf Photonen, so folgt, daß die Photonen ebenfalls Geschwindigkeiten besitzen müssen, die statistischen Gesetzmäßigkeiten unterliegen. Einzelne müssen schneller als c sein, andere langsamer.

Im übrigen treten auch nach dem klassischen Wellenbild zwei Geschwindigkeiten auf, wenn sich mehrere Wellenzüge überlagern und zwar die Phasengeschwindigkeit c und die Gruppengeschwindigkeit v . Die Phasengeschwindigkeit entspricht nach Reichert der mittleren Geschwindigkeit des Photonenschwarms, also c . Nur mit ihr können sowohl nach der Wellentheorie als auch nach Reicherts statistischer Deutung komplexe Informationen übertragen werden. Nach der Wellentheorie stecken nämlich wesentliche Teile der Information *in der Phase* der Welle. Ebenso enthält (nach Reichert) der gesamte Schwarm mehr Informationen als die Summe seiner einzelnen Photonen. (Und wieder läßt Aristoteles grüßen!) Die Gruppengeschwindigkeit ist nach der Wellentheorie die Geschwindigkeit, mit der sich einzelne Superpositionsmaxima ausbreiten, also die Geschwindigkeit der Stellen, an denen die einzelnen Photonen zum Vorschein kommen sollen. Sie entspräche damit der Geschwindigkeit einzelner Photonen. Sie kann aber auch nach der Wellentheorie größer oder kleiner als die Phasengeschwindigkeit sein und damit eine statistische Verteilung besitzen.

3) Es ließen sich durchaus noch weitere Überlegungen über die Photonen anstellen, aber sie wären alle rein spekulativ, an dieser Stelle nur ein Punkt: entstehen aus einem Photon in einem Konverter zwei Photonen, so sind die Energien und damit die Impulse und die Geschwindigkeiten dieser Photonen nicht exakt gleich, sondern weisen eine Schwankungsbreite auf. Außerdem ist es unwahrscheinlich, daß die Photonenpaare alle am gleichen Ort entstehen. Die statistische Verteilung der Impulse und Entstehungsorte der Photonen liefern auch den entscheidenden Schlüssel, um einige neuere Experimente mit Photonen zu deuten.^{102,103} Durch ähnliche Überlegungen konnte Paul Dobrinski jedenfalls die Vorgänge beim Aharonov-Bohm-Effekt auf verblüffend einfache Art und Weise veranschaulichen.¹⁰⁴ Der **Aharonov-Bohm-Effekt** (nach David Bohm und Yakir Aharonov) ist ein quantenmechanisches Phänomen, bei dem ein Magnetfeld die Interferenz von Elektronenstrahlen beeinflußt, obwohl diese sich nicht im klassisch zu erwartenden Einflußbereich des Magnetfeldes befinden. Hauptursache des Effekts ist, dass die Beeinflussung durch das magnetische Vektorpotential erfolgt, und nicht durch das Magnetfeld selbst. Der Effekt zeigt einmal mehr explizit, dass die Quantenmechanik mehr ist, als von „gewöhnlichen klassischen Theorien“ erwartet wird. xxxxxxxxxxxxxxxx

Auf das Gedankenexperiment „Schrödingers Katze“, das Reichert an dieser Stelle nun auch anbringt, wollen wir verzichten; er kommt weitgehend zum gleichen Ergebnis wie schon oben ausgeführt. Nur seine Schlußfolgerungen sollen uns hier interessieren:

Quantenmechanische Aussagen sind – bezogen auf Einzelereignisse – nur Möglichkeitsaussagen und daher unbestimmt, auch wenn die Realität dahinter eindeutig bestimmt ist. Sie machen also nur im statistischen Kontext einen Sinn, denn für die Gesamtheit der Einzelereignisse ergeben sich aus der Quantenmechanik durchaus nachprüfbar Aussagen. Um aber über die Gesamtheit der Quantenobjekte eine vernünftige statistische Aussage machen zu können, muß man für jedes Einzelereignis stets zwei sich gegenseitig ausschließende Möglichkeiten offen halten. Führt man für ein Einzelereignis einen

¹⁰² John Horgan, Quanten-Philosophie, Spektrum der Wissenschaften, Heft 9/92, Heidelberg 1992, S.

¹⁰³ Raymond Y. Chiao, Paul G. Kwiat und Aephraim M. Steinberg, Schneller als Licht?, Spektrum der Wissenschaften, Heft 10/93, Heidelberg 1993, S. 40ff.

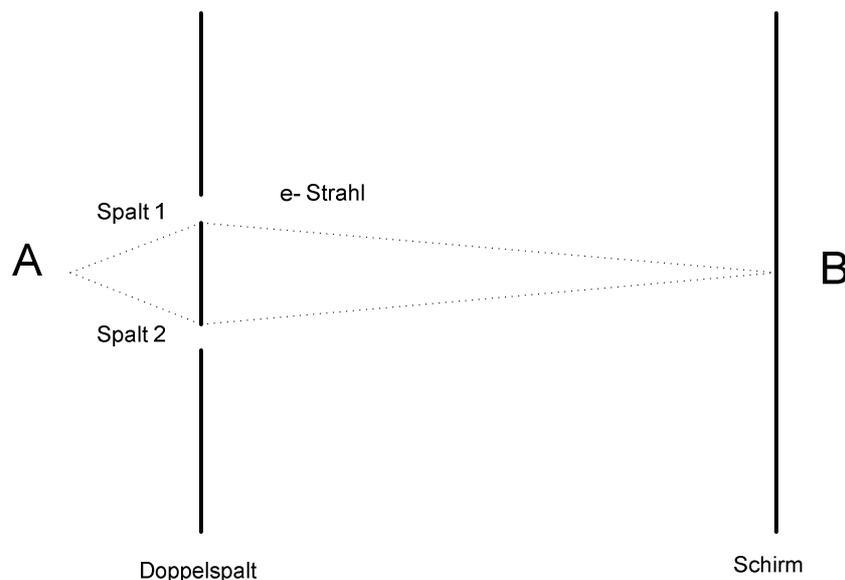
¹⁰⁴ Paul Dobrinski, Das magnetische Vektorpotential, PdN – Physik, Heft 6/48, Aulis Verlag: Köln, September 1999, S. 31-43

Beobachtungsakt durch, um eine der beiden Möglichkeiten auf ihren Wahrheitsgehalt zu überprüfen, so wird dadurch eine neue Situation geschaffen, die eine andere quantenmechanische Beschreibung erforderlich macht, da damit von beiden möglichen Zuständen einer eindeutig zur Gewißheit wurde. So gesehen sind die statistischen Aussagen der Quantenmechanik nur von einem Meßprozeß bis zum nächsten gültig. Nach jedem Meßvorgang beginnt das Spiel gewissermaßen von neuem.

Diese Aussagen lassen sich problemlos auf die Überlegungen zur Beugung am Doppelspalt übertragen. Die Wirkungswellen, die das Verhalten der Elektronen und Photonen beschreiben, legen die Orte fest, an denen die Elektronen und Photonen nachgewiesen werden können. Dabei bleibt offen, ob ein einzelnes Quantenobjekt nach rechts oder nach links durch den Raum bzw. durch den rechten oder linken Spalt gelaufen ist. Um eine Aussage über die Gesamtheit der Elektronen und Photonen machen zu können, muß man jedoch bei der Beschreibung für jedes einzelne Quantenobjekt beide Möglichkeiten offen halten.

Angenommen, ein Elektron soll im Doppelspaltversuch von einem Ort A vor dem Spalt an einen Ort B hinter dem Spalt fliegen. Beide Orte sollen der Einfachheit halber auf der Mittellinie liegen, wobei diese Annahme keine Einschränkung darstellt. Das Elektron hat genau zwei Möglichkeiten, den Ort B zu erreichen:

1. Zunächst biegt es nach rechts ab in Richtung von, sagen wir, Spalt 2. In Spalt 2 muß es sich dann nach links halten.
2. Zuerst biegt es nach links ab in Richtung von, sagen wir, Spalt 1. In Spalt 1 muß es sich dann nach rechts halten:



Die quantenmechanische Beschreibung würde nun in beiden Fällen lauten:

1. Fall: $e^{+i \cdot w} \cdot e^{-i \cdot w} = e^0 = 1$
2. Fall: $e^{-i \cdot w} \cdot e^{+i \cdot w} = e^0 = 1.$

Im normierten Zustand müßte man vor jeder e-Funktion noch den Faktor $1/\sqrt{2}$ berücksichtigen, so daß man als Ergebnis dann jeweils $1/2$ erhalten würde. Für beide Fälle ist die quantenmechanische Beschreibung jedenfalls exakt gleich, obwohl die dahinterstehende physikalische Realität alles andere als gleich ist. Nur ist zu fragen, wieso die Quantenmechaniker sich dann wundern, daß ihre Aussagen nichtlokal sind. Sie sind es doch schon vom Ansatz her. Denn in den obigen Ansätzen spielte die Lage der Spalte, also der Ort offensichtlich überhaupt keine Rolle, da die Wahrscheinlichkeits-

aussage völlig unabhängig vom Wert w ist.¹⁰⁵ Es wurde nur die jeweilige Richtung berücksichtigt. Aber kann man daraus allen Ernstes folgern, ein einzelnes Elektron würde einen nichtlokalen Weg beschreiten und beide Wege zugleich einschlagen? Natürlich nicht, denn diese Überlegung macht nur im statistischen Kontext einen Sinn, d.h. führt man den Versuch mit vielen Elektronen durch, so beschreiten 50% der Elektronen den ersten Weg und 50% den zweiten Weg.

Und noch etwas kommt hinzu. Weist man die Elektronen oder Photonen hinter einem Spalt eindeutig nach, so müßte man ab diesem Zeitpunkt eine neue quantenmechanische Berechnung anstellen, da ab dann der Startort bzw. die Richtung dieser Quantenobjekte neu eingestellt würde. Denn durch den Streuprozess beim Meßvorgang kann aus einem nach rechts laufenden Elektron oder Photon ein nach links laufendes werden und umgekehrt. Jedes nachgewiesene Quantenobjekt hat ab da also wieder zwei neue Möglichkeiten.

Reichert schließt mit einem klassischen Beispiel aus der Statistik, um dies zu verdeutlichen. Um das Verhalten eines Würfels bei einem Würfelspiel mit vielen einzelnen Würfeln zu beschreiben, nimmt man für jede der sechs möglichen Zahlen eine gleich große Wahrscheinlichkeit an. Damit ergibt sich für jede von ihnen eine Wahrscheinlichkeit von $1/6$, denn in der Summe über alle Zahlen muß die Wahrscheinlichkeit 1 ergeben, da ja bei jedem Wurf eine der sechs Zahlen mit Sicherheit angezeigt wird. Kein Mensch käme jedoch auf die Idee, daraus zu folgern, daß ein Würfel bei einem Wurf jede der sechs Zahlen gleichzeitig zu je einem Sechstel anzeigen könnte. Und solange man nicht unter den Würfelbecher schaut, kann man auch nicht sagen, welche der sechs Möglichkeiten denn nun Wirklichkeit geworden ist. Quantenmechanisch müßte man das Spiel außerdem mit mindestens zwei Würfeln gleichzeitig betreiben, da nur dann gewährleistet wäre, daß die Würfel miteinander interferieren können. Um zu errechnen, mit welcher Wahrscheinlichkeit eine bestimmte Zahlenkombination dabei erwürfelt werden kann, muß man die Einzelwahrscheinlichkeiten für jeden der beiden Würfel miteinander multiplizieren. Sie beträgt beim Würfelspiel also $1/6 \cdot 1/6 = 1/36$, denn nun sind immerhin 36 Kombinationen möglich. Sind für jeden der beiden Würfel zwei mögliche Zahlen erwünscht, so beträgt die Wahrscheinlichkeit, eine der vier gesuchten Zahlenkombinationen zu erwürfeln, $(1/6 + 1/6)(1/6 + 1/6) = 4/36$. Ist die zu erwürfende Zahlenkombination völlig beliebig, so gilt für die gesamte Wahrscheinlichkeit wieder: $(1/6 + 1/6 + 1/6 + 1/6)(1/6 + 1/6 + 1/6 + 1/6) = 1$, denn irgendeine Zahlenkombination wird mit Sicherheit angezeigt.

Laut Reichert entspricht dies der Feynmanschen Methode, die gesamte quantenmechanische Aufenthaltswahrscheinlichkeit zu ermitteln, so daß also die quantenmechanischen Überlegungen statistischen Gesetzen entsprechen. Und genau so ist es ja auch.

¹⁰⁵ $w = \text{Wirkung} = \text{Impuls} \cdot \text{Strecke}$.

Viertens: Der „Schmetterlings-Effekt“ als ‚makroskopisches‘ Beispiel (dynamisch)

Dieser bekannte Effekt besagt, daß der Flügelschlag eines Schmetterlings in China einen Sturm in New York auslösen kann. Das ist im Prinzip richtig, aber die Betonung liegt auf „kann“, denn nicht jeder Flügelschlag löst einen Sturm auf der anderen Seite der Erde aus. Wenn man diesen Effekt genauer betrachtet, dann handelt es sich um eine sehr lange Kette von Reaktionen, deren einzelne Glieder von sehr vielen Zufallsprozessen gesteuert werden und daher in keiner Weise vorhersehbar sind, schon gar nicht der Effekt am anderen Ende der Kette. Eine kausale Verknüpfung – und das ist das Kennzeichen von Kausalität – existiert nur zwischen den einzelnen, unmittelbar miteinander verbundenen Reaktionen: zwischen dem Flügelschlag und der genau danach folgenden Reaktion, die überdies eine unabhängige Kausalkette sein kann, die sich mit ihr kreuzt, zwischen der Folgereaktion und der nächsten, konkreten Wirkung usw. Es ist nicht erlaubt, zwischen dem Beginn der Kette – Flügelschlag – und dem Ende – Sturm – eine kausale Verknüpfung herzustellen, denn dann wären wir wieder im Reich des klassischen, mechanischen Determinismus und könnten alles vorhersehen. Daher widerlegt nicht nur die Quantentheorie, sondern schon dieses Beispiel den mechanischen Determinismus. Trotzdem herrscht das Kausalitätsprinzip, keine der Einzelreaktionen ist „akausal“ oder ohne Verbindung zur vorhergehenden und nachfolgenden abgelaufen, jedes Mal gab es eine Ursache und eine Wirkung.

Ganz abgesehen davon rührt allerdings der Name „Schmetterlingseffekt“ überhaupt nicht von diesem allerliebsten Bild eines realen Schmetterlings her, sondern von der geometrischen Form, die sich in einem recht einfach aussehenden Differentialgleichungssystem der Chaosforschung durch Eingabe von Anfangswerten sowie bestimmten Werten für die Konstanten und iteratives Einsetzen der resultierenden Werte in dieselbe Gleichung zeigt:

$$\begin{aligned}x' &= -(y + z) \\y' &= x + ay \\z' &= b + xz - cz\end{aligned}$$

Die Konstanten sind a, b und c. Verwendet man nun die Werte für a = 2.4, b = 2.1 und c = 5.7, führt 50000 Iterationen durch und zeichnet alle Werte für x, y und z in ein räumliches Koordinatensystem ein, so ergibt sich das Bild des von Otto E. Rössler entdeckten klassischen Attraktors, der zur Gruppe der „seltsamen“ Attraktoren in der Mathematik von chaotischen Systemen gehört:¹⁰⁶

¹⁰⁶ O. E. Rössler, An Equation for Continuous Chaos, Physics Letters 57A, 397-398 (1976). Rössler (*1940) ist ein nicht-praktizierender Arzt mit philosophischen Ambitionen, promovierte in Tübingen in Biochemie und war post-doc bei Konrad Lorenz. Nach seinen eigenen Angaben wurde er zu seinem Attraktor-System beim Betrachten einer Bonbonknetmaschine auf Coney Island inspiriert, die die Toffeemasse wiederholt dehnt und faltet (<http://de.wikipedia.org/wiki/R%C3%B6ssler-Attraktor>). Er beobachtete dabei den Weg zweier benachbarter Rosinen und versuchte dann, deren Trajektorien zu berechnen.

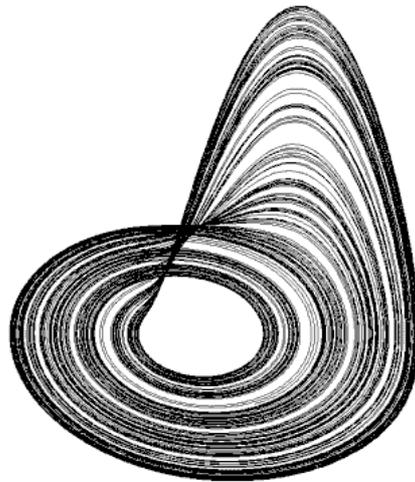


Abb. 8a Klassischer Rössler-Attraktor. Zwei Startwerte, die dicht beieinander liegen, entfernen sich immer mehr voneinander.

Da das Bild dieses Attraktors eine entfernte Ähnlichkeit mit einem Schmetterling bzw. dessen Flügeln hat, ist infolge der Vorstellung von diesem Bild dann die oben erwähnte, aber wie gesagt, obendrein noch völlig vulgarisiert-romantische Idee des realen Schmetterlings geworden, der einen Tornado hervorrufen kann (meist aber nicht).¹⁰⁷

Nach dem russischen Nobelpreisträger für Chemie von 1977 Ilya Prigogine ist ein „Attraktor als Zustand oder Verhalten, auf das die Entwicklung eines dissipativen Systems zusteuert“, anzusehen.¹⁰⁸ Attraktoren sind sich durch Phasenübergänge wandelnde Strukturen, wobei das systemische Verhalten umso einfacher wird, je niedriger die Dimension des Attraktors ist. In Zustandsräumen mit drei und mehr Dimensionen treten Attraktortypen mit chaotischer Bewegung auf; diese werden "Seltsame Attraktoren" genannt. Damit man von einem Seltsamen Attraktor sprechen kann, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein: (1) alle Trajektorien bleiben innerhalb einer Region, dem sogenannten Phasenraum, (2) es herrscht sensitive Abhängigkeit von den Anfangsbedingungen und (3) der Attraktor kann nicht in zwei oder mehr Teile aufgespalten werden.¹⁰⁹

Der Aachener Psychosomatiker Günther Schiepek erklärt den Attraktor so:

„Ein Attraktor ist ein Abfolgemuster, eine prozessuale Gestalt im Verhalten eines dynamischen Systems. Systemzustände, die sich außerhalb des Attraktors befinden, werden innerhalb eines mehr oder weniger großen Zeitraums auf diesen orientiert, von diesem angezogen. Jeder Attraktor hat einen bestimmten Einzugsbereich (sein ‚Bassin‘), in dem seine ‚attraktive‘ Kraft wirkt. Es gibt verschiedene Typen von Attraktoren. Die Eigenschaften des seltsamen Attraktors definieren das, was man als Chaos bezeichnet.“¹¹⁰

Der Rössler-Attraktor ist das beste Beispiel für ein System, das bei kleinen Änderungen im Anfang große Abweichungen nach einer gewissen Anzahl von Durchläufen hervorruft, die prinzipiell nicht vorhersehbar sind; das Problem ist nämlich, daß schon für die exakte

¹⁰⁷ Visualisierungen mit einem Lorenz-Attraktor haben eine noch größere Ähnlichkeit mit Schmetterlingsflügeln, vgl. E.N. Lorenz, Deterministic Non-periodic Flow, Journal of Atmospheric Sciences, 20, 130-141 (1963), Warwick Tucker, The Lorenz attractor exists, Comptes Rendue Academie de Sciences Ser. I Math. 328, S. 1197-1202 (1999) sowie ders., The Lorenz attractor exists. An Auto-Validated Proof (<http://www.cs.utep.edu/interval-comp/interval.02/tuck.pdf>).

¹⁰⁸ Ilya Prigogine und Isabelle Stengers, Das Paradox der Zeit, München 1993, S. 99 (nach Arthur P. Schmidt, ENDO-Management. Entrepreneurship im Interface des World Wide Web, Release 3.0, Verlag Paul Haupt: Bern-Stuttgart-Wien, Kapitel 2.3.3 [o.J., o.S.]).

¹⁰⁹ J. Creedy und V.L. Martin (Hrsg.) Chaos and Non-linear Models of Economics, Aldershot 1994, S. 22 (nach Schmidt, ENDO-Management, a.a.O.).

¹¹⁰ Günther Schiepek, Die Grundlagen der systemischen Therapie. Theorie, Praxis, Forschung, Vandenhoeck & Ruprecht: Göttingen 1999, S. xx-xx

Berechnung der Position *einer* Trajektorie in der zehnten Runde eine sehr große Genauigkeit nötig ist, da sich jeder Rundungsfehler, der zu Beginn gemacht wird, gnadenlos verstärkt. Man nennt diese Eigenschaft ‚Sensitivität‘. Sie macht es technisch unmöglich, selbst bei sehr genauen Anfangsbedingungen zuverlässig die Position einer Trajektorie in der tausendsten Runde anzugeben. Im folgenden Bild, der Abb. 8b, sind zwei Trajektorien eingezeichnet, die sich am Anfang nur geringfügig unterscheiden. Schon in der dritten „Runde“ beträgt ihre Differenz aber mehr als das Zwanzigfache.

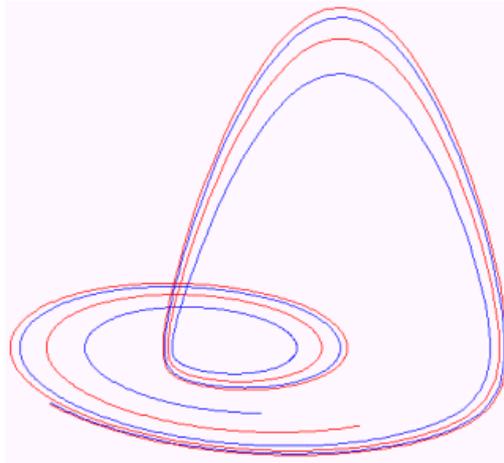


Abb. 8b Zwei Trajektorien (blau und rot) auf dem Attraktor; in der dritten „Runde“ beträgt ihre Abweichung schon über das 20fache.

Reale Attraktoren in Form von Magneten hatten wir aber auch schon beim oben erwähnten Pendelversuch kennengelernt; die mathematische Behandlung der Pendelbewegung würde ähnliche Trajektorien ergeben wie in den Abb. 8a und 8b.

Fünftes Beispiel: Kristallbildung von Schneeflocken, Chaostheorie und fraktale Geometrien (statisch *und* dynamisch)

Schneeflocken kristallisieren insoweit gesetzmäßig, als Wasser unter bestimmten Bedingungen eine dendritische Kristallstruktur bildet, deren Wachstumsrichtungen wegen der räumlichen Gestalt des H₂O Moleküls, dessen Bindungen untereinander einen Winkel von etwa 120° bilden, bevorzugt sind. Nachdem sich ein Kristallisationskeim gebildet hat, wachsen die hexagonalen Strukturen entlang der sechs [1,0,0]-Richtungen der hexagonalen Gitterstruktur von Eis, also entlang der Basalebene in einem Winkel von 60° zueinander (Abb. 9a und 9b).

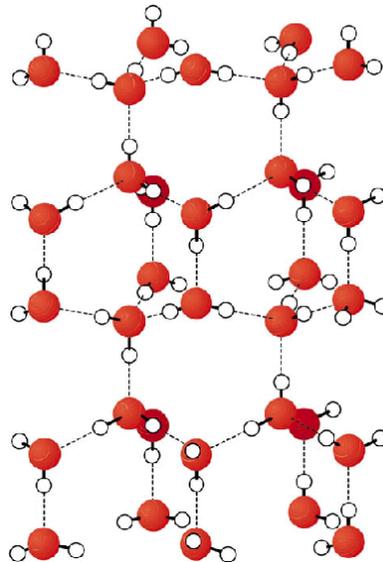


Abb. 9a Anordnung der Wassermoleküle im Eis- und Schneekristall. Von jedem Sauerstoff-Atom (rot) gehen tetraedisch 2 Elektronenpaarbindungen zu den Wasserstoffatomen (weiß) sowie 2 Wasserstoffbrückenbindungen zwischen roten O-Atomen (gestrichelt) aus. Die Bindungsenergie der Wasserstoffbrückenbindung beträgt ca. 1/5 der Bindungsenergie der Elektronenpaarbindung. Wenn Eis schmilzt, werden nur ca. 30% der Wasserstoffbrückenbindungen aufgebrochen. Im Wasser ist ihre Anzahl also geringer, daher die Beweglichkeit der Moleküle auch größer.

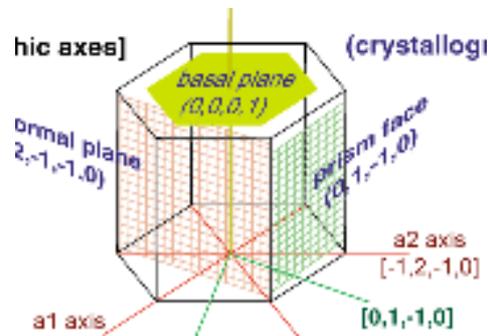


Abb. 9b Achsen und Ebenen eines hexagonalen Kristalls

Die Wachstumsgeschwindigkeit entlang der Richtung $[0,0,0,1]$ senkrecht zu den Basalebene ist gering (Abb. 9b). Sonst würde man keine flachen Schneeflocken beobachten, sondern langgestreckte Schneenadeln.

Interessanterweise ist aber keine Schneeflocke identisch mit irgendeiner anderen; die Variationsbreite ist ganz enorm, tendiert möglicherweise zu unendlich. Das liegt daran, daß die Bildung eines konkreten Wasserkristalls in einer Schneeflocke zufällig ist: an den Kristallisationskern, etwa ein Staubteilchen, lagern sich die ersten Wassermoleküle in zufälliger dreidimensionaler Richtung an, weitere dann wiederum zufällig an unterschiedlichen Stellen des schon gebildeten Eiskristalls etc. etc. und das ganze ist von der Temperatur und Luftfeuchtigkeit abhängig, die sich während des Wachstumsvorgangs laufend ändern kann. Natürlich sehen Schneeflocken sich sehr ähnlich, denn Wasser kristallisiert in einer hexagonalen Form und nicht in irgendeiner beliebigen anderen Form. Trotzdem ist keine Schneeflocke mit einer anderen exakt identisch. (Abb. 10a und 10b) Mathematiker sprechen von „Selbstähnlichkeit“ der Struktur, die durch eine fraktale Geometrie zustande kommt. Hinsichtlich der entsprechenden Mathematik sei hier nur auf

die sogenannte Koch-Kurve verwiesen.¹¹¹ In dieser idealisierten, mathematisch berechenbaren Form zeigen die Flocken, die man konstruieren kann, allerdings keine unendliche Vielfalt. (Abb. 11)



Abb. 10a Schneeflocken (Quelle: Wikipedia)



Abb. 10b Dendrit (Stern)
(Quelle: wie Abb. 10a)

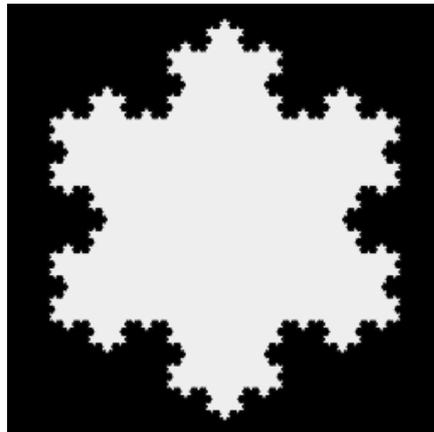


Abb. 11 Kochsche Schneeflocke¹¹²
(7fache Iteration)

Die iterative Bildung dieser Kochschen Schneeflocke kann man leicht nachvollziehen, wenn man sich zunächst ein gleichseitiges Dreieck vorstellt, dann die innere Fläche entfernt, ein weiteres Dreieck anfügt, dessen innere Fläche wiederum entfernt etc... (Abb. 12).

¹¹¹ Der schwedische Mathematiker *Helge von Koch* (1870-1924) hatte 1904 das entsprechende Iterationsverfahren vorgestellt, wobei sich durch Kombination von drei Koch-Kurven eine Art (idealisierte) Schneeflocke bildet (vgl. auch Eric W. Weisstein, The Koch snowflake, from *MathWorld*--A Wolfram Web Resource. <http://mathworld.wolfram.com/KochSnowflake.html>).

¹¹² Weisstein, The Koch Snowflake, a.a.O.

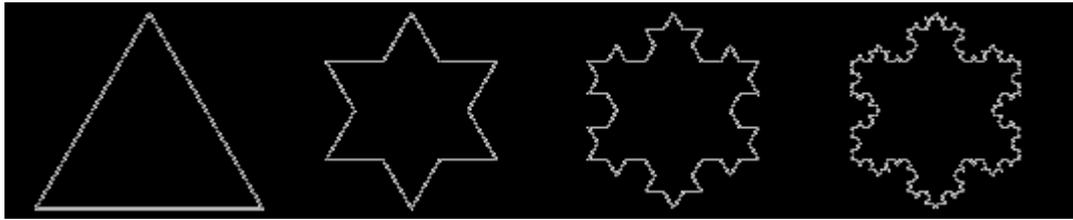


Abb. 12 Iterative Konstruktion einer Kochschen Schneeflocke¹¹³

Eine größere Vielfalt wird mit der sogenannten Mandelbrotmenge erhalten, bei deren Iteration Strukturen entstehen, die „Apfelmännchen“ genannt werden. (Abb. 13-15) Sie besitzen ebenfalls eine hochgradige Selbstähnlichkeit und sind von atemberaubender Ästhetik. Derartige Graphen werden Fraktale genannt, weil sie nicht „geradlinig“, sondern gebrochen verlaufen, wie z.B. in der Natur Küstenlinien. Bei der Iteration der Mandelbrot-Menge entstehen sie, weil in der Kurvengleichung irrationale Zahlen vorkommen.

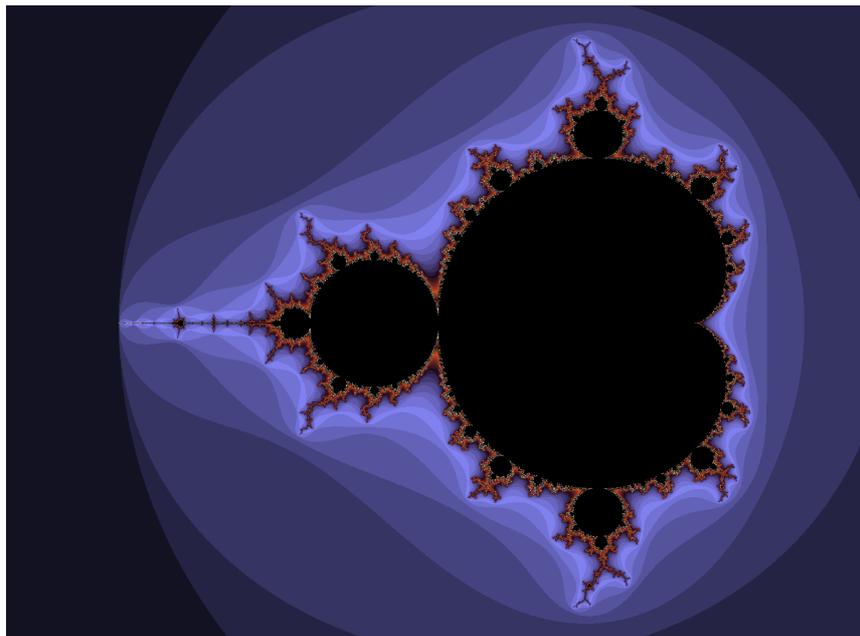


Abb. 13 Fraktal aufgrund einer Mandelbrotmenge¹¹⁴ („Apfelmännchen“; die sprossenden Strukturen am Rande sind wiederum Apfelmännchen, also selbstähnlich, jedoch nicht identisch, vgl. Abb. 14; berechnet mit Hilfe des free-ware Programms Xaos, Version 3.1)

¹¹³ Ibd.

¹¹⁴ Benoît B. Mandelbrot, Die fraktale Geometrie der Natur, Heidelberg 1991 (TB im Birkhäuser Verlag)

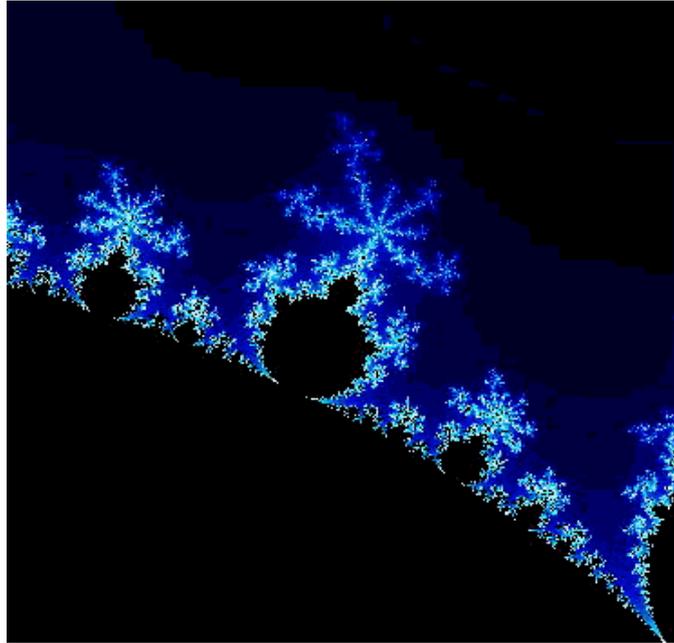


Abb. 14 „Sprossende“ Strukturen eines „Apfelmännchens“, die wiederum solche sind (vgl. Abb. 13; Quelle: <http://www.mathe-online.at/materialien/matroid/files/fraktale/Image35.gif>)

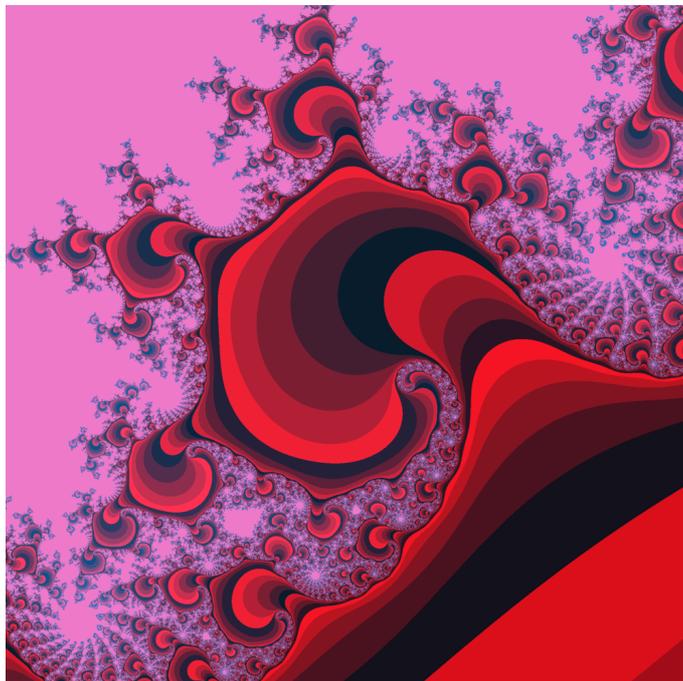


Abb. 15 Fraktal, mit anderen Parametern und Farben konstruiert (Quelle: www.mackzweb.com)

Abschließend sei erwähnt, daß Fraktale nicht nur theoretisch interessante Strukturen sind, sondern eminent praktische Bedeutung erlangt haben; so sind z.B. die Antennen in Mobiltelefonen in fraktaler Bauweise konstruiert, da sie so auf erheblich wirksamere Weise Funksignale einfangen als lineare oder einfach gebogene Antennen.

Philosophische Schlußfolgerungen aus den Abschnitten 3.1.1 und 3.1.2

Immer wieder sind Weltbilder aus einer Einzelwissenschaft abgeleitet worden, bis heute. Warum geht das nicht oder warum geht das immer schief? Weil gerade die Einzelwissenschaft Gesetze und Theorien ableitet, um Experimente zu planen und Hypothesen zu überprüfen, diese aber allein in ihrem jeweiligen Gegenstandsbereich gelten. Die Erforschung des Gegenstands und mithin die Theorien darüber sind aber historisch – entsprechend dem jeweiligen Stand der Entwicklung dieser Einzelwissenschaft – und weltanschaulich bedingt, um nicht zu sagen ideologisch beeinflusst.¹¹⁵ Es ist nicht nur höchst gefährlich, in Situationen unvollständigen Wissens, sozusagen aus Desideraten, ganze Weltbilder bzw. Weltanschauungen ableiten zu wollen, sondern es ist auch vollkommen unwissenschaftlich, dies zu tun.

Historisch geht der Wissenschaft allerdings die menschliche Erfahrung voraus, das sollte man nicht vergessen; sie ist oftmals ein sichererer Garant für eine bodenständige Weltansicht als irgendeine Ideologie, die von jeglicher empirischer Grundlage abgehoben ist, wo die Gedanken nur noch ihrer eigenen Gesetzlichkeit folgen, die „Ableitung der Wirklichkeit nicht aus sich selbst, sondern aus der Vorstellung“¹¹⁶ heraus vorgenommen wird. Von Carl Friedrich von Weizsäcker stammt die Aussage: „Wir sind Kinder der Natur. Die Natur ist älter als der Mensch.“ Aber zugleich weiß von Weizsäcker: „Der Mensch ist älter als die Naturwissenschaft.“¹¹⁷

Die Philosophie kennt keine Experimente, um dieses oder jenes Gesetz oder auch eine Theorie zu beweisen; sie ist wissenschaftlich nur dann, wenn sie nirgends, auf keinem Gebiet, in keiner Aussage im Widerspruch zu den geltenden Theorien in den Einzelwissenschaften steht und in sich konsistent ist. Die Menschen haben seit jeher, seit zig-tausenden von Jahren, philosophiert, aber noch nie gab es so viele Möglichkeiten, überholte Vorstellungen durch experimentell gesicherte Theorien zu widerlegen. Da wundert man sich, daß manche Naturwissenschaftler sich sogar heute noch bemühen, die Idee des Vitalismus zu erörtern, geschweige denn zu widerlegen.¹¹⁸ Dies sollte nach dem Ende des 19. Jahrhunderts gar nicht mehr nötig sein, nachdem *Friedrich Wöhler (1800-1882)* das Harnstoffmolekül, eine Verbindung der sogenannten organischen Chemie, aus einfachen chemischen Substanzen schon im Jahre 1828 synthetisiert hatte, und 1897 *Eduard Buchner (1860-1917)* die zellfreie, alkoholische Gärung entdeckt hatte, übrigens durch Zufall! Er hatte in seinem Labor in München einen Hefezelleextrakt über's Wochenende in einer Zuckerlösung stehen lassen, um Skilaufen gehen und am Montag weiterarbeiten zu können.¹¹⁹ 1907 erhielt er für seine Entdeckung den Nobelpreis für Chemie.

¹¹⁵ Man hat es vielleicht schon bemerkt: der Begriff Ideologie wird hier nicht im vulgären, tagespolitischen Sinn verwendet, sondern im ursprünglichen; danach gibt es Anschauungen, Meinungen etc. „ohne Ideologie“ überhaupt nicht. Immer hat man auch einen ideologischen Standpunkt, und der kann relativ wahr, relativ falsch oder vollkommen falsch sein. Hier folge ich der Definition von Marx/Engels: „Die Moral, Religion, Metaphysik und sonstige Ideologie und die ihnen entsprechenden Bewußtseinsformen behalten hiermit nicht länger den Schein der Selbständigkeit. Sie haben keine Geschichte, sie haben keine Entwicklung, sondern die ihre materielle Produktion und ihren materiellen Verkehr entwickelnden Menschen ändern mit dieser ihrer Wirklichkeit auch ihr Denken und die Produkte ihres Denkens. Nicht das Bewußtsein bestimmt das Leben, sondern das Leben bestimmt das Bewußtsein. In der ersten Betrachtungsweise geht man von dem Bewußtsein als dem lebendigen Individuum aus. In der zweiten, dem wirklichen Leben entsprechenden, von den wirklichen lebendigen Individuen selbst und betrachtet das Bewußtsein nur als ihr Bewußtsein.“ (Marx/Engels, Die deutsche Ideologie, MEW Bd. 3, Berlin 1976, S. 26-27) Ideologie muß daher nicht automatisch „falsches Bewußtsein“ bedeuten, denn dann gäbe es kein der herrschenden Ideologie entgegengesetztes Bewußtsein.

¹¹⁶ Engels, Anti-Dühring, S. 89

¹¹⁷ Nach Andreas Kuhlmann, Von Sat und Chit, DIE ZEIT Nr. 42 vom 10.11.1991 (ZEIT online Archiv, Aufruf am 1. Oktober 2008); vgl. auch Heisenberg, Die Kopenhagener Deutung der Quantentheorie, a.a.O., S. 58.

¹¹⁸ So u.a. David Deutsch, Physik der Welterkenntnis. Auf dem Weg zum universellen Verstehen, dtv: München 2002, 2. Auflage, S. 158

¹¹⁹ Peter M. Kaiser, Chemie, Biologie, Vitalismus. Eine bemerkenswerte Polemik in den Annalen der Pharmacie, Bremer Briefe zur Chemie II, 34-42 (1978). Die Zufallsentdeckung kam so zustande: Buchner hatte in München kurz vor einem Wochenende einen zellfreien Hefeextrakt hergestellt und wollte ihn über's Wochenende, da er Skifahren wollte, aufbewahren, um in der darauffolgenden Woche damit weiter zu arbeiten. Er fragte daher seinen Bruder, einen Mediziner, was er zur Konservierung tun könne; dieser riet ihm, Zucker sei gut geeignet

Trotzdem mußte der große Biologe Theodosius Dobzhansky in den 1960er Jahren noch feststellen:

„Forschung zu betreiben, nur um zu demonstrieren, daß der Vitalismus unrecht hat, ist für einen modernen Biologen ebenso wertlos wie gegen Windmühlenflügel zu kämpfen.“¹²⁰

Zu Dobzhansky als Entwickler und Vertreter der *Synthetischen Evolutionstheorie* siehe unten, Kap. 3.1.3.

Alle Versuche, eine auf die Natur bezogene Weltanschauung allein aus einer (oder mehreren) Einzelwissenschaft(en) abzuleiten, landen unweigerlich im Reduktionismus. Warum? Weil nicht berücksichtigt wird, daß es entsprechend der Hierarchie der Natur auch eine Hierarchie der *Naturwissenschaften* gibt. Wenn Materie untrennbar mit Bewegung verknüpft ist, so kann man von unterschiedlich komplexen Stufen der Bewegungsformen sprechen: ausgehend von der physikalischen Bewegungsform ist die nächste die chemische Bewegungsform, in der aber die physikalische ‚aufgehoben‘, d.h. in ihr enthalten ist, aber nicht mit ihr identisch. Daher sind auch die Gesetze in den beiden Stufen/Sphären nicht identisch. Die darauffolgende Bewegungsform ist die biologische, in der wiederum beide, physikalische und chemische, enthalten sind, wiederum qualitativ anders, wiederum durch vollkommen andere Gesetze bestimmt. Und schließlich folgt die gesellschaftliche Bewegungsform der Menschen, in der alle vorhergehenden enthalten und zugleich aufgehoben sind. Was aber ist Philosophie?

Der Philosoph Peter Ruben schrieb über das Verhältnis von Physik und Philosophie:

„Von der Physik eine Antwort auf philosophische Fragen zu erwarten, bedeutet, den Unterschied zwischen Physik und Philosophie zu vergessen. Wenn der Physiker antwortet, so antwortet er als Philosoph. Die Dialektik ist die Methode der Philosophie, nicht aber die der theoretischen Physik. ...

A. Einstein hat mit seiner Analyse der Gleichzeitigkeit explizit gemacht, wie sich Physik und Philosophie aufeinander beziehen. Sofern der Physiker überkommene Grundbegriffe seiner Wissenschaft kritisiert, ist er an sich, d.h. der Möglichkeit nach, Philosoph. Denn ‚Eben das, was als bekannt vorausgesetzt wird, von dem jeder meint, er wisse es schon, ist das Eigentümliche der Philosophie.‘ [Anm.: G.W.F. Hegel, Einleitung in die Geschichte der Philosophie, Berlin 1966, S. 101] Daß überhaupt derartige Grundbegriffe bestehen, ist dem Wesen der ‚verständigen Abstraktion‘ geschuldet. Jede deduktive Theorie muß Grundbegriffe und –aussagen unterstellen, die selbst nicht bewiesen oder definiert sind. Die Kritik unterbindet also die Möglichkeit der Verwandlung der Grundaussagen in Dogmen. Sie kann aber vom Standpunkt der ‚verständigen Abstraktion‘ nur in ihrer ‚Aufhebung‘ wirklich sinnvolle Kritik sein, d.h., sie muß zur Annahme neuer Grundbegriffe und –aussagen führen.“¹²¹

Weiter sagt Ruben:

„Was nun die ‚physikalische Kritik‘ von der philosophischen unterscheidet, ist der *verschiedene Bezugspunkt* der Kritik. Die Physik kritisiert Begriffe hinsichtlich ihrer experimentellen Relevanz, also im Hinblick auf ihre objektive Realisierbarkeit in möglichen Ordnungszusammenhängen natürlicher Dinge. Die Philosophie jedoch kritisiert hinsichtlich

dazu. Also tat Buchner eine gewisse Menge Zucker in den Preßsaft. Als er vom Skifahren zurückkehrte, stand er staunend vor einer Gärungsmasse, die reichliche Mengen Kohlendioxid (CO₂) produziert hatte, wobei im Saft selbst sich eine gehörige Menge Alkohol fand, beides Endprodukte der alkoholischen Gärung, wenn ausreichend Zucker als Nährlösung vorhanden ist. Die Schlußfolgerung konnte nur sein, daß die vorher in der Zelle vorhandenen Enzyme noch in dem Preßsaft vorhanden waren, sozusagen beim Abpressen durch den Filter in den Saft gelangt waren und dort ihre katalytische Wirkung entfalten konnten. Das zuerst entdeckte Enzym wurde denn auch konsequenterweise „Zymase“ genannt und das Wort Enzym selbst bedeutet auf altgriechisch „εν ζύμη“, „in Hefe“. Zymase ist auch der Sammelbegriff für die an der alkoholischen Gärung beteiligten Enzyme.

¹²⁰ Th. Dobzhansky, *Dynamik der menschlichen Evolution*, Stuttgart 1975, S. 11 (nach K.F. Wessel, *Kritischer Realismus und dialektischer Materialismus. Zur Kritik einer bürgerlichen Naturphilosophie*, Berlin/DDR 1971, S. 119).

¹²¹ Peter Ruben, *Problem und Begriff der Naturdialektik*, in Ders., *Dialektik und Arbeit der Philosophie*, Köln 1978, S. 146-187, hier S. 181

des menschlichen Selbstverständnisses, in bezug auf die menschliche Wirklichkeit. Während die physikalische Kritik stets die physikalische Vorgehensweise unterstellt, setzt die philosophische Kritik stets ein bestimmtes Menschenbild voraus, einen Begriff der Menschlichkeit, der ihr das Maß ihrer Kritik ist. Vom Standpunkt der physikalischen Kritik wird also die Möglichkeit der Philosophie, die sie inhärent enthält, nicht verwirklicht. Sie kann nicht verwirklicht werden, sofern es dem kritisierenden Physiker um die Entwicklung der Physik geht. Sie kann verwirklicht werden, sobald der Physiker den Ausgangspunkt der Philosophie einnimmt, also die zu kritisierenden Grundannahmen nicht auf ihre experimentelle Realisierbarkeit prüft, sondern als Ausdruck menschlicher Arbeit. Der Zusammenhang von Physik und Philosophie ist dialektisch: Von der Physik zur Philosophie führt kein logischer Weg, die physikalischen Begriffe sind nicht identisch mit den philosophischen gleicher Lautgestalt. Der Übergang von der Physik zur Philosophie ist ein qualitativer Sprung im Gesamtprozeß des wissenschaftlichen Denkens, ist der Umschlag von der Dominanz der experimentellen Methode zur Dominanz der dialektischen, d.h. der Übergang von der ‚Gleichberechtigung‘ zwischen Mensch und Natur zur ‚Alleinherrschaft‘ des Menschen.¹²²

Wir könnten hinzufügen: in der umgekehrten Richtung, von der Philosophie zur Physik führt sehr wohl ein logischer Weg; das haben dialektische Aussagen so an sich, daß sie eben nicht vorwärts wie rückwärts gelesen einen – logischen – Sinn bzw. eine sinnvolle Aussage ergeben.

David Deutsch, Mathematiker und Theoretischer Physiker an der Universität Oxford, begeht z.B. genau diesen Fehler: er will die „Welterkenntnis“ aus der „Physik“ herleiten. Nun hat seinem Buch obendrein noch der Verlag den genau falsch herum formulierten und damit vollkommen unsinnigen Titel gegeben: „Physik der Welterkenntnis“¹²³, während das Original „Fabric of Reality“ heißt und damit schon gleich die philosophische Richtung andeutet. Unter Physikern wird diese Vorgehensweise, aus ihrer Einzelwissenschaft eine Weltanschauung (im wörtlichen Sinne) zu entwickeln, auch oft die „Theorie für Alles“ (*Theory of Everything*, TOE)¹²⁴, oder, je nach Übersetzer, „Theorie von Allem“ genannt; so ist auch gleich das erste Kapitel des Buches von Deutsch überschrieben. Wir erinnern uns dabei auch an die (bis heute vergeblichen) Versuche Heisenbergs in den 50er Jahren, eine „Weltformel“ aufzustellen, eine solche, die die grundlegenden Wechselwirkungen der Natur beschreiben würde¹²⁵ sowie zusätzlich die Gravitation. Zugunsten der Physiker können wir darüber hinaus ja einmal annehmen, daß mit „Welt“ nur die natürliche Welt, die Natur gemeint ist, also nicht die menschliche Gesellschaft. Diese wird man niemals mit Hilfe physikalischer Wechselwirkungen erklären können.

Es entbehrt nicht einer gewissen Komik, wenn man in Wikipedia zum Stichwort „Weltformel“ Folgendes liest:

„Grundsätzlich bezieht sich der Begriff nur auf (prinzipiell) messbare Größen der Physik. Inwieweit Aspekte außerhalb der Physik, etwa der Psychologie oder der Kunst, auf physikalische Phänomene rückführbar sind, ist nicht direkter Gegenstand einer *Theory of Everything*. Darüberhinaus stoßen auch die besten gegenwärtigen Theorien mit zunehmender Komplexität des betrachteten Systems auf praktische Grenzen der Berechenbarkeit. Dies ist dennoch keine Einschränkung des umfassenden Erklärungsanspruches dieser Theorien in ihrem jeweiligen Gültigkeitsbereich.

So ist es z.B. auch heute nicht im Ansatz möglich, einen menschlichen Organismus mittels der Quantenelektrodynamik (QED) zu berechnen, weil allein schon die Anzahl der in ihm

¹²² Ibd.

¹²³ Deutsch, Physik, ibd.

¹²⁴ Vgl. den gleichwohl interessanten, mathematischen Ansatz eines Physikers an der University of California San Diego/UCLA: A. Garrett Lisi, An Exceptionally Simple Theory of Everything, arXiv:0711.0770v1 [hep-th] 6 Nov 2007 (31 S.) (http://arxiv.org/PS_cache/arxiv/pdf/0711/0711.0770v1.pdf; Aufruf am 10. Oktober 2009).

¹²⁵ Diese sind die drei Grundkräfte und die Gravitation; die drei Grundkräfte wiederum sind die elektromagnetische (Quantenelektrodynamik, QED), die starke Wechselwirkung, die starke Kernkraft (Quantenchromodynamik) und die schwache Wechselwirkung (wirksam nur bei sehr kleinen Abständen zwischen Elementarteilchen). Diese vereinheitlichte Theorie von drei Grundkräften wird „Grand Unified Theory“, GUT, genannt; aber es fehlt eben noch die Gravitation. Die Vereinheitlichung der GUT zeigt sich vor allem in der Ähnlichkeit der mathematischen Struktur ihrer Theorien.

enthaltenen Materieteilchen die Speicherkapazität gegenwärtiger Computer bei weitem übersteigt.¹²⁶

Der Versuch, einen menschlichen Organismus zu berechnen, wobei man fragen müßte, was da berechnet werden soll, übersteigt nicht nur die Kapazität gegenwärtiger Computer, sondern auch die aller zukünftigen, wenn diese weiter auf der Silizium-Halbleiter-Basis gebaut werden sollten. Es ist dies kein quantitatives Problem, sondern ein ganz anderes, bei dem sich das dialektische Gesetz vom Umschlag der Quantität in eine neue Qualität bewahrheiten wird. Außerdem sind diese beiden Abschnitte aus dem digitalen „Volkslexikon“ widersprüchlich formuliert: Bereiche außerhalb der Physik seien nicht Gegenstand einer TOE, aber Organismen? Sind diese nicht auch Gegenstände außerhalb der Physik? Kann es irgendeine physikalische Methode geben, die den Stoffwechsel einer Zelle oder die evolutionäre Entstehung von Viren erklären kann? Es wird jedoch suggeriert, daß man mit größeren und schnelleren Computern einst einen ‚menschlichen Organismus‘ berechnen können. Was zeichnet denn einen ‚menschlichen Organismus‘ aus? Hat etwa schon jemand das gefunden, was den menschlichen Organismus auszeichnet? Und dann wird ganz richtig einschränkend erwähnt, daß diese ‚Theorien‘ nur in ihrem ‚jeweiligen Gültigkeitsbereich‘ einen ‚umfassenden Erklärungsanspruch‘ geltend machten. Wie kann aber *ein* Gültigkeitsbereich umfassend sein? Wenn sie noch nicht einmal in ihrem Gültigkeitsbereich umfassend wären, dann wären es armselige Theorien. Und wenn sie darüber hinaus gingen, dann wären sie nicht mehr in ihrem Gültigkeitsbereich, also nicht gültig, ergo nicht anzuwenden und demzufolge nichts wert, in diesem Bereich...

Schauen wir uns weiter das Buch von David Deutsch an. Auf den ersten Blick argumentiert er gegen einen Reduktionismus:

„Die GUT oder existierende Näherungen sagen Bewegungsgesetze für einzelne subatomare Teilchen vorher. Aus diesen relativ einfachen Gesetzen können heutige Computer die Bewegung jeder isolierten Gruppe einiger weniger wechselwirkender Teilchen mit bekanntem Anfangszustand einigermaßen genau berechnen. Aber selbst der kleinste sichtbare Fleck Materie enthält Abermilliarden Atome, von denen jedes aus vielen subatomaren Teilchen besteht und sich unablässig mit der Außenwelt in Wechselwirkung befindet. Es ist deshalb völlig ausgeschlossen, das Verhalten Teilchen für Teilchen vorherzusagen. Wenn die genauen Bewegungsgesetze durch Näherungsverfahren ergänzt werden, können wir einige Aspekte des Grobverhaltens sehr großer Objekte vorhersagen – beispielsweise die Temperatur, bei der eine bestimmte chemische Verbindung schmilzt oder siedet. Auf diese Weise wurde ein großer Teil der Grundlagenchemie auf die Physik zurückgeführt. Aber das reduktionistische Programm läßt sich auf höheren Stufen seines Wissenschaftsgebäudes nur im Prinzip anwenden. Niemand erwartet, die vielen Grundsätze der Biologie, Psychologie oder Politik aus physikalischen Grundgedanken herleiten zu können.“¹²⁷

Da hat Deutsch nicht alle populärwissenschaftlichen Bücher gelesen; gerade diese Art von Reduktionismus verbreitet sich immer mehr, und wir werden nach Deutschs Buch ein solches besprechen. Außerdem werden wir am Schluß des Kapitels über Beispiele aus der Biologie, den philosophischen Schlußfolgerungen, sehen, daß auch die meisten prominenten Biologen vergeblich versuchen, aus ihrer Einzelwissenschaft Weltbilder zu entwickeln.

Aber Deutsch selbst erweist sich letztlich doch als Reduktionist:

„Ein Organismus ist also die unmittelbare Umwelt, die die wirklichen Replikatoren, die Gene des Organismus, kopiert...

Dieses auf Genen basierende Verständnis des Lebens, das Organismen als Teil der Umwelt von Genen sieht, bildet seit Darwin implizit die Grundlage der Biologie, wurde aber erst seit den sechziger Jahren dieses Jahrhunderts wirklich verstanden und zum ersten Mal vollständig ausformuliert, als Richard Dawkins 1976 *Das egoistische Gen* veröffentlichte.

¹²⁶ <http://de.wikipedia.org/wiki/Weltformel> (Aufruf am 23. Oktober 2010).

¹²⁷ Deutsch, Physik, S. 24 f. GUT = Grand Unified Theory.

Kehren wir zu der Frage zurück, ob das Leben ein Grundphänomen der Natur ist. Anscheinend deutet alles darauf hin, daß es lediglich eine Begleiterscheinung darstellt.

Denn nicht nur die Vorhersagen der Biologie, sondern oberflächlich gesehen auch die Erklärungen reduzieren sich im Prinzip auf Physik. Die erklärenden Theorien Darwins (in modernen Fassungen wie der von Dawkins) und der modernen Biochemie sind reduktiv. Lebende Moleküle – Gene – sind lediglich Moleküle und gehorchen denselben Naturgesetzen wie unbelebte.¹²⁸

Genau das ist eben *nicht* richtig: es gibt keine „lebenden Moleküle“, auch keine Gene, die „leben“; Moleküle können daher auch nicht „tot“ sein, weil sie nämlich nie gelebt haben (ein logischer Fehler),¹²⁹ und zweitens gehorchen komplexe organische Moleküle überhaupt keinen *physikalischen* Gesetzen, sondern *biochemischen*. Wir sind bei biochemischen Molekülen in einem anderen Objektbereich, in einer anderen Ebene der Hierarchie. Mit Hilfe der Schrödingergleichung kann kein biochemischer Regelkreis wie der Citronensäurezyklus erklärt werden, geschweige denn die Funktionsweise eines Gens. Wenn wir einen Genabschnitt auf der DNA oder RNA kennen, wenn wir ihn sequenziert haben, wissen wir noch lange nichts über die Funktion, d.h. wann er aktiv wird, wann er wieder abgeschaltet wird, kurz alles, was wir weiter unten als epigenetisches System besprechen werden (3.1.2). Die Aufklärung der Funktion der Gene, im Kontext der steuernden Faktoren, seien es Proteine oder kurzkettige (mikro)RNA oder noch unbekannte Faktoren, hat ja eben erst begonnen!

Aber Reduktionismus ist auch nicht abwärts-kompatibel: die Theorie der allosterischen Hemmung bei Enzymen kann nicht die physikalische Theorie vom Kristallwachstum¹³⁰ oder etwa die Thermodynamik irreversibler Prozesse ersetzen oder erklären. Und wer wollte mit Hilfe der Quantenmechanik das Fach Politische Ökonomie erklären oder gar umgekehrt? Niemand – und in Wirklichkeit macht es ja auch keiner!

Deutsch macht dann einen weiteren Sprung in seiner Argumentation und verläßt jetzt vollkommen die Ebene der Realität; philosophisch gesprochen, begibt er sich von der Auffassung der unserem Bewußtsein vorausgehenden Realität in das weite Reich des Idealismus. Er ist der Meinung, daß die Theorie die Realität erst produziert: es „wird durch *jede* Simulation der virtuellen Realität die simulierte Umwelt physikalisch erzeugt.“¹³¹ Endlich läßt er dann alle Materie sich auflösen:

„Was in dieser hypothetischen Art und auch in wirklichen Genen überlebt, ist nicht unbedingt das Gen oder ein anderer physikalischer Körper, sondern das in ihm verkörperte Wissen.“¹³²

Damit verläßt Deutsch den Boden aller Naturwissenschaft, die Realität entsteht im Augenblick, ist substanzlos, das Weltall wiegt keine 10⁵⁸ Tonnen mehr, wie Kosmologen schon vor einiger Zeit ausgerechnet haben, kann also beliebig entstehen und auch wieder verschwinden. Aber wiederum muß man kein dialektischer Materialist sein, um diesen idealistischen Standpunkt zu kritisieren, das hat schon Aristoteles getan:

„Offenbar ferner gibt es nur eine einheitliche Welt. Denn wären es der Welten mehrere, etwa wie es der Menschen viele gibt, so würde doch das Prinzip für eine jede dieser vielen Welten

¹²⁸ Ebd., S. 164 f.

¹²⁹ Die schon formallogisch falsche Kategorisierung von Molekülen als „tot“ oder „tote Materie“ für anorganische oder auch organisch-chemische Materie findet sich relativ häufig in Abhandlungen von Naturwissenschaftlern. Wenn es sich dann noch um kreationistische Machwerke mit dem Anspruch eines Lehrbuchs handelt, wie z.B. R. Junker und S. Scherer, *Evolution. Ein kritisches Lehrbuch*, 6. Auflage, Weyel-Verlag: Gießen 2006, dann ist höchste Vorsicht geboten (siehe beispielsweise dort auf S. 98). Zur Kritik an Junker/Scherer vgl. Martin Neukamm (Hrsg.) *Evolution im Fadenkreuz des Kreationismus. Darwins religiöse Gegner und ihre Argumentation*, Vandenhoeck & Ruprecht: Göttingen 2009. In unserem Zusammenhang hier ist auf meinen Beitrag *Die chemische Evolution* zu verweisen, ebd. S. 171-211.

¹³⁰ Vgl. z.B. A. A. Shibkov, Yu. I. Golovin, M. A. Zheltov, A. A. Korolev und A. A. Leonov, Morphology diagram of nonequilibrium patterns of ice crystals growing in supercooled water, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 319, 65-79 (2003)

¹³¹ Deutsch, *Physik*, S. 167

¹³² Ebd., S. 169

der Idee nach eines und dasselbe, und nur der Zahl nach würden es viele sein. Alles aber, was eine Vielheit der Zahl nach ist, ist mit Materie behaftet.“¹³³

Und das würde heißen, wenn alle diese Welten „mit Materie behaftet“ sind, dann würde jede 10^{58} Tonnen wiegen; wie könnte man sich das aber vorstellen? Steht das nicht im Widerspruch zu allen Annahmen über Gravitation?

Nun kommt ein „Werk“, seinerzeit (1994) sogar Bestseller, auf das sich auch Deutsch beruft, das den krassesten Fall von Reduktionismus darstellt, den man sich vorstellen kann und schon im Titel mit den Sehnsüchten vieler Menschen Schindluder treibt: „Die Physik der Unsterblichkeit. Moderne Kosmologie, Gott und die Auferstehung der Toten.“¹³⁴ Ebenso wie Deutsch geht Tipler vom Gehirn des Menschen als einem Computerprogramm aus:

„Man muß davon ausgehen, daß alle Formen von Leben – einschließlich des menschlichen denselben physikalischen Gesetzen unterliegen wie Elektronen und Atome. Darum ist für mich ein menschliches Wesen nichts weiter als eine besondere Art von Maschine, das menschliche Gehirn lediglich ein Gerät zur Informationsverarbeitung, die menschliche Seele ein von einem Gehirn genannten Computer durchgeführtes Programm. Zudem sind alle möglichen Kategorien von Lebewesen, ob intelligent oder nicht, prinzipiell gleichartig und unterliegen denselben physikalischen Gesetzen wie alle informationsverarbeitenden Geräte.“¹³⁵

Und Tipler steht ausdrücklich dazu, Reduktionist zu sein: „Ich ... bin ein entschiedener Reduktionist: Die Physik kann alles, einschließlich des Menschen, vollständig beschreiben.“¹³⁶ Also geht er noch weiter: Nicht nur ist der *Mensch* eine Maschine, sondern man kann auch Turing-Maschinen konstruieren, deren Papierband mit der Codierung als „Gedächtnis“ unendlich sein kann, so daß eine solche „... Turing-Maschine über weit mehr Fähigkeiten als jede beliebige Maschine mit endlich vielen Zuständen“ verfügen würde.¹³⁷ Dann heißt es weiter:

„Alles, was eine reale Maschine dieser Art mit der gleichen Übergangstabelle macht, verrichtet auch ihr numerisches Gegenstück, im Band der Turing-Maschine. Die ‚Maschine‘, die in Form von Zahlen in einer Turing-Maschine (oder einem anderen Computer) und nicht als greifbare Hardware existiert, nennt man eine *virtuelle Maschine*. Die virtuelle Maschine, die die gleichen Übergangstabellen hat wie eine reale Maschine, ist die perfekte Computersimulation einer realen Maschine. Eine perfekte Simulation wird als *Emulation* bezeichnet.“¹³⁸

Gut 200 Seiten später erfährt der geneigte Leser dann, in welcher Form er wiederauferstehen wird; dazu muß er allerdings warten, bis die Computerkapazität groß genug ist, nicht nur ihn, sondern auch seine Familie und seine gesamte Umgebung wiederauferstehen zu lassen – als Emulation!!!

„Die Toten werden auferstehen, sobald die Leistungsfähigkeit aller Computer im Universum so groß ist, daß die zur Speicherung aller möglichen Simulationen erforderliche Kapazität nur noch einen unbedeutenden Bruchteil der Gesamtkapazität darstellt.“¹³⁹

Da dies wohl noch eine Weile dauern wird, wenn es überhaupt je gelingt, stellt Tipler sich selbst die „heikle Frage“: „Was tut die Seele, während sie Milliarden und Billionen Jahre

¹³³ Aristoteles: Metaphysik, S. 340. Die digitale Bibliothek der Philosophie, S. 14928 (vgl. Arist.-Metaph., S. 176)

¹³⁴ Frank J. Tipler, Die Physik der Unsterblichkeit. Moderne Kosmologie, Gott und die Auferstehung der Toten, Piper: München-Zürich 1994. Tipler, Jahrgang 1947, ist Kosmologe, Prof. für Mathematische Physik an der Tulane University in New Orleans. Das Buch ist inzwischen ab € 0.88 über das Internet erhältlich.

¹³⁵ Ebd., S. 15

¹³⁶ Ebd., S. 418, Anm. 16; vgl. auch S. 18, 57, 243, 356 ff. Man beachte auch die falsche Grammatik, die wohl der Übersetzung geschuldet ist.

¹³⁷ Ebd., S. 63

¹³⁸ Ebd.

¹³⁹ Ebd., S. 279

auf ihre Auferstehung wartet?“¹⁴⁰ Zunächst wird diese Frage nicht beantwortet; Tipler geht auf sie erst in einem späteren Kapitel ein, im Rahmen der „Jenseitsvorstellungen in den großen Weltreligionen – Taoismus, früher Hinduismus, Judentum, Christentum und Islam...“, die er vergleichend erörtert.¹⁴¹ Aber auch hier wird sie nicht beantwortet; es werden sogar in einem eigenen Kapitel über ‚Reduktionismus‘ verschiedene Varianten nochmals detaillierter erläutert: „Ontologischer“, „epistemologischer“ und „methodologischer“ Reduktionismus.¹⁴²

Bevor wir an dieser Stelle weiter fortfahren, sollte man sich klarmachen, daß die entscheidende Idee Tiplers allein schon daran scheitert, daß zur Emulation der individuellen Persönlichkeit, die als Software wiederauferstehen soll, die vollständigen Informationen, die diese Persönlichkeit ausmacht, über mehrere Milliarden Jahre, wenn nicht sogar Billionen, von Anfang an gespeichert werden müßten. Ohne diese Informationen wäre eine Emulation ja wohl gar nicht möglich. (Tipler kann nicht im Ernst annehmen, daß jede, absolut jede Person emuliert werden könnte).

Es lohnt sich allerdings nicht, auf Tiplers Definitionen der oben genannten, verschiedenen Arten von Reduktionismus näher einzugehen. Seine Abhandlung gipfelt schließlich in seiner „Omegapunkt-Theorie“, die jedoch unzweifelhaft keine Theorie darstellt. Tipler selbst „glaubt auch nicht an den Omegapunkt“.¹⁴³ Was hat es damit für eine Bewandnis? Was soll der „Omegapunkt“ sein? Wie schon das griechische Alphabet und das hebräische Alef-Bet suggerieren, soll dies der Punkt am Ende der Zeit sein, der Punkt der „Dreifaltigkeit“ oder auch „der Heilige Geist, identifiziert mit der Wellenfunktion des durch die Omegapunkt-Randbedingung eingeeengten Universums“.¹⁴⁴ Der „Omegapunkt“ und der „Heilige Geist“ seien „lediglich zwei verschiedene (und letztlich gleichwertige) mathematische Modelle für personale Realität, wobei die erste die Transzendenz betont und das zweite die Immanenz.“¹⁴⁵

Tipler sieht in seinem „Schlußwort“ nunmehr die „Theologie als Zweig der Physik“ an, wie es in der Überschrift steht.¹⁴⁶ „Theologie und Religion sind Zweige der Naturwissenschaften, nicht der Ethik“, heißt es weiter in der Überschrift eines Unterkapitels.¹⁴⁷

Der wissenschaftliche Anhang über weitere ungefähr 130 Seiten ist dann vollends eine Zumutung, selbst für naturwissenschaftlich gebildete Leser. Tipler begibt sich in das mathematische Reich der Matrizenrechnung sowie komplizierter Differentialgleichungen, unter Zuhilfenahme u.a. der Ansätze von Feynman¹⁴⁸; nachvollziehbar ist dies, wie gesagt, nicht, schon gar nicht von Laien. Was hat Tipler damit bezweckt? Unwissende und halbgebildete Leser zu beeindrucken? Es ist sich dabei nicht weiter aufzuhalten.¹⁴⁹

Eigentlich können wir in den Naturwissenschaften immer wieder nur reduktionistische Ansätze beobachten, gerade auch in den Aussagen vieler Physiker, die Physik – nämlich die Quantentheorie – sei nun auch in der Lage, die gesamte Chemie zu erklären. Dies ist schlicht falsch. Die Chemie kann gar nicht mit der Quantentheorie allein, der Schrödingerschen Wellenmechanik z.B., erklärt werden. Mehrelektronensysteme sind mathematisch nicht lösbar, und zwar grundsätzlich. Daher werden in der Quantenchemie

¹⁴⁰ Ebd., S. 281

¹⁴¹ Ebd., S. 329 ff.

¹⁴² Ebd., S. 356 ff.

¹⁴³ Ebd., S. 369

¹⁴⁴ Ebd., S. 379

¹⁴⁵ Ebd.

¹⁴⁶ Ebd., S. 395

¹⁴⁷ Ebd., S. 397

¹⁴⁸ Vgl. exemplarisch: Richard P. Feynman, QED. Die seltsame Theorie des Lichts und der Materie, Piper: München/Zürich 2006 (12. Auflage)

¹⁴⁹ Im Jahre 2008 wurden wir durch ein weiteres Buch von Tipler beglückt: Die Physik des Christentums. Ein naturwissenschaftliches Experiment, Piper: München-Zürich 2008.

Näherungen eingeführt, das hatten wir schon erwähnt; diese Näherungen sehen so aus, daß empirische Parameter, nämlich solche, die aus der bisher bekannten Theorie und Praxis der Chemie selbst abgeleitet worden sind, in Näherungsgleichungen eingesetzt werden. Dadurch werden sie lösbar. Durch diesen „Trick“ kommt man zu einigermaßen mit der Erfahrung und den empirisch gewonnenen Daten übereinstimmenden Ergebnissen und es gelingt auch, Voraussagen über das Verhalten noch unbekannter Moleküle und Stoffe zu machen. Aber daraus schliessen zu wollen, man könne mit Physik die gesamte Chemie erklären, ist ein jedes Maß übersteigender Fehlschluß. Es gibt zwar eine Methode, sogenannte *ab-initio*-Rechnungen, die ohne empirische Parameter auskommt, aber mit ihr kann man bisher nur relativ kleine Moleküle berechnen.¹⁵⁰ Der Rechenaufwand ist immens groß und die Gleichungen (Matrizen) beruhen immer noch auf Näherungen, sonst wären sie überhaupt nicht lösbar.

Um das Kapitel nicht nur negativ abzuschließen, soll das Buch eines weiteren Physikers kurz vorgestellt werden: *Robert B. Laughlin* (*1950) von der Stanford University, der 1998 zusammen mit Horst Störmer und Daniel Tsui den Nobelpreis für den Fraktionalen Quantenhalbleiter-Effekt an Galliumarsenid (GaAs)¹⁵¹ erhalten hatte. Diesem Effekt liegen kollektive Anregungszustände zugrunde; er ist auch heute noch nicht vollständig erforscht und teilweise Gegenstand von Forschungsarbeiten im Rahmen von *nano-QUIT*.¹⁵²

Der Quantenhalbleiter-Effekt selbst wurde 1980 von dem deutschen Physiker *Klaus von Klitzing* (*1943) entdeckt. Er besteht in folgendem:

Bringt man eine Schicht aus Elektronen in ein dazu senkrecht stehendes Magnetfeld, und läßt durch sie einen Strom fließen, so kann man in der Schicht eine elektrische Spannung senkrecht zur Richtung des Stroms messen. Diese Hall-Spannung - benannt nach dem amerikanischen Physiker Edwin Hall, der den Effekt 1879 entdeckt hatte - wächst normalerweise mit größer werdendem Magnetfeld kontinuierlich an.

Klaus v. Klitzing führte 1980 dieses Experiment am Hochfeldlabor in Grenoble mit Silizium-Halbleiterstrukturen bei sehr tiefen Temperaturen (wenige Grad Kelvin über dem absoluten Nullpunkt) und sehr hohen Magnetfeldern aus. In seinem Experiment fand er ausgedehnte Intervalle in der Magnetfeldstärke, in denen die Hall-Spannung sich nicht ändert. Der zugehörige Hall-Widerstand, das Verhältnis aus Hall-Spannung und Strom, besitzt Plateaus, die mit extrem großer Genauigkeit und unabhängig vom Material oder der Form der Probe durch ganzzahlige Bruchteile einer Konstanten gegeben sind, also gequantelt und nicht gleichmäßig. Diese Konstante, heute Klitzing-Konstante genannt, hängt nur von Naturkonstanten ab und beträgt $R_K = h/e^2$, mit h als Planckschem Wirkungsquantum und der Elektronenladung e . Klaus von Klitzing erkannte, dass sich dieser Effekt ideal zur Festlegung eines Eichnormals für den elektrischen Widerstand eignet. Er erhielt für die Entdeckung des Phänomens 1985 den Nobelpreis für Physik. Die Originalprobe ist im Deutschen Museum Bonn ausgestellt.

Die Genauigkeit, mit der die Hall-Plateaus reproduzierbar gemessen werden können, ist so extrem gut, dass R_K inzwischen durch internationale Verträge als Standard für den elektrischen Widerstand festgelegt worden ist. Auch die Physikalisch-Technische

¹⁵⁰ Man kann heute Moleküle mit Hilfe der zeitabhängigen Schrödingergleichung und gewissen Näherungen (Hartree-Fock; Dichtefunktionaltheorie, DFT) mit bis zu etwa 10 Elektronen berechnen, u.a. auch Wasser-Cluster von bis zu 10 H₂O-Molekülen, wobei die Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den Wassermolekülen einbezogen werden. Neueste Berechnungen von 32 und 64 Wasserpartikeln, bei denen aber zusätzlich empirische Parameter eingegeben wurden, sind immer noch unbefriedigend und können nicht alle Eigenschaften von Wasser erklären (Valéry Weber und D. Asthagiri, Thermodynamics of water modeled using ab initio simulations, arXiv:1008.1078v1 [physics.chem-ph] 5 Aug 2010).

¹⁵¹ Aus GaAs und Aluminium-Galliumarsenid (AlGaAs) bestehen die schnellen Transistoren, die in Mobiltelefonen für die Sende- und Empfangsschaltungen verwendet werden.

¹⁵² Der volle Namen dieses 4-jährigen Forschungsvorhabens lautet "*Nanoelektronische Halbleiterstrukturen für die Quanteninformationstechnologie (nanoQUIT)*" und wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert. Die Projekte widmen sich der praktischen Anwendung von Quanteneffekten, insbesondere von *kohärenten* Effekten, wozu verschränkte Zustände gehören (Stichworte: Quantencomputer, Qubits).

Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig, die in Deutschland für das Eichwesen zuständig ist, nutzt den Quantenhalleffekt als Widerstandsnorm.

Laughlin zeigt sich nun in seinem 2007 erschienenen Buch *Abschied von der Weltformel* auf eine geradezu euphorische Weise fasziniert von dem Phänomen der ‚Emergenz‘.¹⁵³ Gänzlich unbeleckt von der Tatsache, daß seit Aristoteles wahrlich bergeweise Literatur über das inhaltlich dahinter stehende Konzept vom ‚Ganzen, das mehr ist als die Summe seiner Einzelteile‘ vermuten lassen, berauscht sich Laughlin – ganz zu recht – an dem Gedanken, zu welchen weitreichenderen Schlüssen man in physikalischen Theorien bei Beachtung des ‚Emergenzphänomens‘ kommen könnte. Immer wieder bringt er Beispiele, wie man eben nicht aus Elementen eines Systems das Verhalten des ganzen Systems ‚hochrechnen‘ kann, kurz, er beschreibt einmal mehr, offenkundig ohne es zu wissen, das dialektische Gesetz vom Umschlag der Quantität in eine neue Qualität.

Was dieses Buch aber so interessant macht, ist die ebenso engagierte Stoßrichtung von Laughlin, nämlich eine solche gegen Reduktionismus bzw. reduktionistische Auffassungen in der Physik bzw. überhaupt in den Naturwissenschaften:

„Natürlich ist die sture Reaktion des wissenschaftlichen Establishments auf die potenziell im Leben vorhandene Emergenz ein eklatantes Symptom für dessen Sucht nach reduktionistischen Überzeugungen – fröhlich unterstützt von der Pharmaindustrie, welche sehr zu schätzen weiß, daß die für ihre Branche relevante Kleinarbeit auf Kosten des Steuerzahlers erledigt wird. Die Ablehnung der Emergenz wird als Verteidigung der Wissenschaft gegen Mystizismus gerechtfertigt. Die angeblich wissenschaftliche Ansicht lautet, Leben sei durch chemische Reaktionen definiert und es sei die kühne, mannhafte Aufgabe, diese zu erkennen und mit unfaßbaren Geldbeträgen und Supercomputern zu manipulieren. Die entsprechende mystische Ansicht lautet, Leben sei eine wunderbar unerkennbare Angelegenheit, die von den Menschen mit all ihrem Geld und ihren Computerzyklen nur vermessen werden könne. Zwischen den beiden Extremen hegen wir die zutiefst bedeutsame, aber kaum verstandene Vorstellung, die Unerkennbarkeit lebender Dinge sei vielleicht ein physikalisches Phänomen. Das macht das Leben nicht weniger wunderbar, sondern stellt einfach nur fest, wie dessen Unerkennbarkeit vollkommen mit reduktionistischer Gesetzmäßigkeit vereinbar sein könnte.“¹⁵⁴

Laughlins Schlußfolgerung am Ende seines Buches ist denn auch:

„Wir leben nicht in der Endzeit der Entdeckungen, sondern am Ende des Reduktionismus, einer Zeit, in der die falsche Ideologie von der menschlichen Herrschaft über alle Dinge mittels mikroskopischer Ansätze durch die Ereignisse und die Vernunft hinweggefegt wird. Damit ist nicht gesagt, dass Gesetzmäßigkeit im mikroskopischen Maßstab falsch sei oder keinen Zweck habe, sondern nur, dass sie in einer Vielzahl von Umständen durch ihre Kinder und Kindeskinde, die höheren Ordnungsgesetze der Welt, belanglos geworden ist.“¹⁵⁵

Exkurs über die Zeit

An dieser Stelle ist ein kleiner Exkurs über die ‚Zeit‘ angebracht. Ist bei Tipler, wie wir eben gesehen haben, die Zeit am Omega-Punkt zu Ende, so beginnt sie bei den Vertretern der Urknallhypothese an einem imaginären Punkt. Beide Vorstellungen sind – philosophisch gesehen – überaus fragwürdig, und nicht nur philosophisch: es gibt auch ernstzunehmende physikalische Einwände. Da sind einerseits die Hauptsätze der Thermodynamik, insbesondere der Energieerhaltungssatz, andererseits die Theorie der

¹⁵³ Robert B. Laughlin, *Abschied von der Weltformel*. Die Neuerfindung der Physik, Piper: München 2007. Zitiert wird nach der Taschenbuchausgabe 2009 im gleichen Verlag.

¹⁵⁴ *Ibid.*, S. 253

¹⁵⁵ *Ibid.*, S. 321

dissipativen Systeme weit weg vom Gleichgewicht und in offenen Systemen¹⁵⁶, wie nahezu alle realen Systeme beschaffen sind. Gerade das Weltall, das Sonnensystem, die Erde und alle Lebewesen sind Musterbeispiele offener Systeme¹⁵⁷; von vielen, der Philosophie unkundigen Naturwissenschaftlern wird das Weltall dagegen hartnäckig und unbegründet als geschlossenes System angesehen.¹⁵⁸ Dazu müßte man jedoch den genauen Anfang und das genaue Ende kennen, denn das sind Kriterien für geschlossene Systeme. Das Kriterium, ein System zeige keine Wechselwirkungen mit seiner Umgebung, ist keine hinreichende Definition für ein geschlossenes System.¹⁵⁹ Da müßte man schon wissen, wo und wann das Weltall zu Ende ist und wie die Umgebung dann aussieht.

Wir wollen uns daher anschauen, was Philosophen wie Aristoteles und Hegel über die Zeit gesagt haben; zunächst lesen wir bei Aristoteles:

„Da die Natur ist Ursprung von Bewegung und Veränderung, unsere Betrachtung aber die Natur zum Gegenstande hat, so darf nicht verborgen bleiben, was Bewegung ist. Denn kennt man sie nicht, so kennt man nothwendig auch die Natur nicht.
Hieran reiht sich, daß ohne Raum und Leeres und Zeit, keine Bewegung ist.“¹⁶⁰

Und weiter heißt es bei Aristoteles:

„In der Zeit aber geschieht alles Entstehen und Vergehen.“¹⁶¹

In seiner „Wissenschaft der Logik“ versucht Hegel einen apagogischen Beweis¹⁶² über Zeit und Raum. Es zeigt sich, daß es nicht möglich ist, einen solchen Beweis zu führen,

¹⁵⁶ Peter Glansdorff und Ilya Prigogine, *Thermodynamic Theory of Structure, Stability and Fluctuations*, Wiley Interscience: London 1971; P. Glansdorff, G. Nicolis und I. Prigogine, *The Thermodynamic Stability Theory of Non-Equilibrium States*, Proc. Natl. Acad. Sci. USA 71, 197-199 (1974)

¹⁵⁷ Vgl. z.B. Rudolf Brdicka, *Grundlagen der Physikalischen Chemie*, Berlin/DDR 1971, S. 378 (15. Aufl., Wiley VCH: Weinheim 1992)

¹⁵⁸ So etwa von Paul Davies, *Der Plan Gottes*, Insel: Frankfurt am Main 1995, S. 52 f., der dann noch „messerscharf“ und so falsch wie nur möglich einmal mehr vom 2. Hauptsatz der Thermodynamik („Entropiesatz“) auf den „Wärmetod des Weltalls“ schließt, eine Idee, die zugleich mit dem Entropiesatz von Clausius Mitte des 19. Jahrhunderts aufkam und schon von Engels mit korrekter physiko-chemischer Argumentation zurückgewiesen wurde (*Dialektik der Natur*, S. 324-327 und 544 f.). Später sind sogar solche ausgezeichneten Physiker wie Max Planck und Josiah Willard Gibbs noch auf den „Wärmetod“ hereingefallen (Brdicka, *Grundlagen*, *ibid.*). Auch Jeremy Rifkin, *Die H₂-Revolution. Mit neuer Energie für eine gerechte Weltwirtschaft*, Campus: Frankfurt am Main 2002, S. 55, betrachtet den Kosmos als geschlossenes System. Der berühmte Mathematiker Gregory J. Chaitin erwähnt den „Wärmetod“ en passant (*Grenzen der Berechenbarkeit*, in *Spektrum der Wissenschaft* Februar 2004, S. 86-93, hier: S. 92), aber Mathematiker haben schon immer weniger Probleme mit der „bösen“ Realität gehabt, von der sie sich in ihren Gedankengängen nur wenig irritieren lassen. Das gilt auch für den Münchner Mathematiker Prof. Detlef Dürr, der ebenfalls völlig unkritisch vom „Wärmetod“ spricht und der Meinung ist, unser Universum laufe „zielstrebig“ auf diesen Zustand hin (D. Dürr, *Über den Zufall in der Physik*, Vortrag beim Leopoldina-Meeting in Halle am 6. Mai 1998 (<http://www.mathematik.uni-muenchen.de/~duerr/Zufall/zufall.html>); Aufruf am 03. Mai 2011) sowie den Biochemiker Erwin Chargaff, der knapp am Nobelpreis vorbei gesegelt ist, und der in einem Vortrag ausführte: „Es gibt kein Zurück auf der Welt, die Reise zum Maximum der Entropie geht nur in eine Richtung.“ (E. Chargaff, *Erforschung der Natur und Denaturierung des Menschen*, Basilisken-Drucke: Marburg 1988, S. 5). Daß bei soviel Prominenz die falsche Vorstellung vom Universum als einem geschlossenen System auch bei dem Nobelpreisträger Monod auftaucht, verwundert nicht (Monod, *Zufall*, S. 237).

¹⁵⁹ Diese unzureichende Definition mit den entsprechend falschen Schlußfolgerungen findet man neuerdings häufig, nicht nur bei den Vereinigten Bibelgruppen aus der Schweiz, die sich sehr um eine Harmonisierung von Naturwissenschaften und evangelischer Religion bemühen (VBG Zürich; siehe Peter Rüst, *Das Weltall – auf den Menschen abgestimmt*, VBG-Fachaufsatz 1/00, S. 10). Auch gestandene Physiker sind sich nicht immer sicher über die Systemeigenschaften von Erde oder Weltall (siehe Anm. 158).

¹⁶⁰ Aristoteles: *Physik*, S. 72. Die digitale Bibliothek der Philosophie, S. 14331 (vgl. *Arist.-Physik*, S. 51)

¹⁶¹ Aristoteles: *Physik*, S. 161. Die digitale Bibliothek der Philosophie, S. 14420 (vgl. *Arist.-Physik*, S. 116)

¹⁶² Ein apagogischer Beweis wird so geführt: es werden eine Hypothese und eine zweite mit deren gegenteiliger Aussage aufgestellt; sodann wird für beide eine Beweisführung angestrebt. Eine der Hypothesen muß dem notwendigerweise zum Opfer fallen. In der konfirmatorischen Statistik wird ganz ähnlich vorgegangen, wenn man z.B. die Überlegenheit eines Medikamentes oder einer sonstigen Therapie gegenüber einer Alternative im Vergleich (Placebo oder Kontrolltherapie) nachweisen will, so stellt man eine sogenannte Null-Hypothese auf, die das unerwünschte Ergebnis aufzeigt. Anschließend versucht man, mittels einer mathematischen Methode diese Null-Hypothese zu widerlegen, so daß automatisch die andere richtig ist.

der zu einem eindeutigen Ergebnis führt. In beiden gegensätzlichen Hypothesen steckt nämlich bereits eine Behauptung, die der Beweis erst ergeben soll:

„Es ist oben erinnert worden, daß die Kantischen Antinomien Darstellungen des Gegensatzes des Endlichen und Unendlichen in einer konkreteren Gestalt, auf speziellere Substrate der Vorstellung angewendet, sind. Die daselbst betrachtete Antinomie enthielt den Gegensatz der qualitativen Endlichkeit und Unendlichkeit. In einer anderen, der ersten der vier kosmologischen Antinomien, ist es mehr die quantitative Grenze, die in ihrem Widerstreite betrachtet wird. Ich will die Untersuchung dieser Antinomie daher hier anstellen.

Sie betrifft die Begrenztheit oder Unbegrenztheit der Welt in Zeit und Raum. – Es konnte ebensogut dieser Gegensatz auch in Rücksicht auf Zeit und Raum selbst betrachtet werden, denn ob Zeit und Raum Verhältnisse der Dinge selbst oder aber nur Formen der Anschauung sind, ändert nichts für das Antinomische der Begrenztheit oder Unbegrenztheit in ihnen.

Die nähere Auseinanderlegung dieser Antinomie wird gleichfalls zeigen, daß die beiden Sätze und ebenso ihre Beweise, die wie bei der oben betrachteten apagogisch geführt sind, auf nichts als auf die zwei einfachen, entgegengesetzten Behauptungen hin auslaufen: es ist eine Grenze, und: es muß über die Grenze hinausgegangen werden.

Die Thesis ist:

»Die Welt hat einen Anfang in der Zeit und ist dem Raum nach auch in Grenzen eingeschlossen.«

Der eine Teil des Beweises, die Zeit betreffend, nimmt das Gegenteil an,

»... die Welt habe der Zeit nach keinen Anfang: so ist bis zu jedem gegebenen Zeitpunkt eine Ewigkeit abgelaufen und mithin eine unendliche Reihe aufeinander folgender Zustände der Dinge in der Welt verfließen. Nun besteht aber eben darin die Unendlichkeit einer Reihe, daß sie durch sukzessive Synthesis niemals vollendet sein kann. Also ist eine unendliche verfließende Weltreihe unmöglich, mithin ein Anfang der Welt eine notwendige Bedingung ihres Daseins; welches zuerst zu erweisen war.«

Der andere Teil des Beweises, der den Raum betrifft, wird auf die Zeit zurückgeführt. Das Zusammenfassen der Teile einer im Räume unendlichen Welt erforderte eine unendliche Zeit, welche als abgelaufen angesehen werden müßte, insofern die Welt im Räume nicht als ein Werdendes, sondern als ein vollendetes Gegebenes anzusehen ist. Von der Zeit aber wurde im ersten Teile des Beweises gezeigt, daß eine unendliche Zeit als abgelaufen anzunehmen unmöglich sei.

Man sieht aber sogleich, daß es unnötig war, den Beweis apagogisch zu machen oder überhaupt einen Beweis zu führen, indem in ihm selbst unmittelbar die Behauptung dessen zugrunde liegt, was bewiesen werden sollte. Es wird nämlich irgendein oder jeder gegebene Zeitpunkt angenommen, bis zu welchem eine Ewigkeit (Ewigkeit hat hier nur den geringen Sinn einer schlecht-unendlichen Zeit) abgelaufen sei. Ein gegebener Zeitpunkt heißt nun nichts anderes als eine bestimmte Grenze in der Zeit. Im Beweise wird also eine Grenze der Zeit als wirklich vorausgesetzt; sie ist aber eben das, was bewiesen werden sollte. Denn die Thesis besteht darin, daß die Welt einen Anfang in der Zeit habe.

Nur der Unterschied findet statt, daß die angenommene Zeitgrenze ein Jetzt als Ende der vorher verfließenen, die zu beweisende aber Jetzt als Anfang einer Zukunft ist. Allein dieser Unterschied ist unwesentlich. Jetzt wird als der Punkt angenommen, in welchem eine unendliche Reihe aufeinander folgender Zustände der Dinge in der Welt verfließen soll, also als Ende, als qualitative Grenze. Würde dies Jetzt nur als quantitative Grenze betrachtet, welche fließend und über die nicht nur hinauszugehen, sondern die vielmehr nur dies sei, über sich hinauszugehen, so wäre die unendliche Zeitreihe in ihr nicht verfließen, sondern führe fort zu fließen, und das Raisonement des Beweises fiel weg. Dagegen ist der Zeitpunkt als qualitative Grenze für die Vergangenheit angenommen, aber ist so zugleich Anfang für die Zukunft – denn an sich ist jeder Zeitpunkt die Beziehung der Vergangenheit und der Zukunft –, auch ist er absoluter, d.h. abstrakter Anfang für dieselbe, d. i. das, was bewiesen werden sollte. Es tut nichts zur Sache, daß vor seiner Zukunft und diesem ihrem Anfange derselben schon eine Vergangenheit ist; indem dieser Zeitpunkt qualitative Grenze ist – und als qualitative ihn anzunehmen, liegt in der Bestimmung des Vollendeten, Abgelaufenen, also sich nicht Kontinuierenden –, so ist die Zeit in ihm abgebrochen und jene Vergangenheit ohne Beziehung auf diejenige Zeit, welche nur Zukunft in Rücksicht auf diese Vergangenheit genannt werden konnte und daher ohne solche Beziehung nur Zeit überhaupt ist, die einen absoluten Anfang hat. Stünde sie aber (wie sie es denn tut) durch das Jetzt, den gegebenen Zeitpunkt, in einer Beziehung auf die Vergangenheit, wäre sie somit als Zukunft bestimmt, so wäre auch dieser Zeitpunkt von der andern Seite keine Grenze, die unendliche Zeitreihe kontinuierte sich in dem, was Zukunft hieß, und wäre nicht, wie angenommen worden, vollendet.

In Wahrheit ist die Zeit reine Quantität; der im Beweise gebrauchte Zeitpunkt, in welchem sie unterbrochen sein sollte, ist vielmehr nur das sich selbst aufhebende Fürsichsein des Jetzt. Der Beweis leistet nichts; als daß er die in der Thesis behauptete absolute Grenze der Zeit als einen gegebenen Zeitpunkt vorstellig macht und ihn als vollendeten, d. i. abstrakten Punkt geradezu annimmt, - eine populäre Bestimmung, welche das sinnliche Vorstellen leicht als eine Grenze passieren, somit im Beweise dies als Annahme gelten läßt, was vorher als das zu Beweisende aufgestellt wurde.

Die Antithesis heißt:

»Die Welt hat keinen Anfang und keine Grenzen im Raume, sondern ist sowohl in Ansehung der Zeit als des Raumes unendlich.«

Der Beweis setzt gleichfalls das Gegenteil: »Die Welt habe einen Anfang. Da der Anfang ein Dasein ist, wovor eine Zeit vorhergeht, darin das Ding nicht ist, so muß eine Zeit vorhergegangen sein, darin die Welt nicht war, d. i. eine leere Zeit. Nun ist aber in einer leeren Zeit kein Entstehen irgendeines Dinges möglich; weil kein Teil einer solchen Zeit vor einem andern irgendeine unterscheidende Bedingung des Daseins vor der des Nichtdaseins an sich hat... Also kann zwar in der Welt manche Reihe der Dinge anfangen, die Welt selbst aber keinen Anfang nehmen und ist also in Ansehung der vergangenen Zeit unendlich.«

Dieser apogogische Beweis enthält, wie die anderen, die direkte und unbewiesene Behauptung dessen, was er beweisen sollte. Er nimmt nämlich zuerst ein Jenseits des weltlichen Daseins, eine leere Zeit an, aber kontiniert alsdann auch das weltliche Dasein ebensosehr über sich hinaus in diese leere Zeit hinein, hebt diese dadurch auf und setzt somit das Dasein ins Unendliche fort. Die Welt ist ein Dasein; der Beweis setzt voraus, daß dies Dasein entstehe und das Entstehen eine in der Zeit vorhergehende Bedingung habe. Darin aber eben besteht die Antithesis selbst, daß es kein unbedingtes Dasein, keine absolute Grenze gebe, sondern das weltliche Dasein immer eine vorhergehende Bedingung fordere. Das zu Erweisende findet sich somit als Annahme in dem Beweise. - Die Bedingung wird dann ferner in der leeren Zeit gesucht, was soviel heißt, als daß sie als zeitlich und somit als Dasein und Beschränktes angenommen wird. Überhaupt also ist die Annahme gemacht, daß die Welt als Dasein ein anderes bedingtes Dasein in der Zeit voraussetze und hiermit so fort ins Unendliche.

Der Beweis in Ansehung der Unendlichkeit der Welt im Raume ist dasselbe. Apogogischerweise wird die räumliche Endlichkeit der Welt gesetzt; 'diese befände sich somit in einem leeren unbegrenzten Raume und hätte ein Verhältnis zu ihm; ein solches Verhältnis der Welt zu keinem Gegenstande aber ist nichts'.

Was bewiesen werden sollte, ist hier ebenso im Beweise direkt vorausgesetzt. Es wird direkt angenommen, daß die begrenzte räumliche Welt sich in einem leeren Raume befinden und ein Verhältnis zu ihm haben sollte, d.h. daß über sie hinausgegangen werden müsse, - einerseits in das Leere, in das Jenseits und Nichtsein derselben, andererseits aber daß sie damit im Verhältnis stehe, d. i. sich darein hinein kontiniere, das Jenseits hiermit mit weltlichem Dasein erfüllt vorzustellen sei. Die Unendlichkeit der Welt im Raume, die in der Antithesis behauptet wird, ist nichts anderes als einerseits der leere Raum, andererseits das Verhältnis der Welt zu ihm, d.h. Kontinuität derselben in ihm oder die Erfüllung desselben; welcher Widerspruch - der Raum zugleich als leer und zugleich als erfüllt - der unendliche Progreß des Daseins im Raume ist. Dieser Widerspruch selbst, das Verhältnis der Welt zum leeren Raume, ist im Beweise direkt zur Grundlage gemacht.

Die Thesis und Antithesis und die Beweise derselben stellen daher nichts dar als die entgegengesetzten Behauptungen, daß eine Grenze ist und daß die Grenze ebensosehr nur eine aufgehobene ist; daß die Grenze ein Jenseits hat, mit dem sie aber in Beziehung steht, wohin über sie hinauszugehen ist, worin aber wieder eine solche Grenze entsteht, die keine ist.

Die Auflösung dieser Antinomien ist, wie die der obigen, transzendental, d.h. sie besteht in der Behauptung der Idealität des Raumes und der Zeit als Formen der Anschauung, in dem Sinne, daß die Welt an ihr selbst nicht im Widerspruch mit sich, nicht ein sich Aufhebendes, sondern nur das Bewußtsein in seinem Anschauen und in der Beziehung der Anschauung auf Verstand und Vernunft ein sich selbst widersprechendes Wesen sei. Es ist dies eine zu große Zärtlichkeit für die Welt, von ihr den Widerspruch zu entfernen, ihn dagegen in den Geist, in die Vernunft zu verlegen und darin unaufgelöst bestehen zu lassen. In der Tat ist es der Geist, der so stark ist, den Widerspruch ertragen zu können, aber er ist es auch, der ihn aufzulösen weiß. Die sogenannte Welt aber (sie heiße objektive, reale Welt oder, nach dem transzendentalen Idealismus, subjektives Anschauen und durch die Verstandeskategorie bestimmte Sinnlichkeit) entbehrt darum des Widerspruchs nicht und

nirgends, vermag ihn aber nicht zu ertragen und ist darum dem Entstehen und Vergehen preisgegeben.“¹⁶³

Ganz ähnlich hatte Engels geschrieben:

„Auf die Zeit angewandt, hat die nach beiden Seiten endlose Linie oder Reihe von Einheiten einen gewissen bildlichen Sinn. Stellen wir uns aber die Zeit als eine von Eins an gezählte oder von einem bestimmten Punkt ausgehende Linie vor, so sagen wir damit von vornherein, daß die Zeit einen Anfang hat: wir setzen voraus, was wir grade beweisen sollen. Wir geben der Unendlichkeit der Zeit einen einseitigen, halben Charakter; aber eine einseitige, eine halbierte Unendlichkeit ist auch ein Widerspruch in sich, das grade Gegenteil von einer »widerspruchslos gedachten Unendlichkeit«. Über diesen Widerspruch kommen wir nur hinaus, wenn wir annehmen, daß die Eins, mit der wir anfangen, die Reihe zu zählen, der Punkt, von dem aus wir die Linie weitermessen, eine beliebige Eins in der Reihe, ein beliebiger Punkt in der Linie sind, von denen es für die Linie oder Reihe gleichgültig ist, wohin wir sie verlegen.“¹⁶⁴

Karl Marx stellte in seiner Abhandlung über die klassisch-griechische Naturphilosophie den Zeitbegriff in Zusammenhang mit der menschlichen Wahrnehmung:

„Weil nämlich die Zeit die abstrakte Form der sinnlichen Wahrnehmung ist: so ist nach der atomistischen Weise des epikureischen Bewußtseins die Notwendigkeit vorhanden, daß sie als eine besonders existierende Natur in der Natur fixiert werde. Die Veränderlichkeit der sinnlichen Welt nun als Veränderlichkeit, ihr Wechsel als Wechsel, diese Reflexion der Erscheinung in sich, die den Begriff der Zeit bildet, hat ihre gesonderte Existenz in der bewußten Sinnlichkeit. *Die Sinnlichkeit des Menschen ist also die verkörperte Zeit, die existierende Reflexion der Sinnenwelt in sich.*“¹⁶⁵

Und tatsächlich: in Wissenschaftsbereichen, die einen engeren Zusammenhang mit der menschlichen Praxis haben, fällt die Definition kausaler Vorgänge bzw. von Kausalität im Zusammenhang mit zeitlich gerichteten Reaktionen wesentlich leichter. Als Beispiele könnte man die Starkstromelektrik und hierin die Signaltheorie anführen; in diesem Bereich der Ingenieurwissenschaften gibt man sich nicht mit der scheinbar sophistischen Auffassung ab, es könnten in der Realität „akausale“ Effekte auftreten. Im Gegenteil, es gelingt sogar, mathematische Ausdrücke zu formulieren, die kausal „ja“ oder „nein“ definieren lassen.

Man betrachte sogenannte zeitdiskrete LTI-Systeme (LTI = Linear Time Invariant; vgl. Abb. 16), die zur digitalen Signalverarbeitung fähig sind:



Abb. 16 Verarbeitung eines Einheitssignals ($x[n]$) durch ein lineares, zeitinvariantes (LTI)-System zum Ausgangssignal ($y[n]$)

wobei $x[n]$ = Einheitsimpuls und $y[n]$ = Ausgangssignal des Systems bedeuten.

¹⁶³ Hegel: Wissenschaft der Logik, S. 403 ff. Die digitale Bibliothek der Philosophie, S. 33022 (vgl. Hegel-W Bd. 5, S. 271 ff.)

¹⁶⁴ Engels, Anti-Dühring, S. 46-47

¹⁶⁵ K. Marx, Differenz der demokritischen und epikureischen Naturphilosophie („Die Doktordissertation“), in MEW Ergänzungsband, Schriften bis 1844, Erster Teil, Berlin 1973, S. 296

Kausalität ist dabei so definiert:

- Ein Signal $x[n]$ heißt kausal, wenn $x[n] = 0$ für $n < 0$.
- Ein diskretes LTI-System heißt kausal, wenn zu jedem kausalen Eingangssignal $x[n]$ ein kausales Ausgangssignal $y[n]$ gehört. Man kann zeigen, dass ein diskretes LTI-System genau dann kausal ist, wenn $h[n] = 0$ für $n < 0$, wobei $h[n]$ die Impulsantwort des LTI-Systems ist.¹⁶⁶

Ganz einfach ausgedrückt, heißt dies, daß ein kausales Ereignis nur ein solches ist, bei dem ein Signal auf der Zeitskala auf der rechten Verarbeitungsseite auf ein Eingangssignal folgt (Abb. 16). Auf die mathematische Herleitung wird an dieser Stelle verzichtet. Rein mathematisch ist auch die umgekehrte Richtung möglich, was in der Signaltheorie „anti-kausal“ genannt wird; ebenso ist auch der Fall „akausal“ möglich. Diese letzteren kommen in der Realität aber nicht vor; oder, anders ausgedrückt, in der Sprache der Ingenieure: „Technisch realisierbare Systeme sind stets kausal.“¹⁶⁷

Beispiele für LTI-Systeme sind:

- Digitalfilter (z.B. für Mischpulte)
- Digitale Regler (für die Automatisierungstechnik)
- Lineare Entzerrer in digitalen Empfängern (z.B. Equalizer)
- Digitale Signalgeneratoren (Spracherkennung und -synthese).

Eine solche Signalverarbeitung geschieht durch einen Digitalen Signalprozessor (*digital signal processor*, DSP); er dient der kontinuierlichen digitalen Bearbeitung von analogen Signalen, z. B. Audio- oder Videosignalen. Audiosignale spielen eine große Rolle in der Telefonübertragung durch lange Kabel wie z.B. das Atlantikkabel nach Nordamerika und in der Lautsprechertechnik.

Die Entwicklung der mathematischen Behandlung von Übertragung und Verarbeitung von Sinus- und Cosinus-Signalen ist wissenschaftshistorisch äußerst interessant:¹⁶⁸

Da war zunächst *Oliver Heavyside (1850-1925)*, Physiker und Pionier der Elektrotechnik. Er hasste die Schule und verließ sie mit 16 Jahren. Er liebte Mathematik, aber mathematische Beweise waren ihm ein Greuel. An seinem 18. Geburtstag nahm ihn sein Onkel „Chuck“ (*Charles Wheatstone [1802-1875]*, der mit der berühmten Brückenschaltung, der „Wheatstoneschen Brücke“) beiseite und erzählte ihm etwas über Elektrizität. Heavyside wurde Telegrapher. Ab seinem 22. Lebensjahr veröffentlichte er Arbeiten über Elektrizität, einige wurden sogar von Maxwell zitiert. Heavyside studierte auch die Arbeiten von Maxwell, besonders eine Reihe von Veröffentlichungen, die Maxwell 1855 und 1856 gemacht hatte. Heavyside berichtete später, daß er Jahre gebraucht habe, bis er diese Veröffentlichungen verstanden hatte. In diesen Veröffentlichungen begründete Maxwell die Theorie des Elektromagnetismus, in 20 Gleichungen mit 20 Variablen. Nachdem Heavyside endlich die Theorie verstanden hatte, fand er einen Weg, die Theorie auf 4 Gleichungen mit 2 Variablen zu konzentrieren. Was wir heute die Maxwell-Gleichungen nennen, stammt in dieser Form von Heavyside!

Um diese Vereinfachungen zu machen, benutzte Heavyside eine Rechenmethode, die er Vektorkalkül nannte. Er versuchte hierzu einige Veröffentlichungen herauszubringen, aber die meisten wurden abgelehnt, da sie keine Beweise enthielten. Erst später zeigte der englische Mathematiker *Thomas John l'Anson Bromwich (1875-1929)*, daß die

¹⁶⁶ Nach Prof. L. Reindl, IMTEK, Freiburg, Lehrstuhl Elektrische Meß- und Prüfverfahren, 2005 (Power-Point-Präsentation, Kapitel 7 über Zeitdiskrete LTI-Systeme).

¹⁶⁷ Martin Meyer, Grundlagen der Informationstechnik. Signale, Systeme und Filter, Vieweg + Teubner: Wiesbaden 2002, S. 81 (Kap. 3.1.3 Kausale und deterministische Systeme).

¹⁶⁸ Das Folgende ebenfalls nach Reindl, a.a.O.

Ergebnisse von Heavyside durch Linienintegrale in der komplexen Ebene begründet werden können.¹⁶⁹

Im Alter von 27 Jahren las Heavyside eine Veröffentlichung von *Sir William Henry Preece (1834-1917)*, Chefsingenieur des British Post Office, in *The Electrician* über Verzerrungen bei der Übertragung über lange Telefonleitungen, z.B. über das damals neue Transatlantikkabel. Heavyside fand einige grundlegende Fehler in dieser Arbeit und schrieb eine eigene darüber, in der er vorschlug, in regelmäßigen Abständen Serieninduktivitäten zur Kompensation einzubringen. In dieser Arbeit schrieb er auch, daß Preece vollkommen inkompetent sei und Lügen verbreite.¹⁷⁰ 17 Jahre später wurde seine Arbeit von *George Campbell (ATT)* und *Michael Pupin (Columbia University)* gelesen und beide meldeten ein Patent auf diese Idee an. Pupin erhielt dieses Patent. Diese Kompensationsinduktivitäten waren bis vor ca. 25 Jahren in Gebrauch, stören nun aber sehr, wenn man versucht, auf alten Datenleitungen die Datenrate zu erhöhen.

Heavyside schlug als zweiter eine Schicht leitendes Gas in der oberen Atmosphäre vor, die Radiowellen reflektiert.

Heavyside fand auch eine Lösung, wie durch eine geeignete Wichtungsfunktion die Anwendbarkeit der Fourier-Transformation stark erweitert werden kann. Um diese grundlegende Arbeit zu ehren, nennen wir heute diese Methode Laplace-Transformation.

Bei der Fourier-Reihe geht es darum, ein Signal in eine Summe von Cosinus- und Sinusterme zu zerlegen. Mathematiker hingegen finden es bedeutend schöner, wenn man die Fourier-Reihe durch eine Summe von komplexen Exponentialfunktionen mit komplexen Koeffizienten hinschreibt. Es ist die gleiche Idee, nur etwas verwirrender aufgeschrieben. *Pierre-Simon de Laplace (1749-1827)* war Mathematiker und so machte er die Heavyside-Transformation mathematisch schön.

Dr. Yllaerton Zakowski war einer der Pioniere der digitalen Signalprozessoren. Er erkannte, daß die Laplace-Transformation sehr erfolgreich zur Erzeugung von Signalen und Filtern auf einem DSP eingesetzt werden kann. Indem er die kontinuierliche Variable t mit dem diskreten Index n ersetzte, entwickelte Zakowski eine Transformation, die man diskrete Laplace-Transformation nennen könnte.

Im Prinzip hätte es ausgereicht, einen bestimmten Ausdruck zu ersetzen und dann die nachfolgende Fourier-Transformation durch die DFT (diskrete Fourier-Transformation) zu ersetzen. Zakowski dachte jedoch, das sei so einfach und einsichtig, daß niemand ihm das veröffentlichen würde. In dem Versuch, seinen Platz in der Mathematikgeschichte zu sichern, nahm Zakowski daher zusätzlich eine Variablensubstitution vor, die die Ähnlichkeit seiner „neuen“ Transformation und der Laplace-Transformation verschleiern sollte.

Zakowski wurde nicht berühmt: unglücklicherweise waren die ersten Anwender seiner Arbeiten deutsche Wissenschaftler zwischen 1935 bis 1945. In dieser Zeit waren slawische Namen äußerst unpopulär in Deutschland.¹⁷¹ Die Wissenschaftler beschlossen, die Zakowski-Transformation als z -Transformation abzukürzen und in dieser Form ging sie in die Literatur ein. Der Hintergrund ist heute kaum noch jemandem bekannt. So

¹⁶⁹ Bromwich erkrankte im Alter von 33 Jahren psychisch, vermutlich wegen Überarbeitung in seiner Lehrtätigkeit als Professor in Galway, dann Cambridge, und beging später Selbstmord (Wikipedia; Aufruf am 22. Oktober 2008). Möglicherweise ein früher Fall eines „Born-out“ Syndroms.

¹⁷⁰ Preece soll zu Alexander Graham Bell, als dieser ihm die praktische Verwendbarkeit des Telefons demonstriert hatte, gesagt haben: „No, Sir. Die Amerikaner brauchen vielleicht das Telefon, wir aber nicht. Wir haben sehr viele Eilboten.“ (laut: <http://www.unmoralische.de/irrtum.htm#preece>; Aufruf am 22. Oktober 2008)

¹⁷¹ Der berühmte Gauleiter Erich Koch z.B. versuchte brutal, die polnisch klingenden Namen der deutsch-polnischen Mischbevölkerung in Masuren (Ostprien) in die entsprechenden deutschen Formen umwandeln zu lassen. Er wurde nach dem Krieg in Polen zum Tode verurteilt, was aber später in lebenslänglich umgewandelt wurde; er starb 1986 in Barczewa, etwa 100 km südlich von Kaliningrad (früher Königsberg).

taucht sein Name auch nicht einmal in *Wikipedia* auf, obwohl zum Stichwort z-Transformation eine ausführliche Abhandlung vorliegt.

Die z-Transformation kann als Verallgemeinerung der zeitdiskreten Fourier-Transformation angesehen werden und spielt für zeitdiskrete Signale und Systeme die gleiche Rolle wie die Laplace-Transformation für analoge Signale und Systeme.

Wir sehen, immer, wenn es um praktische Anwendungen geht, ist Kausalität offensichtlich kein Problem und „Akausalität“ gibt es nicht. Die Zeitschiene läuft nur in einer Richtung und Kausalität existiert nur bei zeitlich und räumlich unmittelbar zusammenhängenden Ereignissen. Wird kein Signal ausgesendet, kann man nichts messen, existiert auch keine Kausalität.

Der holländische Physiker *Hendrick van Hees*, der an der Universität Bielefeld lehrt, hat in einer Internet-Veröffentlichung zur Elektrodynamik und Kausalität, die er als Antwort auf einige immer wieder gestellten Fragen (Frequently Asked Questions, FAQ) konzipiert hat, etwas ähnliches abgeleitet¹⁷²; er tritt damit der oft geäußerten Auffassung entgegen, das Phänomen der *anormalen Dispersion* könne als Beispiel für einen Widerspruch zu Einsteins Kausalitätsprinzip dienen, demzufolge Signale sich nicht schneller als mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten können. Das war zu Beginn des 20. Jahrhunderts, als die spezielle Relativitätstheorie noch ein neues Spezialgebiet der theoretischen Physik darstellte, nicht weiter verwunderlich. Aber selbst im 21. Jahrhundert wird gelegentlich auch in der Fachliteratur noch behauptet, daß es physikalische Prozesse gäbe, die mit Überlichtgeschwindigkeit ablaufen, z.B. von *Günter Nimtz*¹⁷³, em. Prof. für Physik an der Universität Köln, der sich auch nicht scheute, am 4. World Mysteries Forum 2008 in Brüssel zu sprechen. Auf der entsprechenden Web-Seite kann man u.a. leicht und direkt zu Herrn von Däniken gelangen.

Diese Vorstellungen ergeben sich aus der Anwendung der Sattelpunktmethode zur angenäherten Behandlung von Fourierintegralen, die es unter bestimmten Umständen erlaubt, das Fortschreiten eines elektromagnetischen Signals durch eine *frequenzunabhängige Gruppengeschwindigkeit* und *Dämpfung* zu charakterisieren. Im Falle anomaler Dispersion sind aber die Voraussetzungen für die Güte dieser Näherung nicht erfüllt, so daß es nicht verwundern dürfte, daß das Einsteinsche Kausalitätsprinzip durch die exakten Maxwellgleichungen trotzdem stets erfüllt ist. Schließlich ist die Elektrodynamik als Musterbeispiel einer *relativistischen Feldtheorie* anzusehen.

Gleich in der Einleitung betont van Hees, daß auch die Quantentheorie, entgegen fehlerhaften und irreführenden Angaben in der Literatur, an dieser Feststellung nichts ändert. Daß die nicht-relativistische Quantentheorie Wirkungsausbreitungen mit beliebig großen Geschwindigkeiten erlaubt, liegt natürlich darin begründet, daß die zugrundeliegenden Wellengleichungen hier von "Schrödingerscher" Gestalt, also von parabolischer Form sind, im Gegensatz zu den relativistischen, die von "Klein-Gordonscher" Form sind und also auch zu verschiedenen *Dispersionsrelationen* Anlaß geben.¹⁷⁴

Der Artikel von van Hees wurde zur Klärung einiger Aussagen in neueren Arbeiten zu dem Thema verfaßt und soll den Artikel von *Wallenborn*¹⁷⁵ mathematisch etwas ergänzen. Er bezieht sich insbesondere auf die Nimtzschen Untersuchungen mit Hohlleitern und der Behauptung, „superluminale Signalausbreitung“ beobachtet zu

¹⁷² Hendrick van Hees, Elektrodynamik und Kausalität, 17. September 2002 (30 S.) (<http://theory.gsi.de/~vanhees/faq/causality/causality.html>; Aufruf am 26. Oktober 2008)

¹⁷³ G. Nimtz, Superluminal signal velocity, *Annalen der Physik* 7, 618-624 (1998) (<http://arxiv.org/abs/physics/9812053>, Aufruf am 26. Oktober 2008); G. Nimtz und A. Haibel, Basics of Superluminal Signals, *Ann. Phys.* 11, 163-173 (2002) (<http://arxiv.org/abs/physics/01/0104063>; Aufruf am 6. November 2008)

¹⁷⁴ Zur „Klein-Gordon-Gleichung“, einer Wellengleichung zur Charakterisierung der Zustände von freien, relativistischen Teilchen, siehe u.a. Wikipedia.

¹⁷⁵ E.-U. Wallenborn, Superluminale Tunneln (1999) (<http://theory.gsi.de/vanhees/faq/nimtz/index.html>, Aufruf am 22. Oktober 2008)

haben. Beispielhaft zitiert van Hees nur zwei dieser Artikel¹⁷⁶, die die wesentlichen Argumente von Nitzsch in klarer Weise zeigen.

Van Hees weist darauf hin, daß bereits im Jahre 1907 *Arnold Sommerfeld (1868-1951)* auf eine Anfrage *Wilhelm Wiens (1864-1928)* hin, die den Zusammenhang zwischen anomaler Dispersion und der Gültigkeit der Einsteinkausalität betraf, dieselbe korrekt beantwortet und die strikte Gültigkeit der Einsteinkausalität auch für den Fall anomaler Dispersion festgestellt hat. Nachdem Wien in einer Replik auf diesen Beweis eine physikalisch einfache und einsichtige Erklärung verlangt hatte, kamen diese Untersuchungen bereits im Jahre 1912 durch Sommerfeld^{177,178} mit einer endgültigen Erklärung vollkommen zum Abschluß. Der französische Physiker *Léon Brillouin (1889-1969)* hat schließlich im Jahre 1914 in einer genaueren Untersuchung das Einsetzen des Signals im dispergierenden Medium vollständig beschrieben.¹⁷⁹ Insbesondere in dieser Arbeit Brillouins finden sich eine meisterhafte Anwendung der Sattelpunktmethode auf die genannten Probleme und der Nachweis, daß der im Falle von anomaler Dispersion zu vermeintlichen Überlichtgeschwindigkeiten Anlaß gebende Begriff der Gruppengeschwindigkeit seinen physikalischen Gehalt einbüßt.¹⁸⁰

Diese Rechnungen werden dann von van Hees durch numerische Studien des exakten Problems ergänzt und die Näherungsmethoden dafür stark vereinfacht sowie durch beinahe qualitative Methoden ersetzt. Der interessierte Leser kann aber auch ohne Bedenken auf die genannten historischen Artikel verwiesen werden, weil sie auch angesichts des Fortschritts von bald 100 Jahren ihre vollständige Gültigkeit bewahrt haben. In vereinfachter Form finden sie sich auch in Sommerfelds Vorlesungen¹⁸¹ und allen hinreichend tiefgehenden modernen Darstellungen der klassischen Elektrodynamik, z.B. im Buch von *John D. Jackson*.¹⁸²

Van Hees rechnet auch die zitierten Experimente von Nitzsch vollständig durch, nämlich die Ausbreitung von Signalen entlang eines Wellenleiters im Bereich evaneszenter Moden. Evaneszente Wellen, was soviel heißt wie *dahinschwindend*, sind solche, die beim Auftreffen auf ein Medium von der Grenzfläche an nicht stetig in der Amplitude abnehmen, sondern unstetig auf Null gehen.¹⁸³ Evaneszente Wellen sind schon lange in der Akustik, z.B. der Schallfortsetzung in Rohren oder anderen Leitungen bekannt.

In der Quantenmechanik führt dies dazu, daß sich Teilchen, z.B. Photonen, in einem klassisch verbotenen Bereich aufhalten können, da in ihm die Aufenthaltswahrscheinlichkeiten zwar exponentiell absinken, aber noch vorhanden sind. Dies ermöglicht zum Beispiel den Tunneleffekt.

Evaneszente Wellen treten z. B. in oder hinter Flächen auf, an denen Wellen reflektiert werden. Da keine Energie wegtransportiert wird, gilt dies auch bei vollständiger Reflexion und Totalreflexion an einer Grenzfläche zweier Medien (vgl. Abb. 17, oberer Teil). Der Nachweis des Effekts geschieht u.a. durch verhinderte Totalreflexion. Bringt man zwei Glasprismen sehr nahe zusammen (siehe Abb. 17, unterer Teil), kann man Licht messen, wo keines sein dürfte, nämlich hinter dem zweiten Prisma (rosa Lichtstrahl). Die Intensität sinkt exponentiell mit dem Abstand der Prismen. Diesen Effekt nennt man verhinderte Totalreflexion, da eigentlich alles Licht nach oben reflektiert werden müsste. Aufgrund des evaneszenten Feldes hinter dem Prisma kann aber trotzdem Licht

¹⁷⁶ Siehe Anm. 173

¹⁷⁷ A. Sommerfeld, Ein Einwand gegen die Relativtheorie der Elektrodynamik und seine Beseitigung, *Physikalische Zeitschrift* 8, 841-842 (1907)

¹⁷⁸ A. Sommerfeld, Heinrich Weber - Festschrift, Kap. Über die Fortpflanzung des Lichtes in dispergierenden Medien, Teubner: Leipzig 1912, S. 338-374

¹⁷⁹ Léon Brillouin, Über die Fortpflanzung des Lichtes in dispergierenden Medien, *Ann. Phys.* 44, 203-240 (1914)

¹⁸⁰ Die Sattelpunktmethode ist ein Näherungsverfahren in der Algebra, um komplizierte Integrale, wie sie in der statistischen Physik und in der Quantenfeldtheorie formuliert werden, näherungsweise berechnen zu können.

¹⁸¹ A. Sommerfeld, Vorlesungen über Theoretische Physik IV, Optik, Verlag Harri Deutsch: Frankfurt am Main 1978

¹⁸² John D. Jackson, *Klassische Elektrodynamik*, Walter de Gruyter: Berlin 2002 (3. Aufl.)

¹⁸³ Das folgende nach Wikipedia, Stichwort *Evaneszenz* (Aufruf am 22. Oktober 2008)

transmittiert werden, falls ein zweites Prisma in das evaneszente Feld eintaucht. Dies ähnelt dem endlich hohen Potentialtopf in der Quantenmechanik, wo die Wellenfunktion im verbotenen Bereich exponentiell abklingt. Daher ist dieser Effekt auch als *optischer Tunneleffekt* bekannt.

Der Effekt der gestörten Totalreflexion wird bei der ATR-Spektroskopie (*attenuated total reflection*; abgeschwächte Totalreflexion) ausgenutzt, um Verunreinigungen und Fehler von Oberflächen und dünnen Schichten sichtbar zu machen.

Auch die Optische Nahfeldmikroskopie nutzt evaneszente Wellen.

Die aus Lochblech bestehende Tür von Mikrowellenherden muß durch eine zusätzliche Scheibe geschützt werden, da die Mikrowellen im Ofeninneren zwar nicht durch die Tür gelangen können, jedoch unmittelbar hinter den Löchern evaneszente Felder erzeugen, die bei Annäherung z. B. eines Fingers zur Auskoppelung von Mikrowellen führen würden.

In Lichtwellenleitern befinden sich evaneszente Wellen im niedrigbrechenden *cladding* der Faser. Das *cladding* verhindert einen Strahlungsaustritt aus dem Faserkern, indem es verhindert, daß sich Schmutz oder der Fasermantel dem evaneszenten Feld um den Kern nähern und so die Totalreflexion stören kann.

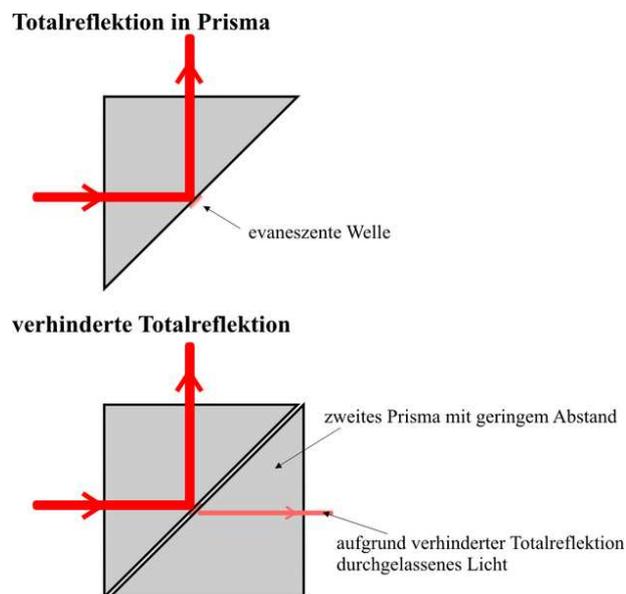


Abb. 17 Aufgrund der Auskoppelung evaneszenter Felder verbotene Totalreflexion im Prisma
(Abb. aus Wikipedia, Stichwort *Evaneszenz*)

All dies ist Gegenstand der Dispersionstheorie in homogenen und isotropen Medien, wobei die Ausbreitung eines Wellenpaketes betrachtet wird, das senkrecht auf einen mit dem dispergierenden Medium gefüllten Halbraum trifft. Man kann dabei von den Effekten endlicher Relaxationszeiten des Mediums vollständig absehen, d.h. von solchen, die die Relaxationszeit des Mediums gegenüber den typischen Perioden der sich in ihm ausbreitenden elektromagnetischen Wellen vernachlässigen.

Für seine Herleitung der klassischen Dispersionstheorie verwendet van Hees Heavyside-Lorentz-Einheiten für die elektromagnetischen Größen sowie die Vakuumlichtgeschwindigkeit; die Moleküle des Mediums werden als Gas oder Flüssigkeit angesehen. So behandelt er diese als ideale Hertzsche Dipole, die zudem noch magnetisch inaktiv sind. Das mikroskopische Bild ist, daß die Elektronen und Kerne als gedämpfte harmonische Oszillatoren auf das treibende externe elektrische Feld reagieren. Die durch Wirkung

dieses Feldes hervorgerufenen Auslenkungen der Elektronen und Kerne aus ihrer Ruhelage werden dabei als so klein angesehen, daß die Näherung eines harmonischen Kraftgesetzes gerechtfertigt ist.

Obwohl van Hees selbst sagt, daß seine qualitativen Betrachtungen eine derartige quantitative Herleitung eigentlich überflüssig machen, leitet er dann doch aus der Bewegungsgleichung für einen harmonischen Oszillator und den Maxwell'schen Gleichungen im Medium über Fourier-Integrale das ab, was die Relativitätstheorie schon lehrt, nämlich daß die Kausalität eines Vorgangs unabhängig vom gewählten Bezugssystem ist. Das kann aber nur der Fall sein, wenn die Zeitfolge von Ereignissen, die kausal verknüpft sind, in *zeitartigem, unmittelbarem Abstand* zueinander liegt. In unserem Spezialfall heißt das, daß bei der Annahme, daß für $t \leq 0$ keinerlei Anregung von Schwingungen des Mediums bei $x > 0$ vorlag, es zu keiner Zeit $t < 0$ zu einer Erregung gekommen sein kann, d.h. wird zur Zeit $t = 0$ irgendwo außerhalb des Mediums ein elektrisches Feld eingeschaltet, kommt es bei $x > 0$ im Medium frühestens zur Zeit $t = x$ zu einer von 0 verschiedenen Feldamplitude. Man erinnere sich dazu nur, daß dies bei der Wahl natürlicher Einheiten der Elektrodynamik (also Vakuumlichtgeschwindigkeit $c=1$) das *einzigste ist, was von einer mit der Einsteinkausalität verträglichen, d.h. sich höchstens mit Lichtgeschwindigkeit ausbreitenden Wirkung verlangt werden muß*. Genau dies läßt sich aber sehr leicht auch direkt verifizieren, und zwar unabhängig von der gewählten spezifischen Form des Signals, unter dem wir den eben geschilderten Sachverhalt verstehen wollen, daß zur Zeit $t = 0$ bei allen $x > 0$ kein Signal vorliegt, d.h. das elektromagnetische Feld zur Zeit $t \leq 0$ nur bei $x < 0$ von 0 verschieden war. Insbesondere ist die Nimitzsche Behauptung falsch, daß "bandbegrenzte" Signale sich im Falle anomaler Dispersion überlichtschnell ausbreiten.

Vielmehr ist es klar, daß ein zu endlicher Zeit „eingeschaltetes“ elektromagnetisches Feld nur in einem sowohl zeitlich als auch räumlich beschränkten Raumzeitgebiet von Null verschieden sein muß. Folglich kann aber seine zeitliche Fouriertransformierte keine Funktion mit kompaktem Träger sein. Dies wird anschließend aufgrund der Arbeiten von Sommerfeld wiederum mathematisch bewiesen.¹⁸⁴ Van Hees zeigt schließlich, daß, entgegen den Behauptungen von Nimitz, sich *die Wellenfront in einem dispergierenden Medium höchstens mit Vakuumlichtgeschwindigkeit* auszubreiten vermag, was aber schon Sommerfeld in einem ausführlicheren Artikel 1912 gezeigt hatte¹⁸⁵. Er konstatierte damals, daß der Wellenkopf einer Wellenausbreitung sich genau mit Vakuumlichtgeschwindigkeit ausbreitet, und daß also die üblichen *Fresnel'schen Brechungsgesetze*, die ausschließlich für den Fall, daß der eingeschwungene Zustand des Mediums unter hinreichend langer Einwirkung eines zeitlich lang andauernden Signals (etwa Licht) vorliegt, gültig sind.

Man könnte sich jetzt noch weiter mit dem Problem der Definition von „Zeit“ beschäftigen; darauf wollen wir aber verzichten. Auch mit der „Metaphysische(n) Erörterung des Begriffs der Zeit“, beispielsweise bei Kant, halten wir uns hier nicht weiter auf.¹⁸⁶

Wir werden später sehen, daß die Sache mit der Kausalität, wenn man den Bereich der Natur verlässt, also das Problem, welches Ereignis oder welche Reaktion von wem bzw. welcher Ursache hervorgerufen worden ist, sich in den Bereichen der Gesellschaftswissenschaften (Kapitel 3.2) und des alltäglichen Lebens (Kapitel 3.3) sehr viel schwieriger darstellt, weil hier – außer wiederum spontanen Prozessen – meist sehr viele und lange Reaktionsketten mit zahlreichen Zufällen in den Gliedern überkreuzen und kaum Experimente möglich sind.

¹⁸⁴ Siehe Anm. 177

¹⁸⁵ Siehe Anm. 178

¹⁸⁶ Vgl. Immanuel Kant, Kritik der reinen Vernunft, S. 85-87. Die digitale Bibliothek der Philosophie, S. 27152 (vgl. Kant-W Bd. 3, S. 78-79).

3.1.3 Biologie

Selbstverständlich ist das Paradebeispiel für eine biologische Theorie, die zudem noch praktisch als einzige eine Theorie der historischen Entwicklung der Natur darstellt, die Evolutionstheorie. So hatte *Theodosius Dobzhansky (1900-1975)*, der zusammen mit *Ernst Mayr (1904-2005)* zu den ersten Vertretern der „Synthetischen Evolutionstheorie“ gehört, 1937 geschrieben:

„Nichts in der Biologie ergibt Sinn, außer im Lichte der Evolution“.¹⁸⁷

Man muß jedoch gleich einschränkend feststellen, daß es ‚die‘ Evolutionstheorie nicht gibt: abgesehen von den zahllosen sozialdarwinistischen Verfremdungen, um es milde zu formulieren, die bereits zu Darwins Lebzeiten einsetzten und ihren Höhepunkt in der faschistischen Auffassung der lebenden Natur hatte und womöglich immer noch hat, hat auch die seriöse Evolutionstheorie einige Phasen ihrer Fortentwicklung durchlebt. Die einfache, obzwar immer noch gültige Vorstellung von Mutation und Selektion, so als ob von der Umgebung vollkommen unabhängige **Mutationen** entstanden wären (=Zufall), die dann von gnadenlosen **Selektionsmechanismen** und -bedingungen aussortiert worden wären (=Notwendigkeit), hat schon immer nicht ausgereicht, die Entwicklung der Arten zu erklären. Sie ist damit lediglich eine notwendige, aber bei weitem noch nicht hinreichende Bedingung für eine gültige Evolutionstheorie. Sie kann nämlich nicht erklären, wieso einige Arten seit Hunderten Millionen Jahren genetisch und phänotypisch unverändert existieren, andere jedoch, wie die Dinosaurier, seit etwa 65 Millionen Jahren ausgestorben sind. Die Selektion hat offenbar nicht so gewirkt, daß *nur* die an ihre Lebensbedingungen angepaßtesten überlebten, also die vergangenen Arten verdrängt haben, sondern sehr Vieles ist durchaus erhalten geblieben. Außerdem ist gar nicht so sehr die zufällige Mutation der Motor der Evolution (Mutation ist selbst schon eine Wirkung, nicht die Ursache für eine Veränderung), sondern die **Variation** oder **Variabilität** unter den Individuen innerhalb einer Art.

Wir können an dieser Stelle nicht umhin, in der gegebenen Kürze den Stand der Evolutionstheorie zu referieren; dabei muß man unterscheiden zwischen der Phase der Entstehung des Lebens, der sogenannten präbiotischen oder chemischen Evolution, und der darauffolgenden Entwicklung der Arten. Auf die präbiotische Evolution, also die Hypothesen zur Entstehung des Lebens überhaupt, kann hier noch weniger eingegangen werden als auf die darauf folgende, die biotische Evolution, obwohl dies ein spannendes, interdisziplinäres Feld der Forschung ist. Und gerade hier, auf diesem Gebiet stellt sich unmittelbar die philosophische Frage: war dies zufällig oder nicht? Und wenn ja, *was* war zufällig und nicht-reproduzierbar und *was* waren die mit Notwendigkeit ablaufenden chemischen Reaktionen in einer anscheinend mit dem Leben zunächst nicht zu vereinbarenden Erdatmosphäre?

Das Eigentümliche in der Evolutionstheorie und was man als allererstes begreifen muß, ist, daß *nicht einzelne Individuen* die Subjekte der Evolution, im Sinne von Höherentwicklung, sind, sondern *Arten*, also wieder Kollektive, worin die Einzelbewegungen, sprich individuelles Verhalten, keine oder nur eine äußerst untergeordnete Rolle spielen und großen Zufälligkeiten unterliegen. Andererseits beruht die Variabilität auf den *Unterschieden zwischen den Individuen*. Die Parallelität mit den dialektischen Aspekten der Quantentheorie fällt dabei sofort ins Auge. Dies gilt ganz grundsätzlich sogar für die menschliche Gesellschaft, nur daß man hier mit einer biologischen Theorie nicht mehr weiterkommt, sondern eine seriöse Gesellschaftstheorie entwickeln muß, um das Verhalten der menschlichen Art erklären zu können, deren Individuen denn auch sozialen Gesetzen unterliegen, ob es ihnen bewußt ist oder nicht.

¹⁸⁷ Nach Volker Storch, Ulrich Welsch und Michael Wink, *Evolutionsbiologie*, Springer-Verlag: Heidelberg 2007²

Zusätzlich hat sich die Auseinandersetzung um eine richtige, theoretisch begründete Interpretation der Evolution gerade in neuester Zeit dadurch verschärft, daß die in den USA aggressiver auftretenden „Kreationisten“ und Vertreter eines „intelligent design“ (ID) hierzulande ebenfalls militante Fürsprecher gefunden haben. Die Auswirkungen reichen mittlerweile bis in die Tagespolitik hinein. Der Münchner Chemie-Ingenieur Martin Neukamm hat sich äußerst verdienstvoll der Kritik dieser unwissenschaftlichen Ideologie über die Entwicklung der Lebewesen angenommen bzw. die Evolutionsbiologie verteidigt und hat seinen umfangreichen Beitrag ins Internet gestellt.¹⁸⁸

Zunächst einige wenige Anmerkungen zum Forschungsgebiet „Präbiotische (chemische) Evolution“, denn hier gibt es durchaus neues zu berichten.

Präbiotische Evolution

Die Phase der präbiotischen bzw. chemischen Evolution, die vor etwa 4 Mrd. Jahren begann (siehe unten, Abb. 18), zeichnet sich dadurch aus, daß hier besonders große Lücken in den Hypothesen klaffen, die den immens langen Prozeß chemischer Reaktionen erklären sollen. Eine dieser Hypothesen wollen wir von vornherein ausschließen, und das ist diejenige, die die Entstehung von lebenden Strukturen in den Kosmos verlegen; dies hilft uns nicht weiter, weil wir dann immer noch die Entstehung von Leben *dort* erklären müßten, und die Frage wird damit allein nicht beantwortet. Ebenso wird sie nicht dadurch beantwortet, daß man die Entstehung des Lebens pauschal als Wirken des Zufalls bezeichnet.¹⁸⁹ Tatsächlich spielen wegen der unvorstellbaren Zeiträume – mehr als 500 Millionen Jahre chemische Evolution – eine exorbitante Zahl von Zufällen dabei eine Rolle, aber chemische Reaktivität ist alles andere als zufällig; nur *was* dabei entsteht, unterliegt dem Zufall und ist zudem nicht reproduzierbar, würde also niemals wieder genauso ablaufen (s.o., Kapitel 3, insbesondere 3.1.1). Wir hatten ja schon beim Begriff ‚deterministisches Chaos‘ gesehen, wie Zufälle durchaus in Gesetzmäßigkeiten eingebunden sind, sonst würden sich auch keine Strukturen im Chaos herausbilden. Genauso ist es auch hier: aus dem Chaos der chemischen Reaktionen, seien sie in einer Art ‚Ursuppe‘, seien sie an eingetrockneten Rändern der Ur-Meere, seien sie tief in den Ozeanen oder am Rand von Vulkanen oder auf der Oberfläche von Pyrit, einem katalytisch wirkenden Erz aus Eisensulfid, oder seien sie im Polareis der nördlichen Ur-Meere abgelaufen, entstanden selbst-replizierende Molekülsysteme und irgendwann entstanden auch Ur-Enzyme, die diese Replikation katalysierten und steuerten.¹⁹⁰

¹⁸⁸ Martin Neukamm, Die Evolutionsbiologie und der moderne Antievolutionismus, 2003 (151 S.); der Kasseler Evolutionsbiologe und Pflanzenphysiologe Prof. Ulrich Kutschera jedenfalls bescheinigt in seinem Vorwort Herrn Neukamm, daß man ihm als „neutralen ‚Outsider“ keine einseitige Sicht der Dinge vorhalten kann“ (S. 6). Vgl. auch U. Kutschera, Evolutionsbiologie. Eine allgemeine Einführung, Parey: Berlin 2001; 2. Auflage: Stuttgart 2006.

¹⁸⁹ So z.B. *Jaques Lucien Monod (1910-1976)* über Veränderungen im genetischen Code: "Da sie (die Mutationen, PMK) die einzige mögliche Ursache von Änderungen des genetischen Textes darstellen, der seinerseits der einzige Verwahrer der Erbstrukturen des Organismus ist, so folgt daraus mit Notwendigkeit, daß einzig und allein der Zufall jeglicher Neuerung, jeglicher Schöpfung in der belebten Natur zugrunde liegt. Der reine Zufall, nichts als der Zufall, die absolute, blinde Freiheit als Grundlage des wunderbaren Gebäudes der Evolution – diese zentrale Erkenntnis der modernen Biologie ist heute nicht mehr nur eine unter anderen möglichen Hypothesen; sie ist die einzig vorstellbare, da sie allein sich mit den Beobachtungs- und Erfahrungstatsachen deckt." (Zufall und Notwendigkeit. Philosophische Fragen der modernen Biologie, Piper: München 1972, S. 141 f.) Wie ich früher schon nachgewiesen habe, hat der Nobelpreisträger für Medizin von 1965 (zusammen mit André Lwoff und François Jacob) und damaliger Direktor des Pasteur-Instituts, Monod, dies auf der Höhe des ideologischen Kalten Krieges geschrieben und wollte der materialistischen Dialektik sozusagen eins auswischen; dabei verriet er in drastischer Weise mit reichlich überzogenen und nachgerade falschen, angeblich naturwissenschaftlichen Erkenntnissen seine eigene Wissenschaft (Biochemie) und die der Physik gleich mit (siehe Peter M. Kaiser, Monods Versuch einer Widerlegung materialistischer Dialektik auf dem Boden der Naturwissenschaft, DAS ARGUMENT Heft 88, Jg. 16, 827-844 [1974]). Selbstverständlich wurde Monod auch von Wissenschaftlern in Frankreich und in der DDR in ähnlicher Weise kritisiert (z.B. Hermann Ley, Über die Schwierigkeiten des Einzelwissenschaftlers. Des Biologen Jacques Monod Kritik am historischen Materialismus und der Zwang zur Philosophie in den Naturwissenschaften, Marxistische Blätter: Frankfurt am Main 1973; xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx).

¹⁹⁰ Vgl. aus der unübersehbaren Fülle der Veröffentlichungen z.B. M. Kamschilow, Das Leben auf der Erde. Die Evolution der Biosphäre, Verlag Harry Deutsch: Thun 1977; Hartmut Follmann, Chemie und Biochemie der Evolution. Wie und Wo entstand das Leben?, UTB Band 1098: Heidelberg 1981; Ders. Nucleinsäuren: Die Evolution des genetischen Materials, in U. Gessler (Hrsg.) Evolution, Beiträge zum 25. Symposium des Instituts

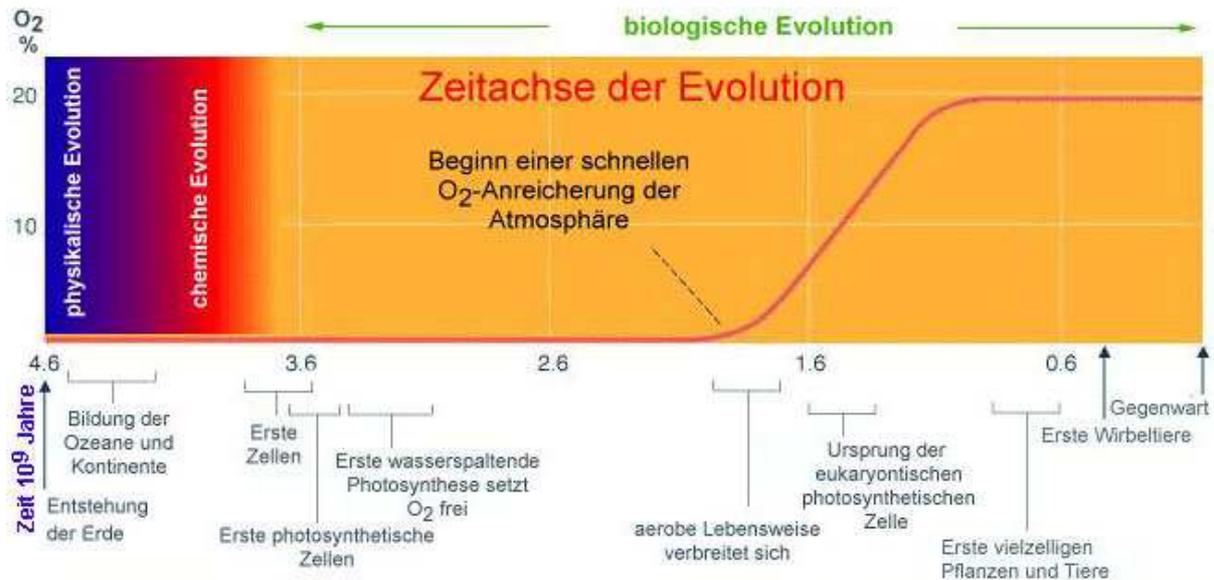


Abb. 18 Zeitachse der Evolution von der Entstehung der Erde vor 4.6 Mrd. Jahren bis zur Gegenwart, mit Angabe des O₂-Gehaltes in der Atmosphäre (<http://www.biokurs.de/skripten/11n/bs11-9n.htm>; Aufruf am 25.12.2007); die Entstehung von Zellen nimmt man schon sehr früh an, nämlich vor etwa 3.7 Mrd. Jahren. Näheres siehe im Text.

Ausnahmsweise stellen wir einmal einige Thesen und Prämissen in diesem Unterkapitel an den Anfang, wobei wir nicht umhin können, dabei wieder dialektische Formulierungen zu verwenden:

- 1) Damit lebende Strukturen entstehen konnten, durften weder die Atmosphäre noch das Wasser der Ozeane gasförmigen Sauerstoff (O₂) enthalten, weil dieser alles, was zaghaft entstanden wäre, wieder oxidiert hätte; Sauerstoff gab es nur in gebundener Form im Wassermolekül (H₂O). Die chemisch reduzierende Ur-Atmosphäre enthielt wahrscheinlich Wasserstoff (H₂), Wasserdampf, Stickstoff (N₂), Ammoniak (NH₃), Methan (CH₄) und Schwefelwasserstoff (H₂S); dieses fürchterlich stinkende Gasmisch war ungehinderter, kurzweiliger Strahlung (UV), Hitze, heftigem Vulkanismus, starken elektrischen Entladungen und starker, natürlicher Radioaktivität ausgesetzt.
- 2) Damit lebende Strukturen aber ‚leben‘ konnten, mußte gasförmiges O₂ zur Verfügung stehen (welches ja bekanntlich von Pflanzen geliefert wurde und wird, aber auch von photosynthetischen Bakterien) oder es muß ‚Leben‘ mit einem völlig anderen Stoffwechsel gegeben haben (siehe 4);
- 3) das Dilemma aus 1 und 2 bzw. wo, wann und - vor allem - wie der qualitative Umschlag in ein neues System stattfand, war bis vor kurzem nicht erklärbar.
- 4) Dann wurde aber entdeckt, daß die frühesten Lebensformen, die Archaeobakterien oder neuerdings Archaeen genannt, von denen bis Ende der 1970er Jahre niemand etwas geahnt hatte und die mittlerweile eine eigene, und zwar die älteste Mikroorganismengruppe überhaupt bilden, ganz tief in den Weltmeeren und auch in bzw. am Rande von Vulkanen in der Weise existieren, daß sie kein O₂

für Nephrologie an der Universität Erlangen-Nürnberg und der 4. Medizinischen Klinik des Klinikums Nürnberg, Frankfurt am Main 1989, S. 21-50; V. Ratner, A. A. Zharkikh, N. Kolchanov, S. N. Rodin, V.V. Solovyov und A.S. Antonov, Molecular Evolution, Springer: Berlin 1996; Arndt von Haeseler und Dorit Liebers, Molekulare Evolution, Frankfurt am Main 2003; Horst Rauchfuß, Chemische Evolution, Springer: Berlin-Heidelberg 2005; Rolf Froböse, Wenn Frösche vom Himmel fallen. Die verrücktesten Naturphänomene, VCH: Weinheim 2007, insbesondere die ersten Kapitel „Exotische Mikroben – Außenseiter der Evolution“ und „Manche mögen’s heiß“. Siehe auch den aktuellen und umfassenden Übersichtsartikel von Hartmut Follmann und Carol Brownson, Darwin’s warm little pond revisited: from molecules to the origin of life, Naturwissenschaften 96 (11), 1265-1292 (2009).

für ihren Stoffwechsel benötigen¹⁹¹, sondern Schwefelwasserstoff und Methan verarbeiten, und das außerdem bei ungewöhnlich hohen Temperaturen (thermophil, bei über 80° C), bei hohen Salzkonzentrationen (halophil), hohen Säurekonzentrationen (acidophil, pH-Wert bis 0) oder hohen Alkalikonzentrationen (alkalophil; pH-Wert bis >10), welches u.a. ihre Taxonomie bestimmt (seit 1990 werden sie als eigenständige Domäne neben den Bakterien und den Lebewesen mit Zellkern [Eukarya, Eukaryonten] eingestuft¹⁹²); man kann annehmen, daß man damit das Dilemma aus 1 bis 3 erklären kann.

- 5) Wenn das so ist (4), dann hat es aber zweimal bzw. sogar dreimal einen größeren qualitativen Sprung gegeben: von den allereinfachsten, noch nicht selbständig ‚lebenden‘, oligo- bzw. polymeren Ur-Biomolekülen zu den Archaeen, den ‚Protobionten‘, sodann zu den Bakterien (Prokaryonten) und danach zu den Eukaryonten, d.h. Einzellern mit Zellkern.
- 6) Die simple Hypothese einer ‚Ursuppe‘ ist aus einem ähnlichen Grund wie unter 1 unwahrscheinlich¹⁹³: alle chemischen Reaktionen laufen bekanntlich in zwei Richtungen, besonders bei katalytisch beschleunigten; daher würden spontan entstandene Verbindungen wie z.B. einfache Aminosäuren, heterocyclische Basen (Bausteine von Nucleinsäuren), Zuckermoleküle u.ä. in einer wäßrigen ‚Ursuppe‘ immer wieder zerfallen, selbst wenn die Reaktanden 10% der Ursuppe ausgemacht hätten, wie von Vertretern dieser Hypothese angenommen wird.
- 7) Man nahm stattdessen an, daß am Rande von ursuppenähnlichen Arealen, dort, wo die Flüssigkeit eintrocknete und so die Konzentrationen der organischen und anorganischen Moleküle und Ionen anstiegen, und wo evtl. zerklüftete, poröse Mineralstrukturen (z.B. Montmorillonit) die Rolle von Katalysatoren spielen konnten, Reaktionen abliefen, die einfachste Bausteine von Proteinen und Nucleinsäuren haben entstehen lassen;
- 8) In der Biofilmhypothese bzw. „Eisen-Schwefel-Welt“ von Wächtershäuser¹⁹⁴ wird ein gänzlich anderer Metabolismus als primordial angenommen: Leben könnte an der Oberfläche von Eisen-Schwefel-Mineralien entstanden sein, also Sulfiden, die sich heute noch durch geologische Prozesse an Tiefsee-Vulkanen, sogenannten *Black Smokers*, bilden und zur Frühzeit der Erde noch wesentlich häufiger aufgetreten sein dürften. Hierbei steht eine kontinuierlich verfügbare und verlässliche Energiequelle, nämlich die Reduktion von teilweise oxidierten Eisen-Schwefel-Mineralien wie zum Beispiel Pyrit mit Wasserstoff für die Entstehung von Biomolekülen zur Verfügung. Diese Reaktion liefert genügend Energie für die endergonen (früher: endothermen) Synthesereaktionen von monomeren Bausteinen der Biomoleküle und für deren Polymerisierung.
- 9) RNA Welt („The concept of life without DNA or protein is the RNA world“¹⁹⁵): 1982 stellte die Arbeitsgruppe um Tom Cech, Department of Chemistry an der Universität Boulder in Colorado, erstmals und gegen jede vorherige Annahme, daß nur Proteine Katalysatoren sein können, an dem Mikroorganismus *Tetrahymena thermophila* fest, daß RNA ihre eigene Spaltung und/oder Synthese katalysieren kann.¹⁹⁶ Cech und Altman erhielten 1989 dafür den Nobelpreis.

¹⁹¹ C. R. Woese und G. E. Fox, Phylogenetic structure of the prokaryotic domain: The primary kingdoms, Proc. Natl. Acad. Sci. USA 74, 5088-5090 (1977)

¹⁹² C. R. Woese, O. Kandler und M. L. Wheelis, Towards a natural system of organisms: Proposal of the domains Archaea, Bacteria and Eucarya, Proc. Natl. Acad. Sci. USA 87, 4576-4579 (1990)

¹⁹³ Neuere Überlegungen vom präbiotischen Replikatorsystem bis zur Endosymbiose findet man bei István Scheuring, Tamás Czárán, Péter Szabó, György Károlyi und Zoltán Toroczkai, Spatial Models of Prebiotic Evolution: Soup Before Pizza?, Origin of Life and Evolution of Biospheres 33, 319-355 (2003).

¹⁹⁴ Günter Wächtershäuser, Before Enzymes and Templates: Theory of Surface Metabolism, Microbiological Reviews 52, 452-484 (1988); ders., Groundworks for an evolutionary biochemistry: The Iron-Sulphur World, Progress in Biophysics & Molecular Biology 58, 85-201 (1992); ders., Origin of Life: Life as We Don't Know It, Science 289, 1307-1308 (2000).

¹⁹⁵ David R. Nelson, Lecture of Molecular Evolution I (<http://drnelson.utmem.edu/evolution1.html>; Aufruf am 3. Januar 2008)

¹⁹⁶ Kelly Kruger, Paula J. Grabowski, Arthur J. Zaugg, Julie Sands, Daniel E. Gottschling und Thomas R. Cech, Self-splicing RNA: Autoexcision and autocyclization of the ribosomal RNA intervening sequence of *tetrahymena*, Cell 31, 147-157 (1982); T.R. Cech, The chemistry of self-splicing RNA and RNA enzymes, Science 236, 1532-1539 (1987). Die Kristallstruktur der Ribozym-Domäne von 160 Nucleotiden mit einer Auflösung von 2.8 Å wurde von derselben Arbeitsgruppe 1996 veröffentlicht: Jamie H. Cate, Anne R. Gooding, Elaine Podell, Kaihong

Solche Moleküle werden Ribozyme genannt und haben eine Länge von ca. 80 bis 100 Nucleotiden; sie schneiden sich selbst aus bestimmten Arealen von Introns heraus. Zusätzlich fand man später, in den 1990er Jahren, daß an der Steuerung der Genaktivität kleine, etwas über 20 Nucleotide lange RNA-Moleküle¹⁹⁷ wesentlich daran beteiligt sind, daß nicht nur bestimmte Proteine, deren Synthese jedoch ihrerseits wieder von Genabschnitten gesteuert werden, Gene an- und abschalten können.¹⁹⁸ Das verleitet viele Forscher, eine ganze RNA-Welt als primordial zu postulieren: RNA konnte sich selbst duplizieren, sie konnte enzymatische Aktivitäten entfalten und die kleinen RNA-Moleküle können Gene an- und abschalten. Manfred Eigen könnte nun seinen bekannten Hyperzyklus mit RNA allein postulieren statt, wie früher, mit RNA und Enzymen, die die Reaktionen katalysieren.¹⁹⁹ (Abb. 19a und 19b)

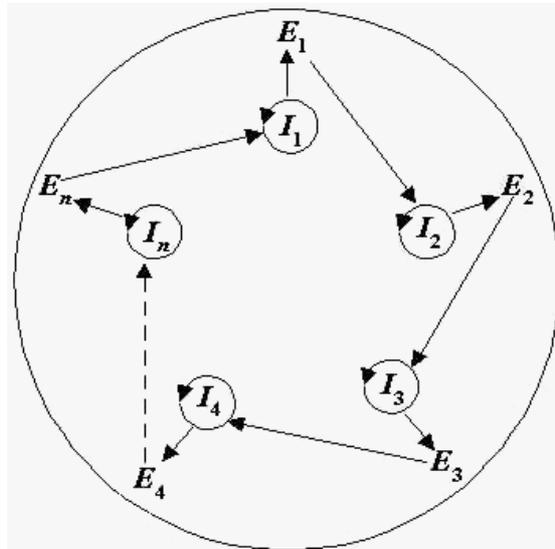


Abb. 19a Hyperzyklus nach Eigen: Ein intermediäres Molekül I (1,2,3...n-1), z.B. RNA, repliziert sich selbst; dann wird ein Produkt davon abgelesen und synthetisiert, in diesem Fall ein Enzym E (1,2,3...n-1), welches die Synthese des nächsten Moleküls I (2,3,4...n) katalysiert etc. Im Gegensatz zu einem einfachen katalytischen Zyklus kann sich der Hyperzyklus evolutionär weiter entwickeln; er wächst hyperbolisch. Experimentell sind bisher einige RNA Moleküle mit Hilfe des Phagenenzym $Q\beta$ -Replicase auf eine solche Art in einem Flow-Reactor synthetisiert worden. Mit Hilfe chromatographischer Trennungen kann man Moleküle mit vorher bestimmten Eigenschaften isolieren.²⁰⁰

Zhou, Barbara L. Golden, Craig E. Kundrot, Thomas R. Cech und Jennifer A. Doudna, Crystal Structure of a Group I Ribozyme Domain: Principles of RNA Packing, Science 273, 1678 – 1685 (1996).

¹⁹⁷ Sie werden aus Vorläufer-miRNA gebildet, die ca. 60 bis 70 Nucleotide umfassen; diese Vorläufer werden an Intron-Strukturen der DNA abgelesen. Heute wird angenommen, daß ca. 500 miRNAs ein Drittel aller menschlichen Gene regulieren. Fast 5400 miRNAs verschiedener Organismen waren bis Ende 2007 bekannt, ihre Sequenzen aufgeklärt und in einer Internetdatenbank zugänglich (<http://microrna.sanger.ac.uk/sequences/index.shtml>; Aufruf am 25. Dezember 2007; S. Griffiths-Jones, R.J. Grocock, S. van Dongen, A. Bateman und A.J. Enright, NAR, 2006, 34, Database Issue, D140-D144).

¹⁹⁸ Diese Reaktionen nennt man heute RNA-Interferenz oder kurz RNAi und die Moleküle miRNA (von micro); sie gehören zu dem, was man Epigenetik nennt. (Vgl. zu den philosophischen Implikationen auch Peter M. Kaiser, Moderner Reduktionismus auf dem Vormarsch – Über das schwierige Verhältnis von Naturwissenschaft und Philosophie: Gene und Gehirn auf weiter Flur, Manuskript, www.philo-so-phi.de).

¹⁹⁹ M. Eigen und Peter Schuster, The Hypercycle – A Principle of Natural Self-Organization, Springer: Berlin 1979; M. Eigen und P. Schuster, The Hypercycle. A Principle of Natural Self-Organization, Naturwissenschaften 64, S. 541-566 (1977); M. Eigen und Ruthild Winkler-Oswatitsch, Ludus Vitalis, Mannheimer Forum 73/74, S. 53-140; M. Eigen, Selforganization of Matter and the Evolution of Biological Macromolecules, Naturwissenschaften 58, 465-533 (1971).

²⁰⁰ Vgl. P. Schuster (Institut für Theoretische Chemie, Wien, und Santa Fe Institute, New Mexico, USA), der dazu einige Literatur zitiert (Molekulare Grundlagen der Evolution. Kann man die Wahrscheinlichkeit der Lebensentstehung abschätzen?, Abendkolloquium: Frontiers of Science, Düsseldorf 1.02.2007, S. 51; <http://www.tbi.univie.ac.at/~pks>; Aufruf am 25. Dezember 2007).

Aufbauend auf dem Modell des Hyperzyklus bzw. parallel dazu hat eine Reihe von weiteren Arbeitsgruppen Synthese- bzw. Evolutionsautomaten gebaut; sie werden als „Automaton“²⁰¹, „Chemoton“²⁰² (Abb. 19c) oder einfach als „Flow-Reactor“²⁰³ (Nachfolger der legendären Reaktionsapparatur von Stanley Miller) bezeichnet. Das Ziel ist immer etwa das Gleiche: auf evolutionärem Weg Biomoleküle zu synthetisieren, und zwar nicht nur, um biochemisch-evolutionäre Wege nachzuzeichnen, die historisch abgelaufen sein könnten, sondern aus ganz handfesten Gründen, nämlich um neuartige Molekülklassen mit interessanten Eigenschaften zu finden, die sich industriell verwenden lassen.

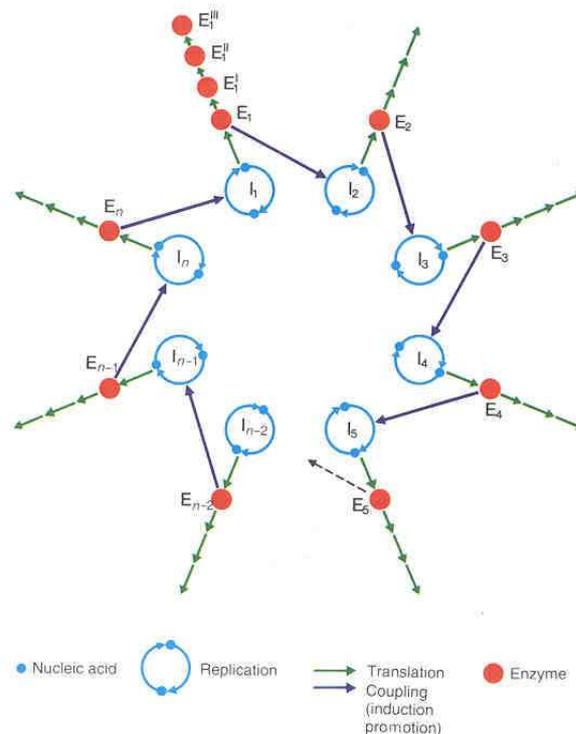


Abb. 19b Der gleiche Hyperzyklus wie in Abb. 5a, etwas erweitert und detaillierter (aus: Eigen und Winkler, Ludus Vitalis, S. 131)

²⁰¹ Meist sind darunter mathematische Modellautomaten zu verstehen, mit denen sich bestimmte evolutive Muster erzeugen lassen. (Siehe z.B. Stephen Wolfram, Cellular Automaton as Models of Complexity, Nature 311, 419-424 [1984]; S. Wolfram [Hrsg.] Theory and Application of Cellular Automata [Advanced Series on Complex Systems, Volume 1], Addison-Wesley: Reading, MA 1986; S. Wolfram, Cellular Automata and Complexity: Collected Papers, Addison-Wesley: Reading, MA 1994). Der Ausdruck geht aber bis auf Aristoteles zurück. „Automaton“ ist einfach etwas, das sich „von selbst“ ereignet; Aristoteles setzte dies aber vom Zufall (τύχη) ab.

²⁰² Siehe Tibor Gánti, The Principles of Life, Oxford Biology: University Press 2003; ders., The Chemoton Theory Vol. 1, Theoretical Foundations of Fluid Machineries, Plenum: New York 2003; ders., The Chemoton Theory Vol. 2, Theory of Living Systems, Plenum: New York 2003. Vgl. auch Andreea Munteanu und Ricard V. Solé, Chaos in chemoton dynamics, Santa Fe Institute Working Paper # 05-05-017 (2005); dies., Phenotypic diversity and chaos in a minimal cell model, Journal of Theoretical Biology 240, 434-442 (2006); T. Carletti und D. Fanelli, Evolution of a Population of Protocells: Emergence of Species, EPL 77, 18005, doi: 10.1209/0295-5075/77/18005 (2006); R. V. Solé, A. Munteanu, Carlos Rodriguez-Caso und Javier Macía, Synthetic protocell biology: from reproduction to computation, Philosophical Transactions of the Royal Society B 362, 1727-1739 (2007).

²⁰³ Vgl. z.B. P. Schuster, Molekulare Grundlagen, a.a.O., S. 59 (dort weitere Literatur); Gregor Schlingloff, Aufbau eines Meßplatzes mit miniaturisierter Evolutions- und Synthesemaschine, Dissertation, Institut für Theoretische Chemie, Wien 1999.

Von besonderem Interesse ist das „Chemoton“ des ungarischen Wissenschaftlers Tibor Gánti, da es offenbar den kleinstmöglichen Automaten darstellt, der die grundlegenden Stoffwechselzyklen enthält, die das letzte präbiotische System bzw. das erste zellähnliche System mit drei metabolischen, ineinandergreifenden Zyklen in einer RNA-Welt gewesen sein könnte, nämlich den folgenden:

- Das genetische System auf RNA-Basis.
- Ein autokatalytisches, metabolisches System, das von außen kommende Nährstoffe abbauen und so Energie zum Aufbau anderer Stoffe gewinnen konnte.
- Ein membranbildendes System, das die dazu notwendigen Stoffe (Lipide, Proteine, Cholesterin etc.) aus dem metabolischen System synthetisieren konnte.

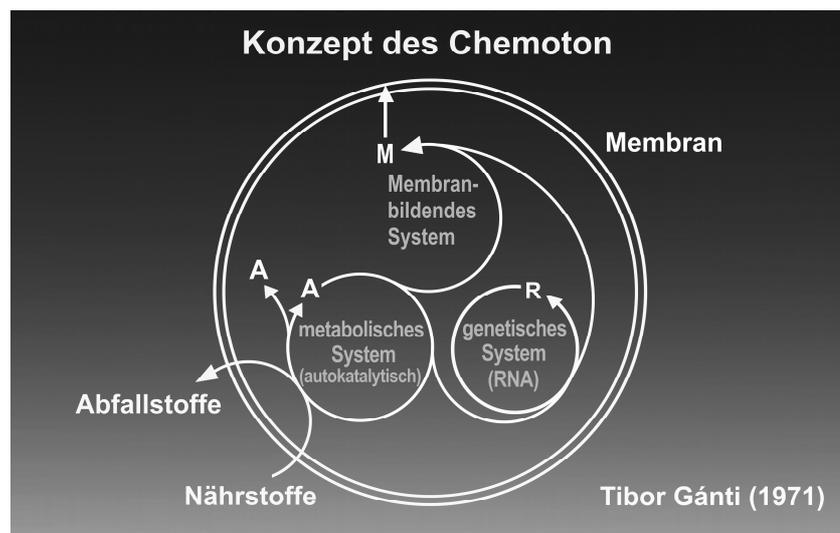


Abb. 19c „Chemoton“ von Tibor Gánti²⁰⁴ in einer stilisierten Darstellung nach Prof. Dr. Günter von Kiedrowski (mit freundlicher Erlaubnis); das genetische System kann dabei durchaus allein mit RNA als Template-Polymerisation funktioniert haben (RNA-Welt-Hypothese).

Damit wäre das „Chemoton“ die letzte Vorstufe des Startpunktes der gesamten biologischen Evolution gewesen, eine Art *Protozelle*; die nächste Stufe ist dann die Differenzierung des genetischen Systems in DNA (Original) und RNA (Arbeitskopie) mit der Entstehung des „genetischen Code“ bzw. seinen möglichen Vorstufen. Von da ab ging es dann wohl rasant weiter. Das Chemoton ist ein stöchiometrisches Modell von drei gekoppelten, biochemischen Kreisläufen; auf dieser Basis können Substanz- und Energieflüsse bzw. Fließgleichgewichte verschiedenster Art simuliert und berechnet werden.²⁰⁵ Dabei zeigte sich, daß unter bestimmten Bedingungen nicht-lineare, chaotische Systemzustände entstehen können und das System evolvieren kann.²⁰⁶

- 10) Wenn in einer RNA-Welt RNA als Enzym wirkt, dann brauchen nicht Proteine bzw. Enzyme und RNA zur gleichen Zeit entstanden sein.

²⁰⁴ T. Gánti, On the early evolutionary origin of biological periodicity, *Cell Biology International* 26, 729-735 (2002); siehe u.a. H.F. Hoenigsberg, From geochemistry and biochemistry to prebiotic evolution ... we necessarily enter into Gánti's fluid automata, *Genetics and Molecular Research* 6, 358-373 (2007).

²⁰⁵ Sven van Segbroeck, Ann Nowé und Tom Lenaerts, Stochastic Simulation of the Chemoton, *Artificial Life* 15, 213-226 (2009)

²⁰⁶ Vgl. z.B. Munteanu und Solé, Chaos in the chemoton dynamics, a.a.O.

- 11) Die Idee einer längeren, stabilen RNA-Welt ist jedoch – nach Meinung von seriösen Biochemikern – eine Modeerscheinung²⁰⁷; Bildung von Zellen, die sich vermehren können, ist nicht ohne enzymatische Katalyse und Bildung von DNA denkbar: die DNA als konservatives Element, die den genetischen Apparat bildet – das Genom – ist das im Zellkern, in den Chromosomen, verpackte stabile Molekül, von dem die ablesbare, aber kürzerlebige ‚Arbeitskopie‘ zur Informationsverarbeitung dient, d.h. zur Synthese von definierten Proteinen. Die DNA liegt gewissermaßen im ‚Tresor‘ und es werden für die Weiterverarbeitung nur Kopien entnommen, deren Transkripte (mRNA) dann sogar noch vielfältig modifiziert werden.
Die räumliche Trennung in der Zelle, DNA und ihre Replikation im Zellkern, RNA-Synthese außerhalb, im Cytoplasma, und Proteinsynthese an den Ribosomen des endoplasmatischen Retikulums (siehe Abb. 21b), ist erst bei den Eukaryonten realisiert, also seit 1.6 Mrd. Jahren (siehe Abb. 18). Erst dann werden nennenswerte Mengen O₂ mittels Photosynthese erzeugt und es bildet sich allmählich die Zusammensetzung unserer heutigen Atmosphäre. Der Sauerstoff wird anfänglich von Cyanobakterien bzw. Blaualgen erzeugt. Von Cyanobakterien gibt es fossile Funde, die sog. Stromatolithen, die z.B. in Australien, Südafrika, Israel und China gefunden wurden. Diese ältesten Fossilien überhaupt (bis zu 3.5 Mrd. Jahre!) wachsen heute noch 1 mm pro Jahr und werden deshalb in Australien von den Aborigines „lebende Felsen“ genannt.
- 12) Das System, das in 8 bis 10 beschrieben ist, hatte einen erheblichen evolutionären Vorteil: „Biomoleküle entwickeln sich ebenso wie später Organismen zu ‚besseren‘ Einheiten durch die Neukombination von Eigenschaften und anschließende Selektion.“²⁰⁸
- 13) Zwei ganz große Erklärungsprobleme bleiben aber übrig: wie kann man sich die Bildung von energiereichen chemischen Verbindungen wie ATP erklären, die doch äußerst wenig stabil sind und sofort wieder in ADP, AMP und Phosphat zerfallen, wenn sie nicht durch Kompartimente von der katabolen Umgebung abgetrennt werden können? Und wie kann man sich die Bildung von...
- 14) ... Zuckermolekülen vorstellen, die als Ribose bzw. in reduzierter Form als 2-Deoxyribose für das Rückgrat der Nucleinsäuren benötigt werden? Wir wissen schon lange, daß auf direktem biosynthetischen Weg im Stoffwechsel immer erst Ribonucleotide entstehen, die dann – durch das gigantisch große Enzym Ribonucleotid-Reduktase (RNR) katalysiert – zu 2'-Deoxyribonucleotiden reduziert werden. Es gibt eine Reihe von RNRs, die bei verschiedenen Spezies wirksam werden; sie alle arbeiten mit Metallen wie Eisen (bei *anaerob* lebenden Mikroorganismen sind es Eisen-Schwefel-Cluster oder auch Kobalthaltiges Vitamin B₁₂) oder Mangan bei *aeroben*, gram-positiven Bakterien oder Eisen-Sauerstoff-Komplexen bei *aeroben* Bakterien wie z.B. *E. Coli* im Darm sowie bei Pflanzen und Tieren. Präbiotisch müssen daher früheste Eiweißfragmente, Ribonucleotide, Metallkomplexe und Reduktionsmittel, die allesamt spontan entstehungsfähig sind, zu zunächst *anaeroben*, später zu den mit Sauerstoff noch aktiveren Ur-RNRs zusammengefunden haben.²⁰⁹

Zum letzten Punkt (14) hat eine kleine Gruppe von Chemikern aus Manchester im Mai 2009 einen sensationellen Durchbruch erzielt und ein „missing link“ geschlossen: Ribose und heterocyclische Base müssen nicht getrennt für sich entstanden sein und dann zum Ribonucleosid, später dann zum Ribonucleotid (mit Phosphat verestert), sondern

²⁰⁷ Vgl. z.B. Hartmut Follmann, Keine Zellteilung ohne DNA – aber woher? Die ungewöhnliche Biochemie der Nucleotide, *prisma* Juli 1999, S. 29-32

²⁰⁸ Ebd., S. 32

²⁰⁹ Ebd. Nach dem chemisch-experimentellen Nachweis der „Ur-Ribonucleotidreduktion“ unter plausiblen abiotischen Bedingungen wird noch gesucht; jedoch passen die von Follmann beschriebenen Mechanismen der Ribosereduktion (vgl. auch H. Follmann, Deoxyribonucleotides: the unusual chemistry and biochemistry of DNA precursors, *Chemical Society Reviews* 33, 225-233 [2004]) ganz gut zu der Hypothese von Wächtershäuser (These 7 oben im Text), da die Katalyse auf der Oberfläche von Pyritkristallen abgelaufen sein kann. Außerdem findet man noch heute Enzyme, die im katalytischen Zentrum Übergangsmetall-Schwefel-Komplexe enthalten.

Nucleotide (Base-Zucker-Phosphat) können in wenigen eleganten Schritten aus den bekannten einfachen Vorläufern Cyanamid, Cyanoacetylen, Glycolaldehyd und Glycerinaldehyd über eine Pentose-Aminooxazolin-Struktur synthetisiert werden (Abb. 20).²¹⁰ Nach einem solchen Syntheseweg hat man lange gesucht, da das Knüpfen der glycosidischen Bindung in Wasser unmöglich ist, und nun ist die Lösung verblüffend einfach. Sogar die Veresterung mit Phosphat im letzten Schritt gelingt sehr einfach, weil bei der Reaktion Phosphorsäure als Puffer eingesetzt wird, der als Katalysator wirkt und dadurch die gewünschte Endverbindung, das Nucleotid, gleich mit entsteht.

Schlußfolgerung: die Präbiotische Evolution ist im Großen und Ganzen gut erklärbar, auch wenn mehrere Hypothesen dazu vorgeschlagen werden. Es gibt dann aber eine größere Lücke zur klassischen biologischen Evolution: die Evolution der Viren und Bakterien, bzw. zunächst der Archaeen. Diese Forschung ist z.Z. im Fluß, ständig werden neue experimentelle und immer noch überraschende Befunde und Ideen veröffentlicht, wie es gewesen sein könnte. Und weil dieser Forschungsbereich einige der klassischen Annahmen, über die Rolle und Funktion der Gene bzw. des Genoms beispielsweise, vollkommen über den Haufen wirft (Stichwort: Epigenetik), folgen zunächst die Kapitel über die Entwicklung der Darwinistischen bzw. Neodarwinistischen Evolutionstheorie sowie deren Weiterentwicklungen und Differenzierungen. Am Schluß dieses Kapitels 3.1.3 werden schließlich die philosophischen Implikationen erörtert.

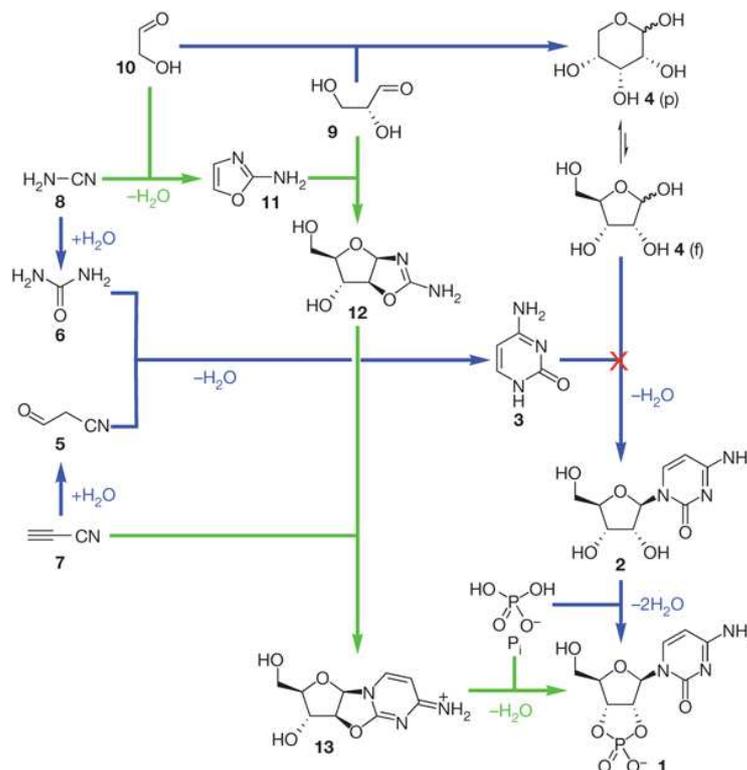


Abb. 20 Früher angenommener (blau) und neuer Syntheseweg (grün) für β-Ribocytidin-2',3'-cyclo-phosphat **1** (man beachte, daß die Reaktionsstufe, in der Cytosin **3** und Ribose **4** zur Kondensation vorgeschlagen wurde, in Wasser nicht realisierbar ist) und die erfolgreiche, neue Synthese (grün). (p) = Pyranoseform; (f)

²¹⁰ Matthew W. Powner, Béatrice Gerland und John D. Sutherland, Synthesis of activated pyrimidine ribonucleotides in prebiotically plausible conditions, *Nature* 459, 239-242 (2009); siehe auch in der gleichen Ausgabe den Kommentar dazu von J.W. Szostak, Systems chemistry on early earth, *Nature* 459, 171-172 (2009)

= Furanoseform der Ribose. (**2** = Cytidin; **3** = Cytosin [Bas, ohne Zucker]); **5** = Cyanoacetaldehyd; **6** = Harnstoff; **7** = Cyanoacetylen; **8** = Cyanamid; **9** = Glycerinaldehyd; **10** = Glycolaldehyd; **11** = 2-Aminooxazol; **12** = Pentose-Aminooxazolin; **13** = Anhydro-arabinocytosin). Aus **13** entsteht photochemisch auch das entsprechende Uracil- bzw. Uridin-Derivat.

Neodarwinismus oder Synthetische Evolutionstheorie

Während die Bezeichnung *Darwinismus* von *Alfred Russel Wallace* (1823–1913) für die von *Charles Darwin* (1809–1882) entwickelte Evolutionstheorie eingeführt wurde, geht die Bezeichnung *Neodarwinismus* auf *George John Romanes* (1848–1895) zurück. Er bezeichnete damit die Selektionstheorie Darwins, die durch Weismann von allen lamarckistischen Elementen befreit wurde.²¹¹

Bei der evolutionären Synthese in den 1930er Jahren wurde die Populationsgenetik mit der Selektionstheorie und anderen biologischen Disziplinen verbunden und als *Synthetische Theorie der Evolution* bezeichnet. Vor allem englische Forscher wie *Maynard Smith* oder *Richard Dawkins*, die sich bewußt von dieser Synthese abgrenzen wollten, bezeichneten sich selber weiterhin als *Neo-Darwinisten*, aber im Grunde sind diese Begriffe als synonym zu betrachten. Die Synthetische Evolutionstheorie ist eine Erweiterung der darwinschen Evolutionstheorie durch die Erkenntnisse der Zellforschung, Genetik und Populationsbiologie. Der Mediziner und Zoologe *August Weismann* (1834–1914) lieferte erste Gedanken zu dieser Synthese, die von den Evolutionsbiologen des 20. Jahrhunderts weiterentwickelt wurden. Einer breiteren Öffentlichkeit vorgestellt wurde die synthetische Evolutionstheorie erstmals 1942 durch Ernst Mayr und *Julian Huxley* (1887–1975), dem Bruder von *Aldous Huxley*, der *Brave New World* geschrieben hatte.²¹²

Darwins Theorie besagt, daß Evolution ein langfristiger, fortschreitender Prozeß der Entwicklung von Organismenarten ist.²¹³ Interessanterweise leitete er diese Vorstellung primär nicht von fossilen Funden ab, sondern durch den horizontalen Vergleich der Artenvielfalt, der enormen Variabilität *innerhalb* der Arten, die er zuerst bei den Galapagos-Finken und -Tauben beobachtete, die eine unglaubliche Vielfalt entwickelten.²¹⁴ Die Individuen einer Population unterscheiden sich durch hereditäre, d.h. erbliche Zufalls-Veränderungen; daß dies auf zufällige Mutationen der Gene zurückgeführt werden könnte, wurde aber erst mit der Entwicklung der Molekularbiologie/Biochemie entdeckt. Durch natürliche Auslese werden diejenigen Veränderungen, die ihren Träger besser an eine gegebene Umwelt anpassen, häufiger an die nächste Generation weitergegeben, wodurch sich allmählich eine neue Art herausbildet. Alle heutigen Arten stammen von gemeinsamen Vorfahren ab bzw. alle ähnlichen Arten haben einen gemeinsamen Vorfahren. So stammen die Hominiden gerade nicht von den Affen ab, sondern sie haben einen gemeinsamen Vorfahren.

²¹¹ Der Begriff 'Lamarckismus' bezieht sich auf die Ideen von *Jean-Baptiste de Lamarck* (1744–1829) zur Entstehung der Arten; man versteht darunter die Auffassung, daß erworbene Merkmale/Eigenschaften/Fähigkeiten von Lebewesen sich weiter vererben können. So sollte z.B. die Giraffe deshalb einen so langen Hals haben, damit sie besser an die Blätter von hohen Bäumen herankäme (nach Charles Darwin, Die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl, RECLAM: Stuttgart 1967, S. 12). Darwin erkannte jedoch die Leistung Lamarcks dahingehend an, daß dieser immerhin ein Gesetz der Entwicklung der Lebensformen mit der Neigung zu einer „Höherentwicklung“ angenommen hatte (ibid.). Fatale Auswirkungen hatte die Hypothese von der Vererbung erworbener Eigenschaften auf die sowjetische Landwirtschaft unter Stalin, der den Lamarckismus in den Rang einer wissenschaftlichen Theorie hob. Hauptvertreter dieser Auffassung war der Ukrainische Agronom *Trofim Denissowitch Lyssenko* (1898–1976). Es gelang in der Sowjetunion jedoch, sich allmählich wieder davon zu lösen. (Vgl. dazu DAMU [Deutsche Assoziation der Absolventen und Freunde der Moskauer Lomonossow-Universität e.V.], dessen Ausgabe 3/1999 sich ganz dem Thema Lyssenkoismus widmet; siehe www.lomonossow.de/1999_03/, Aufruf am 19. Dezember 2007).

²¹² Aldous Huxley, *Schöne neue Welt*. Ein Roman der Zukunft, Fischer Taschenbuch: Frankfurt am Main 2007

²¹³ Vgl. das klassische Lehrbuch von Ernst Mayr, *Artbegriff und Evolution*, Parey: Hamburg-Berlin 1967.

²¹⁴ Charles Darwin, *Die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl*, RECLAM: Stuttgart 1967; vgl. auch Bernhard Rensch, *Das universale Weltbild*. Evolution und Naturphilosophie, Fischer: Frankfurt am Main 1977, S. 29.

Durch die Erkenntnisse auf dem Gebiet der Genetik konnten zusätzlich die molekularen Mechanismen zur Erzeugung der genetischen Variabilität aufgedeckt werden: Gene bestimmen den Phänotyp, also die Bau- und Leistungsmerkmale eines Organismus. Mutationen sind die erblichen Zufalls-Veränderungen, welche die Gene und damit den Phänotyp verändern und ihn der natürlichen Auslese, der Selektion, aussetzen.

Die Populationsbiologie, insbesondere die Populationsgenetik, liefert mathematische Modelle zur Veränderung der Allelfrequenz in einer Population. Ein Allel ist eine mögliche Ausprägung eines auf einem Chromosom definiert lokalisierten Gens. Allele Gene besitzen geringfügige Variationen in der Basensequenz der DNA, wodurch das Gen verändert wird. So kann zum Beispiel das Gen, das für die Farbe einer Blüte verantwortlich ist, in zwei verschiedenen Ausprägungsformen (Allelen) vorkommen und bei der Pflanze entweder eine rote oder eine weiße Blütenfarbe hervorrufen.

Die Allelfrequenz oder auch Genfrequenz bezeichnet die relativen Häufigkeiten eines Allels in einer Population. Sie berechnet sich aus der Zahl der Kopien eines bestimmten Allels dividiert durch die Gesamtzahl aller Kopien von allen, in einer Population enthaltenen Allelen. Beim Menschen z.B. bestimmen verschiedene Allele die verschiedenen Blutgruppen.

Die Struktur und Verteilung von Populationen bestimmt die Entwicklung neuer Arten. Reproduktive Isolation ist hierfür die Grundvoraussetzung. Zu einer biologischen Art gehören damit alle Individuen, die miteinander in Genaustausch stehen und fruchtbare Nachkommen haben.

Begründer der Synthetischen Evolutionstheorie sind:

- Theodosius Dobzhansky: Populationsgenetik der Tau- oder Essigfliege *Drosophila melanogaster*; Präadaptation.
- Julian Huxley (Biologie): Zusammenhänge zwischen Evolutionstheorie und Genetik²¹⁵; Beiträge zur Philosophie der Naturwissenschaften.²¹⁶
- Ernst Mayr (Biogeographie und Systematik): Definition der biologischen Art als Fortpflanzungsgemeinschaft; Artbildung durch geographische und reproduktive Isolation.
- *Bernhard Rensch (1900-1990, Zoologie und Verhaltensbiologie).*²¹⁷
- *George Gaylord Simpson (1902-1984, Paläontologie):* Entwicklung statistischer Methoden zur Untersuchung der Interkontinental-Wanderung der frühen Säugetiere.
- *G. Ledyard Stebbins (1906-2000, US-amerikanischer Botaniker, Genetiker und Evolutionsbiologe).*

Aufgrund des Erkenntnisfortschritts in der Biologie und Biochemie, aber auch in anderen Wissenschaftszweigen wie zum Beispiel in der Geologie (Plattentektonik) sowie in der Entwicklung neuer Beobachtungs- und Experimental-Technologien (Elektronenmikroskop, Gel-Elektrophorese), wird diese Evolutionstheorie durch weitere Konzepte beständig bestätigt und ausgebaut.²¹⁸

²¹⁵ Julian Huxley, *Evolution: The Modern Synthesis*, Allen & Unwin: London 1942

²¹⁶ In seinem Buch *Religion Without Revelation* von 1927 ist er der Meinung, daß Religion dazu dienen sollte, sein eigenes Schicksal zu überdenken und nicht an ein höheres Wesen zu glauben.

²¹⁷ Rensch, *Das universale Weltbild*, a.a.O.; über Rensch siehe die Münsteraner Zoologin Gerti Dücker (Hrsg.) *100 Jahre Bernhard Rensch. Biologe - Philosoph - Künstler*, unter Mitarbeit von Martin Berger, Werner Mühlen, Helmut Prior und Bernhard Weischer, Reihe: *Worte - Werke - Utopien*, LIT Verlag: Münster 2000.

²¹⁸ Nicht einverstanden mit dem schon beinahe klassischen neodarwinistischen Konzept sind z.B. die Autoren Wolfgang F. Gutmann und Klaus Bonik, *Kritische Evolutionstheorie. Ein Beitrag zur Überwindung*

So liefert die Erforschung der DNA die Grundlagen genetischer Prozesse und damit Erkenntnisse über die Mechanismen der Evolution auf molekularer Ebene. Neben der Mutation als einem Faktor der genetischen Variation spielen Anzahl, Anordnung und Zusammenstellung der Gene in den Chromosomen eine Rolle. Die Bedeutung der nicht-Protein-codierenden DNA-Anteile, der *Introns* (in unverantwortlicher Weise früher als „DNA-Müll“ bezeichnet) wird intensiv erforscht, seit man erst vor wenigen Jahren entdeckt hat, daß die Intronabschnitte nicht nur gewisse Steuerungsfunktionen wie z.B. das Stop-Signal für die RNA-Synthese aufweisen, sondern von ihnen auch kleine RNA-Moleküle ‚abgelesen‘ und dann synthetisiert werden, die ebenfalls die Steuerung von Genen bewerkstelligen. Die Gene werden im Gegensatz zu den *Introns* als *Exons* bezeichnet (Abb. 21a). So gehören die *Introns* essentiell zum epigenetischen System.

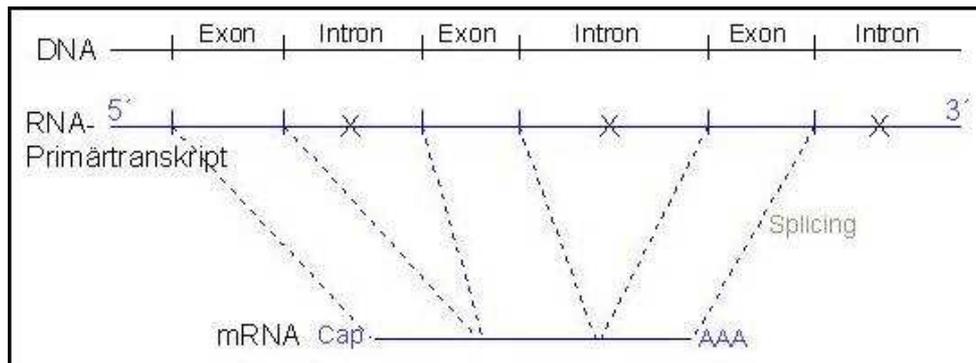


Abb. 21a Die DNA im Zellkern enthält in ihrer Sequenz (oben) Exons und Introns (hier nur stilisiert: die Introns machen beim höheren Säugetier weit über 90% aus). Nach der Verdopplung der DNA wird von der Kopie eine RNA abgelesen und synthetisiert (Primärtranskript); diese enthält immer noch die Exon/Intron Struktur- und Informationsbestandteile; erst dann werden die Introns herausgeschnitten (X), was heutzutage „splicing“ oder „Spleißen“ genannt wird, und es entsteht die messenger RNA (mRNA), die außerhalb des Zellkerns an den Ribosomen im endoplasmatischen Retikulum wiederum die Proteinbiosynthese steuert. Dabei ist eine weitere, kleinere Nucleinsäure, die transfer RNA (tRNA) beteiligt, die die Aminosäuren heranschafft, aus denen sich das Protein zusammensetzen soll; es gibt für jede Aminosäure eine spezifische tRNA (siehe auch Abb. 21b). Wie man erst seit ca. 10 Jahren weiß, kann das Spleißen der RNA autokatalytisch bewerkstelligt werden, es kann aber auch durch Enzyme gesteuert werden. Auch der Zusammenbau der Aminosäuren am Ribosom zum fertigen Protein wird nicht, wie man noch bis vor kurzem annahm, von Proteinen (das Ribosom ist ein Riesenmolekülaggregat aus Proteinen und ribosomaler RNA) katalysiert, sondern von ribosomaler RNA, die als „Ribozym“ wirkt (Abb. 21b).

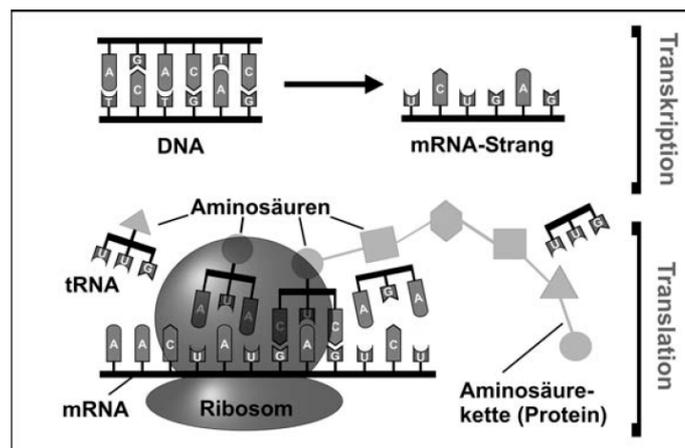


Abb. 21b Schema der Herstellung eines Proteins in der lebenden Zelle. Jeweils drei benachbarte *Nukleinbasen* auf der mRNA (*Codons* oder *Basentriplets*, z.B. AAC, UAU) sind mit einer bestimmten Aminosäure korreliert, aus denen das Protein schrittweise aufgebaut wird. Je eine *tRNA* ist mit einer für sie spezifischen Aminosäure beladen und kann mit einem Ende (dem so genannten *Anticodon*) an je genau einem der Basentriplets auf der

altdarwinistischer Dogmen, Gerstenberg: Hildesheim 1981. Sie leiten die Bau- und Funktionseigenheiten der Organismen von ihrem „Maschinencharakter“ her, kaprizieren sich auf deren Energiehaushalt, bemühen dazu wesentlich das physikalische Hydraulikprinzip für die „biologische Formgebung“ (S. 203) und meinen: „Evolution ist als Prozeß der Optimierung und Ökonomisierung von lebenden Systemen darzustellen.“ (S. 10f.).

mRNA andocken, die schon auf dem Ribosom sitzt; dadurch werden die an der tRNA hängenden Aminosäuren nebeneinandergebracht und miteinander verknüpft. Die „leere“ tRNA verlässt das Ribosom. Dann lagert sich das nächste passende tRNA-Molekül an die mRNA an, wobei die entsprechende Aminosäure an die bereits bestehende Aminosäurekette geknüpft wird. Dieser Prozess setzt sich so lange fort, bis ein *Stop-Codon* auf der mRNA den Prozess unterbricht und signalisiert, dass die Aminosäurekette, d.h. das Protein, vollständig ist. (Aus: P.M.Kaiser, Die chemische Evolution, a.a.O., S. 197) Ribosomen sind im Elektronenmikroskop und sogar schon in hochauflösenden Lichtmikroskopen zu sehen.

Einige neuere Konzepte innerhalb der Evolutionstheorie wurden und werden zum Teil noch immer kontrovers diskutiert:

- Determinismus: Mutationen sind nicht nur reiner Zufall, sondern auch einem molekularen Determinismus unterworfen.
- Neutralismus (*Motoo Kimura*)²¹⁹: Nicht nur das Auftreten der Varianten ist zufällig, sondern auch ihre Etablierung innerhalb einer Population. Wenn die meisten genetischen Unterschiede einem Selektionsdruck unterliegen würden, müßte die genetische Variabilität in einer Population niedrig sein. Da aber die Variabilität hoch ist, sind die meisten genetischen Unterschiede für das Überleben weder hinderlich noch förderlich, das heißt adaptiv neutral. Es muß also differenziert werden, wie viele Varianten durch Zufall erhalten bleiben und wie viele aufgrund eines Anpassungsvorteils nicht eliminiert werden.
- Gradualismus: Evolution erfolgt in kleinen Schritten und allmählichen Übergängen
- Punktualismus (*Niles Eldredge* [**1943*]²²⁰ und *Stephen Jay Gould* [*1941-2002*]²²¹): Die Seltenheit von Funden, deren morphologische Merkmale zwischen den aufeinanderfolgender Fossilien liegen (*missing link*²²² und Mosaikformen) ist nicht auf die Unvollständigkeit der Überlieferung zurückzuführen, sondern darauf, daß die Evolution in Schüben erfolgt. Zwischen diesen Schüben verharren die Organismen im Gleichgewicht und ändern sich nicht.
- Egoistische Gene: In seinem Werk "Das egoistische Gen" vertritt Dawkins die These, daß weder die Art noch die Individuen, sondern die Gene die Einheit der Selektion darstellen, wobei der ‚Körper‘ nur die Hülle, der Träger der Gene ist und diese den Drang besitzen, sich rücksichtslos zu vermehren (Organismus als „Vermehrungsmaschine“).²²³

In den meisten Fällen geht es dabei nicht um prinzipielle Unterschiede zwischen den konkurrierenden Konzepten im Sinne von Paradigmen, sondern um den Grad der Bedeutung der jeweiligen Effekte für die Evolution der Organismen. Die Konzepte

²¹⁹ Motoo Kimura, The Neutral Theory of Molecular Evolution, Cambridge University Press: Cambridge 1983

²²⁰ N. Eldredge, Reinventing Darwin. The Great Debate at the High Table of Evolutionary Theory, John Wiley and Sons: New York 1995; Ders., The Pattern of Evolution, W. H. Freeman and Co.: New York 1999; Ders., The Triumph of Evolution...And the Failure of Creationism, W.H. Freeman and Co.: New York 2002; Ders., Darwin: Discovering the Tree of Life, W.W. Norton: New York 2005.

²²¹ Siehe das Mammutwerk (1433 S. plus 25 S. Vorwort) von S.J. Gould, The Structure of Evolutionary Theory, Harvard University Press: New York 2002

²²² Ein *missing link* ist auch prinzipiell noch kein Argument für Kreationismus, denn erstens kann jederzeit noch etwas gefunden werden, und zweitens sind die meisten angeführten *missing links* gar keine. So gab es mit Sicherheit lange Phasen in der Evolution, in denen „kaum“ etwas passierte, also wenige neue Arten entstanden, eher sogar Artensterben auftrat. Vgl. auch Thomas Junker, Kreationisten erklären die Evolution: Das „kritische Lehrbuch“ von R. JUNKER und S. SCHERER, in Neukamm (Hg.) Evolution im Fadenkreuz, S. 321-340.

²²³ Richard Dawkins, Das egoistische Gen, Springer: Heidelberg 1978; Original: The Selfish Gene, Oxford University Press 1976/2007 (30th Anniversary Edition). Dem stehen jedoch Erscheinungen wie "phänotypische Plastizität" und die erst wenige Jahre zurückliegende Entdeckung der epigenetischen Prozesse auf molekularer Ebene gegenüber, so daß sich eine ausführliche philosophische Erörterung darüber, ob und wie ein Gen egoistisch sein kann, inzwischen schon wieder erübrigt (vgl. Kaiser, Moderner Reduktionismus, a.a.O.). "Phänotypische Plastizität" meint das Vermögen eines Genotyps, auf bestimmte Umweltbedingungen hin unterschiedliche Phänotypen auszubilden (nach Heike Schmuths, Genetische Variabilität und phänotypische Plastizität der Modellpflanze *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. (Brassicaceae), Dissertation Universität Halle-Wittenberg 2004, <http://sundoc.bibliothek.uni-halle.de/diss-online/04/04H317/t1> bis t10.pdf; *Arabidopsis* ist die Ackerschmalwand und eines der Lieblings-Objekte der biochemischen Forschung).

ergänzen sich vielmehr gegenseitig, so daß die Evolution dadurch immer differenzierter verstanden wird. Dieser Prozeß ist noch lange nicht an seinem Ende angekommen und so haben Kreationisten und Intelligent Design (ID)-Verfechter es leicht, die noch unverstandenen Mechanismen, vor allem solche auf molekularer Grundlage, anzuführen und an den jeweiligen Wissenslücken eine Art ohnmächtige Nichterklärbarkeit von tatsächlichen oder angeblichen Fakten mit Hilfe der Biologie und der Biochemie zu behaupten. Mindestens drei prinzipielle Gegenargumente könnte man an dieser Stelle anführen:

- Der wissenschaftliche Hintergrund der Kreationisten und Intelligent Design-Verfechter ist nicht der Stand der Naturwissenschaften, sondern sind deren noch unerforschte Bereiche.
- Kreationismus und ID sind weltanschauliche Fragen, die auf philosophischem Gebiet beantwortet werden müssen. Einzelwissenschaftliche Argumente bzw. Ergebnisse helfen nur bedingt weiter, können allerdings eine damit nicht in Einklang zu bringende Ideologie oder Philosophieauffassung widerlegen.
- Die Forderung der Kreationisten, die Evolutionsbiologie müsse beispielsweise die evolutionsbiologische Entwicklung des Auges erklären können und durch ‚Zufall‘ könne ein derart komplexes Organ nicht entstanden sein, führt zu einem logischen und historischen Widerspruch: das menschliche Auge ist *nicht* in *einem* Schritt vollkommen *zufälliger* Mutationen entstanden, sondern sozusagen das Endprodukt einer ganz langen Entwicklungsreihe.²²⁴

Systemtheorie der Evolution

Die *Systemtheorie der Evolution* geht als Teilbereich der Biologie insbesondere auf die informationstheoretisch geprägte *Systemtheorie* nach *Ludwig von Bertalanffy (1901-1972)* und ihre Anwendung auf Phänomene der Evolution durch die Wiener Schule (unter anderem *Rupert Riedl*) ab den 1970er Jahren zurück und stellt eine Weiterentwicklung der Synthetischen Evolutionstheorie dar. Durch Einbeziehung der Chaostheorie wurde die Systemtheorie von *Lorenzen* 1988 zur *Synergetischen Evolutionstheorie* ausgebaut.²²⁵

Die Systemtheorie der Evolution geht davon aus, daß lebende Organismen offene Systeme im Sinne der Thermodynamik sind, die in einem Fließgleichgewicht mit ihrer Umwelt stehen. Sie zeichnen sich dadurch aus, daß die Gleichgewichtszustände vieler Faktoren innerhalb der Lebewesen sich deutlich von den Gleichgewichtszuständen der Umgebung unterscheiden. Ein Beispiel ist die oft weit über der Umgebungstemperatur liegenden und im Gegensatz zu ihr konstant bleibenden Körpertemperatur der meisten Säugetiere. Auch abiotische Systeme, die zumindest eine Zeitlang weitab vom Gleichgewicht ablaufen wie die *Belousov-Zhabotinsky-Reaktion*, zeigen besondere Eigenschaften und gewisse Formen von Selbstorganisation, zum Beispiel die Oszillation von chemischen Reaktionen mit makroskopisch sichtbaren Mustern.

²²⁴ Eine popularwissenschaftliche Darstellung dieser Entwicklung hat *Hoimar von Ditfurth* versucht (*Der Geist fiel nicht vom Himmel*, Hamburg 1976). Bei aller faszinösen Anschaulichkeit dieser Abhandlung haben Biologen jedoch eine Reihe von sachlichen Fehlern entdeckt; was dem Buch außerdem noch abträglich ist, daß im letzten Kapitel Kriege kausal als Konflikt zwischen den „alten“ Hirnarealen, dem limbischen System, und der Großhirnrinde postuliert werden (ibd.). Zur Evolution des Auges vgl. auch *P. Schuster*, Selbstorganisation und System. Theorie der Evolution in drei Jahrhunderten, Vortrag in Berlin im März 2007 (<http://www.tbi.univie.ac.at/~pks/>, unter „Recent Lectures“; Aufruf am 25. Dezember 2007) und *M. Neukamm*, Evolution – kein Zufall! Die Argumentation mit der Wahrscheinlichkeit, in *Neukamm* (Hg.) *Evolution*, S. 72-89.

²²⁵ *Paul Lorenzen (1915-1994)*: Begründer der *Erlanger Schule* des *Methodischen Konstruktivismus*; vgl. z.B. *P. Lorenzen*, Lehrbuch der konstruktiven Wissenschaftstheorie, Mannheim-Wien-Zürich 1987.

Die Systemtheorie der Evolution widmet sich insbesondere auch solchen Phänomenen, die durch die klassische synthetische Evolutionstheorie nicht hinreichend erklärt werden, beispielsweise

- der Entstehung tiefgreifender Änderungen im Grundbauplan (Makroevolution),
- der Koevolution, also der parallelen Evolution von aufeinander abgestimmten Merkmalen bei sehr verschiedenen Arten, beispielsweise bei Symbiosen.²²⁶

Der Begriff der Selektion wird in der Systemtheorie kritisch hinterfragt. Während zu Darwins Zeiten noch vom ‚*survival of the fittest*‘ ausgegangen wurde, muß man tatsächlich davon ausgehen, daß Lebewesen dann überleben, wenn sie hinreichend - was nicht unbedingt optimal bedeutet - angepaßt sind. Zudem reicht es nicht aus, nur einzelne Merkmale zu betrachten. Vielmehr kommt es auf das Gesamtsystem "Lebewesen in seiner Umwelt" an. Beispielsweise können Zwänge in der Ontogenese zur Entwicklung von Merkmalen, aber auch zur Beibehaltung von Merkmalen führen, die für das erwachsene Individuum eher hinderlich sind. Da die Selektion auf das Gesamtsystem Lebewesen einwirkt, ergibt sich eine Art Betrachtung von Gesamtnutzen und Gesamtkosten. Individuen und Populationen haben Selektionsvorteile sowohl dann, wenn sich der Gesamtnutzen erhöht, als auch dann, wenn die Gesamtkosten des Systems sinken. Damit wächst die Wahrscheinlichkeit, daß biologische Systeme komplexer werden und sich durch vielfältige Rückkopplungen und Mehrfachnutzen von Merkmalen auszeichnen.

Die Systemtheorie der Evolution²²⁷ ergänzt den Begriff der äußeren Selektion in der Definition Darwins um den der inneren Selektion. Ein Organismus muß in Bezug auf die Funktionalität seiner Untersysteme in sich stimmig sein, da er sonst nicht überlebensfähig wäre; Biologen nennen das „innere Passung“. Ist das nicht der Fall, so kann die äußere, klassische Selektion nicht wirklich wirksam werden. Zum Beispiel muß ein von der Natur entwickeltes Gelenk gemäß seinem Konstruktionszweck einwandfrei funktionieren. Eine Mutation im Gennetzwerk, das für das Gelenk codiert, kann diese angepaßte Funktionalität stören und dadurch für den Organismus letal enden. Somit werden auch die Freiheitsgrade eingeschränkt, also jene Spielräume, die Mutation, Rekombination, Selektion - und möglicherweise weitere Mechanismen - bilden, um Organismen und deren Organe progressiv weiterzuentwickeln, d. h. im Hinblick auf die zu erfüllende Funktion im Organismus zu verbessern. Nach dieser Definition ist klar, daß die Veränderung der äußeren Selektionsbedingungen zunächst keinen Einfluß auf die innere Anpassung hat. Änderungen von Temperatur, Feuchtigkeit, Vegetation etc. ändern nichts am selektiven Wert eines funktionierenden Gelenks, mit dem sich ein Tier in seinem Habitat bewegen muß. Riedl bezeichnet diese innere Funktionalität als evolutionäre Bürde, weil sie sich Veränderungen widersetzt.²²⁸ So entstehen evolutionäre Einschränkungen („constraints“), die letztlich zu Konstruktionsprinzipien führen, die geradezu als "Baupläne" bezeichnet werden.

Die Systemtheorie berücksichtigt, daß die Ausprägung von Merkmalen nicht allein durch die DNA-Sequenz eines Genes bedingt, sondern ein Ergebnis einer komplexen Wechselwirkung vieler Faktoren des Gesamtsystems Lebewesen im Zuge der Ontogenese ist. Dabei wirken nicht nur genetisch festgelegte Faktoren der direkten Erbinformation sowie der Steuerung durch Mechanismen der *Genregulation*²²⁹ und von Stoffgradienten innerhalb eines Organismus, sondern teilweise auch externe Faktoren wie die Temperatur oder die Einwirkung chemischer Stoffe während der Embryonalentwicklung. Die Summe

²²⁶ Einen sehr guten Überblick über diese biologischen, einschließlich der biochemischen Kategorien mit vielen Beispielen und Querverweisen auf Kybernetik, Spieltheorie, Sozialtheorien etc. bringt Peter A. Corning, *The Co-operative Gene. On the Role of Synergy in Evolution*, *Evolutionary Theory* 11, 183-207 (1996).

²²⁷ Vgl. Rupert Riedl, *Die Ordnung des Lebendigen. Systembedingungen der Evolution*, Parey: Berlin 1975; G.P. Wagner und M.D. Laubichler, *Rupert Riedl and the Re-Synthesis of Evolutionary and Developmental Biology*, *Journal of Experimental Zoology, Part B*, 302B, 92-102 (2004).

²²⁸ Riedl, *Ordnung*, S. 165ff.

²²⁹ Diese sind ein Teil des epigenetischen Systems; immer neue biochemische Mechanismen werden hier aufgeklärt und so erweitert sich das Wissen über diese Prozesse rasant.

der in der Embryogenese wirkenden Faktoren wird auch als ‚epigenetische Landschaft‘ bezeichnet.

Durch diese komplexen Systemzusammenhänge soll erklärbar werden, warum bestimmte Entwicklungsstadien der Ontogenese Stadien der Phylogenese rekapitulieren sollen.²³⁰ Systemtheoretisch ergeben sich durch die Komplexität der ontogenetischen Entwicklung jedoch Entwicklungskanäle, die - ähnlich wie die Attraktoren in der Chaostheorie (s.o.) - nicht ohne weiteres verlassen werden können. Damit werden die Evolutionsbahnen zum großen Teil dem reinen Zufall entzogen. Die Entwicklungskanäle ergänzen das der synthetischen Theorie entstammende Konzept konvergenter Selektionsdrücke bei der Erklärung von Konvergenzen (zum Beispiel analoger Organe). In Analogie zur Chaostheorie kann wiederum ein Verlassen der Entwicklungskanäle bereits durch kleine Ursachen erfolgen und zu massiven Änderungen führen, womit wir im Gebiet der Makroevolution sind.

Die Systemtheorie berücksichtigt auch, daß die *Ein-Gen-ein-Enzym*-Hypothese nicht als "Eine DNA-Sequenz – ein Merkmal" verstanden werden darf. So gibt es Merkmale, die durch das Zusammenspiel vieler Gene entstehen (Polygenie), aber auch einzelne Gene, die mehrere Merkmale gleichzeitig beeinflussen (Polyphänie oder Pleiotropie). Es gibt zudem auch multifaktorielle Merkmale, deren Ausprägung nicht nur polygen, sondern zusätzlich durch Umweltfaktoren bedingt ist. Eine besondere Rolle spielen Gene, die für die *Genregulation* zuständig sind. So reguliert allein das Gen *Pax6* bei *Drosophila melanogaster* mehr als 2000 einzelne Genloci, was die genregulatorischen Prozesse natürlich rationeller macht.

Makroevolution

Makroevolutionäre Veränderungen können durch solche Mutationen an Regulator- und Strukturgenen verstanden werden, die ein ganzes Spektrum von phänotypischen Veränderungen infolge der Änderung von Genexpressionsmustern bedingen. Diese Mutationen verändern daher das gesamte System. Wie tiefgreifend bereits einfache Änderungen wirken können, haben Experimente an Schlammspringern, einer halbamphibisch in Mangrovensümpfen lebenden Fischgruppe gezeigt. Nach mehrmonatiger Behandlung mit dem Schilddrüsenhormon Thyroxin ergaben sich u.a. folgende Veränderungen: die Brustflossen wurden zu beinchenartigen Extremitäten, die Haut wurde dicker, die Kiemen wurden verkleinert, die Lungenatmung nahm zu. Im Endergebnis wurde die Abwesenheit von Wasser deutlich länger ertragen als ohne Behandlung. Diese Entwicklungspotenzen werden auch Präadaptation genannt, vereinfacht ausgedrückt, eine zufällige Anpassung, noch bevor sich diese dann unter einem Selektionsdruck als vorteilhaft erweist.²³¹

Es ist hier noch anzumerken, dass sowohl der Begriff Makroevolution als auch der damit bezeichnete Sachverhalt von Evolutionsgegnern abgelehnt wird.²³² Diese argumentieren insofern vollkommen undialektisch, als sie nicht verstehen (wollen), dass langsame, in kleinen Schritten sich vollziehende, geno- und phänotypische, gleichsam quantitative Veränderungen in bestimmten, aber je unterschiedlichen Zeitintervallen eben zu qualitativen Sprüngen in der Evolution führen, d.h. zu neuen Merkmalen, Funktionen, ja, zu neuen Organismen. Insofern gibt es – auch philosophisch gesehen – keinen Unterschied zwischen Mechanismen der Mikro- und der Makroevolution; sie sind gleich.

²³⁰ Siehe auch die veraltete Idee der „Biogenetischen Grundregel“, die auf Haeckel zurückgeht: sie besagt, daß *das epigenetische System eine abgekürzte Wiederholung seiner eigenen Entstehung repräsentiert* (Riedl, Ordnung des Lebendigen, a.a.O., S. 261). Vgl. auch M. Neukamm, Ernst Haeckels Biogenetisches Grundgesetz und das Konzept der ontogenetischen Rekapitulation, AG Evolutionsbiologie, April 2007 (der 48 Seiten lange Artikel ist als pdf Datei auf der Seite www.evolutionsbiologen.de zu finden; Aufruf am 18. Mai 2008).

²³¹ Wieder ist dies ein unpräziser Begriff, denn es handelt sich gerade nicht um *Adaptation*, also auch nicht Präadaptation, sondern eine Art Präformierung ohne Ziel, auf keinen Fall im teleologischen Sinn, die nachher, nachdem sich herausgestellt hat, daß die Veränderung sich als vorteilhaft oder jedenfalls als nicht störend oder gar letal erwies, so *aussieht* wie eine vorweggenommene Adaptation.

²³² Vgl. z.B. die Kritik von Martin Neukamm, Das Begriffspaar „Mikro-/Makroevolution“, in M. Neukamm (Hrsg.) Evolution, S. 351-358.

Auch der Einwand der Evolutionsgegner, Makroevolution sei nicht experimentell belegt, trifft völlig daneben. Es handelt sich um nichts weiter als das Hegelsche dialektische Gesetz vom Umschlag der Quantität in eine neue Qualität.²³³

Für Evolutionsgegner kann aber nicht sein, was nicht sein darf: dass es überhaupt eine Entwicklung gegeben hat, dass eine Art aus anderen Arten hervorgegangen ist, beginnend mit einem (noch) hypothetischen LUCA (*Last Universal Common Ancestor*).

Präadaptation

Präadaptation bedeutet, daß eine anatomische oder sonst eine somatische Struktur auftritt, die sich in einer bestimmten Umwelt evolviert hat und funktioniert, die aber in einer neuen Umwelt zusätzliche Funktionen erfüllen kann. Bei Fischen hat sich zuerst eine Lunge ausgebildet, die dann zur Schwimmblase wurde; dies ist ein Beispiel für Präadaptation. Eine Präadaptation kann auch deshalb vorhanden sein, weil viele Merkmale eine Doppel- oder Mehrfachfunktion haben können. So mußte die Evolution von Federn und Flügeln bei Vögeln nicht unbedingt parallel koordiniert ablaufen. Federn sind bereits vor der Entwicklung des Vogelflugs bei Dinosauriern vorhanden gewesen und dienten der Wärmeisolierung. Neuere Fossilfunde lassen eine Reihe von Zwischenstufen von einfachen zu komplex aufgebauten Federn bei eindeutig bodenbewohnenden Dinosauriern erkennen. Mit der Evolution des Flügels konnten sie dann zugleich dem Fliegen dienen.

Die Präadaptation hat durch die Entdeckung des alternativen Splicing sowie der Introns und Exons eine zusätzliche molekulargenetische Grundlage gefunden. Insbesondere das alternative Herausschneiden (alternative splicing; Abb. 22) ist ein Paradebeispiel für Mehrfachfunktion an sich und ermöglicht durch Neukombination bereits "erprobter" DNA-Code-Abschnitte eine rasche Entwicklung neuer Proteine ohne Änderung der DNA-Primärstruktur. Berücksichtigt man, daß - etwa beim Menschen - über 95 % der DNA nicht direkt für Proteine codieren, so wird deutlich, welche Menge an Erbinformation vorliegt, die prinzipiell für die Entstehung neuer Merkmale bereits durch geringe Änderungen der DNA im Bereich der *Genregulation* auf dieser Ebene aktivierbar ist, ganz zu schweigen von den epigenetischen Prozessen der RNAi.²³⁴

²³³ Umgangssprachlich wird das häufig als „Quantensprung“ illustriert.

²³⁴ Siehe oben, Anm. 197. RNAi bedeutet RNA-Interferenz, wie oben schon erläutert wurde; sie wird mit Hilfe von miRNA gesteuert. Diese Mechanismen werden bereits in der Medizin und der Arzneimittelforschung angewendet. (Peter Jones, Epigenetic Therapy, in Mosbacher Kolloquium "Epigenetics – Molecular Principles and Mechanisms", 27. bis 29. März 2008, Abstract Booklet, S. 11; Sabine Rüdell und Gunter Meister, RNA-Interferenz. Von der Grundlagenforschung zum Medikament, *Biospektrum* 13 [Sonderausgabe zur Biotechnica], 32-33 [2007]).

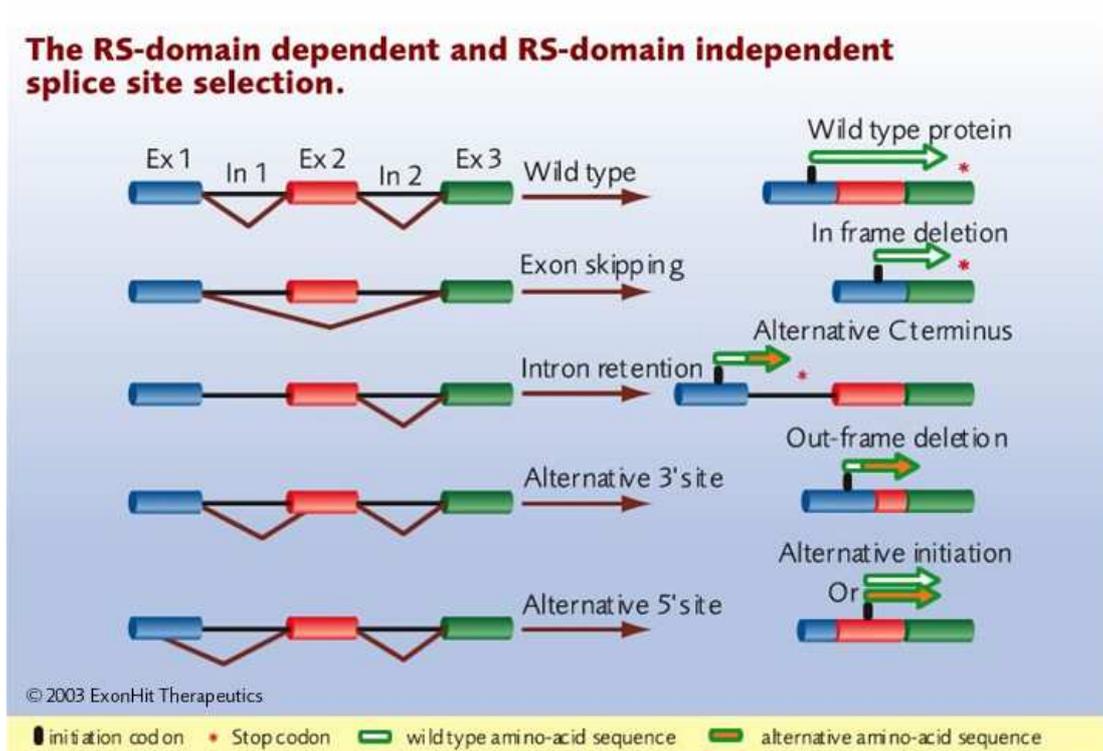


Abb. 22 Verschiedene Möglichkeiten von Splicing-Mechanismen (Ex = Exons, In = Introns, RS = Arginin-/Serin-reiches Protein; **Wild type** = beide Introns werden herausgeschnitten; **Exon Skipping** = Introns und Exon Rot werden herausgeschnitten; **Intron Retention** = In 1 bleibt bestehen, nur In 2 wird herausgeschnitten; **Alternative 3' Site** = Introns und ein Teil des Exons Rot werden vom 3'-Ende der Nucleinsäure (links) her ausgeschnitten; **Alternative 5' Site** = Introns und ein Teil des Exons Blau werden vom 5'-Ende der Nucleinsäure her ausgeschnitten. Man sieht, daß von einer Gendomäne aus 3 Exons und 2 Introns allein 5 verschiedene Proteine codiert und letztlich synthetisiert werden können. (Aus: <http://www.exonhit.com/index.php?page=64>) Vergl. auch Abb. 21a und 21b.

Wir können die großen Evolutionsschritte nach dem heutigen Wissensstand so zusammenfassen:

Die großen Evolutionsschritte nach heutigem Wissensstand²³⁵

Membranen, organisierte Teilung		
Replizierende Moleküle	→	Moleküle in Kompartimenten
Molekülverkettung, gemeinsame Replikation		
Unabhängige Replikatoren	→	Chromosomen
genetischer Code, Ribosom		
RNA als Gen und Enzym	→	DNA und Protein
Zusammenschluß durch Endosymbiose		
Prokaryonten	→	Eukaryonten
Sexuelle Vermehrung als qualitativer Sprung der Höherentwicklung		
Asexuell vermehrende Klone	→	Sexuell vermehrende Populationen
Zelldifferenzierung und Entwicklung		
Protisten	→	Pflanzen, Pilze und Tiere
Entstehung nicht-reproduktiver Kasten		
Einzeln lebende Individuen	→	Tierkolonien
Arbeit, Sprache, Schrift, Kultur, ...		
Primatengesellschaften	→	menschliche Gesellschaften

²³⁵ Nach P. Schuster, Einfaches und Höheres Leben, Wiener Vorlesung in Brüssel, Wien-Haus 2.07.2007, S. 58 von 77, leicht verändert (Schuster bezieht sich auf John Maynard Smith und Eörs Szathmáry; vgl. auch P. Schuster, Evolution and Design. The Darwinian theory of evolution is a fact and not an ideology, Complexity 11, 12-15 [2006]).

Evolution der Bakterien und Viren; kooperatives ,Verhalten'

Wenn dieser Abschnitt auch eher am Anfang dieses Kapitels, nach der Chemischen Evolution stehen müßte, so ist er doch bewußt erst an dieser Stelle eingefügt. Ein Grund dafür ist, daß die ‚traditionellen‘ Biologen (etwa Botaniker, Zoologen) sich schwer damit tun, die Evolution der Bakterien, angefangen mit den frühesten Lebensformen, den Archaeen, in ihre evolutionsbiologischen Überlegungen mit einzubeziehen. Typisch hierfür ist die folgende Bemerkung des 99-jährigen Ernst Mayr in einem Interview:

„Darwinsche Evolution gilt eben in ihrer reinen Form nur für höhere Organismen, nicht für Bakterien.“²³⁶

Und der letzte Abschnitt dieses Interviews lautet:

„**Netzeitung:** *Bei Bakterien ist das biologische Artkonzept nicht anwendbar.*

Mayr: Bakterien haben keine Arten.

Netzeitung: *Was dann?*

Mayr: Das überlasse ich den Mikrobiologen. Das verstehen die ja selber noch nicht. Archaeobakterien zum Beispiel tauschen Gene mit Bakterien aus, Bakterien und Archaeobakterien jeweils unter einander sowieso. Muß man also alle Bakterien als große Fortpflanzungsgemeinschaft, also als eine Art bezeichnen? Bakterien haben keine Arten. Die ersten Arten, die es gibt, sind schon Eukaryonten. Warum man einen Zellkern braucht, um eine Art sein zu können, weiß ich auch nicht.“²³⁷

Natürlich ist das ignorant und natürlich gibt es Bakterienarten, nur ist die Taxonomie etwas anders als bei höheren Organismen; hier zählt nicht so sehr die Morphologie, sondern man orientiert sich an der DNA-Struktur, also wesentlich biochemischen *differentiae specifica*.²³⁸

Ein anderer Grund für den vorliegenden Abschnitt ist, daß durch allerneueste Experimente einer interdisziplinären Wissenschaftlergruppe („Bacterial Cybernetics Group“) an der School of Physics and Astronomy, in Zusammenarbeit mit dem Institut für Molekulare Mikrobiologie und Biotechnologie in Tel Aviv ganz neue, für die Evolution evtl. entscheidende Mechanismen vorgeschlagen werden. Und diese leiten sich ganz zwanglos gerade von den in der letzten Bemerkung von Mayr genannten Mechanismen des Genaustauschs ab, die schon seit den 40er Jahren beobachtet werden. (Bakterien werden übrigens deshalb für solche Experimente verwendet, weil deren Generationszyklus mit einer Frequenz von 20 min abläuft).

Es lohnt sich, die Ideen und Ergebnisse dieser Gruppe ein wenig ausführlicher anzusehen, besonders weil sie sich explizit gegen reduktionistische Ansichten wendet, wie der Leiter der Arbeitsgruppe, Eshel Ben-Jacob, sie im ‚alten‘ Darwinismus sieht.²³⁹ Er will das

²³⁶ Die Macht des Zufalls, Interview der netzeitung mit Ernst Mayr vom 17. Juni 2003 (<http://www.netzeitung.de/servlets/page?section=568&item=243542>; Aufruf am 3. Januar 2008)

²³⁷ Ibd.

²³⁸ Zur Systematik siehe z.B. die Seiten der University of Berkeley, California: <http://www.ucmp.berkeley.edu/bacteria/bacteriasy.html>). Auch bei Viren gibt es eine biochemisch fundierte Taxonomie; das International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV) hat im September 2000 die Einteilung von 1550 Spezies in 53 unterschiedliche Familien bekannter Viren veröffentlicht. Hunderte weitere Viren blieben allerdings mangels genauerer Informationen auf der Strecke (siehe die Seiten des NCBI = National Center for Biological Information, das von der National Library of Medicine und den National Institutes of Health, NIH, 1988 gegründet wurde).

²³⁹ Eshel Ben-Jacob, Die Klugheit der Bakterien. Gödels Theorem und kreative genomische Netze. Ein neues Bild von der Evolution, in Telepolis vom 01.06.1998 (<http://www.heise.de/tp/r4/artikel/2/2364/1.html>); Originalartikel: Bacterial Wisdom, Gödel's Theorem and creative genomic webs, Physica A 248, 57-76 (1998). Vgl. auch E. Ben-Jacob, Ofer Shochet und Adam Tenenbaum, Ordnung in Kolonien. Bakterien schließen sich zu bizarren Formationen zusammen, in Andreas Deutsch (Hrsg.) Muster des Lebendigen. Faszination ihrer Entstehung und Simulation, Vieweg: Braunschweig/Wiesbaden 1994, S. 109-126.

Paradoxon lösen, das im Begriff „Kreation“ steckt, denn wie kann man etwas Neues und Unvorhersehbares voraussagen, „das sich nicht unmittelbar aus dem Gegenwärtigen herleiten läßt“?²⁴⁰ Er sieht die Lösung in einem

„... neuartigen Bild der Evolution, in dem Fortschritt nicht ein Ergebnis der erfolgreichen Akkumulation von Fehlern bei der Replikation des genetischen Codes ist, sondern das eines gestalteten kreativen Prozesses. Fortschritt geschieht dann, wenn ein Organismus paradoxen Umweltbedingungen, einander widersprechenden äußeren Bedingungen ausgesetzt ist, die ihn dazu zwingen, auf sich widersprechende Weise zu reagieren. Selbstverständlich kann dies ein Organismus nicht innerhalb seines bestehenden Rahmens leisten. Das neue Bild einer kreativen kooperativen Evolution basiert auf der kybernetischen Kapazität des Genoms und der Emergenz von Kreativität als der Lösung, die kooperative komplexe Systeme für ein existentielles Paradoxon finden.“²⁴¹

Im Gegensatz zu den klassischen Mutationen, die auf einzelne Bakterien wirken und anschließend diese einer Selektion aussetzen, beobachtete man schon seit einiger Zeit, daß immer dann, wenn ein selektiver Druck, z.B. durch Streßfaktoren, auf eine Bakterienkolonie wirkt, Veränderungen des Morphotyps auftreten, die durch horizontalen, aber offenbar auch durch vertikalen Austausch von Genabschnitten zustande kommen (dazu weiter unten). Dabei sind 1) diese genetischen Veränderungen für einzelne Zellen gar nicht immer von Vorteil und 2) bilden sich makroskopisch zufällige Strukturen der *Kolonien* heraus, die nicht von ungefähr denen der Schneeflocken oder anderer, anorganischer Muster ähneln (vgl. Abb. 24 unten).

Wir haben hier also wieder ein anschauliches Beispiel von Notwendigkeit und Zufall bzw. von zufälliger, komplexer und irreversibler Musterbildung vor uns: gesetzmäßiges Verhalten von Bakterienkolonien, welches man früher eigentlich nur höheren Organismen zugetraut hatte²⁴² und zufälliges, nicht vorhersehbares Verhalten der Individuen. So wird von Ben-Jacob das „Genom als adaptive kybernetische Einheit“ aufgefaßt.²⁴³ Er schließt dies daraus, daß die „Adaptation der Kolonie an widrige Umweltbedingungen Selbstorganisation auf allen Ebenen“ sowie ein „kooperatives Verhalten der Bakterien“ erfordert und auch realisiert.²⁴⁴

Was passiert nun aber in derartigen „Kommunikationssystemen“? Wie hat die Tel-Aviver Arbeitsgruppe ihre Experimente angelegt, um eine evolutionäre Entwicklung zu demonstrieren, in der ein System ein komplexeres entstehen läßt, als es selbst ist? Interessanterweise stoßen wir dabei auf das schon erwähnte Phänomen der Präadaptation.

1943 führten Salvador E. Luria und Max Delbrück²⁴⁵ ein entscheidendes Experiment durch, um die Existenz von zufälligen Mutationen, d.h. von spontanen Mutationen, die nicht mit der Umwelt verbunden sind, zu beweisen. Sie setzten Bakterien einem letalen, selektiven Druck aus, indem sie den Bakteriophagen T1 auf sie ansetzten. Bakteriophagen sind Viren, die ausschließlich Bakterien infizieren und sie abtöten, da sie sich mit Hilfe des Genoms des Bakteriums hemmungslos vermehren, bis keine Zellen mehr übrig sind. Dabei können nur einzelne resistente Zellen diese Behandlung überleben, die sich dann weiter vermehren können, solange Nährlösung vorhanden ist. Luria und Delbrück stellten also die Zahl der überlebenden Zellen in den verschiedenen Populationen der Petrischalen fest und zogen aus der Verteilung der überlebenden Zellen die Schlußfolgerung, daß sich die entscheidenden Mutationen zufällig vor der Zugabe der Phagen vollzogen haben mußten, daß sie also zufällig schon zuvor entstanden waren und

²⁴⁰ Ben-Jacob, Klugheit, S. 1

²⁴¹ Ibid.

²⁴² James A. Shapiro, Bakterien als Vielzeller, Spektrum der Wissenschaft, August 1988, S. 52 (nach Ben-Jacob et al., Ordnung in Kolonien, S. 109).

²⁴³ Mit der Äußerung des Astrophysikers Ben-Jacob, daß das „Genom von Bakterien über eine Selbstwahrnehmung verfügt“, würde ich allerdings vorsichtig sein (ders., Klugheit, S. 2).

²⁴⁴ Ben-Jacob et al., Ordnung in Kolonien, S. 110

²⁴⁵ Salvador E. Luria und Max Delbrück, Mutations of bacteria from virus sensitivity to virus resistance, Genetics 28, 491-511 (1943)

nicht durch die Behandlung.²⁴⁶ Ganz ausgeschlossen war aber noch nicht, daß Zufallsmutationen existieren.

Merkwürdigerweise wurden diese Experimente als Unterstützung des neo-darwinistischen Dogmas angesehen, daß *alle* Mutationen zufällig sind und nur während der DNA-Replikation erfolgen können. Delbrück selbst war zunächst ein von Schrödinger beeinflusster Physiker; dieser versuchte in den 50er Jahren, die Evolution bis hin zur Entstehung des Geistes in die reduktionistische Perspektive der Physik einzubinden. In seinem Buch "Mind from Matter"²⁴⁷ weist er auf die dabei auftretenden Schwierigkeiten hin, aber er übernahm anscheinend den reduktionistischen Ansatz, der 1953 mit der Entdeckung der Helixstruktur der DNA durch Watson und Crick eine gewaltige Bestätigung fand. Zusammen mit der fünf Jahre zuvor scheinbar erfolgten Bestätigung der Hypothese "Ein Gen - ein Enzym" und den Entdeckungen der messenger- (mRNA) und transfer-RNA (tRNA) führte dies zur Durchsetzung des neo-darwinistischen Bildes, in dem das Gen das grundlegendste Element darstellt. Von da bis zum „Egoistischen Gen“ von Richard Dawkins war es nicht mehr weit.²⁴⁸

Sehr lange Zeit war die statische Vorstellung herrschend, die Gene bzw. das Genom seien festgefügte Entitäten, „elementare, nicht mehr zerlegbare Einheiten“²⁴⁹, verpackt in den Chromosomen. Der Nobelpreisträger François Jacob behauptete sogar:

„Die Gene werden gleichsam zu den Atomen der Vererbung“ und meinte, diese Vorstellung stimme gut „mit der Physik überein, da die Eigenschaften des Lebenden auf unteilbare Einheiten zurückgeführt und ihre Kombinationen den vom Zufall bestimmten Gesetzen der Wahrscheinlichkeit unterworfen werden.“²⁵⁰

Aber so wie Atome nicht unteilbar sind, ist das Genom kein Speicher unveränderbarer Gene, wie wir bereits gesehen haben. Nicht erst die Phänomene der Epigenetik, sondern schon die frühzeitige Entdeckung von beweglichen und austauschbaren Genabschnitten, den später so genannten Transposonen, 1950 durch *Barbara McClintock (1902-1992)*²⁵¹, Nobelpreisträgerin von 1983, entdeckt, hätten zu einem neuen Bild führen müssen. Transposonen sind eine Klasse von DNA-Sequenzen, die von einem Ort auf dem Chromosom zu einem anderen wandern können. Sie können auch zwischen Plasmiden übertragen werden und beispielsweise Resistenz gegenüber Antibiotika hervorrufen oder die Erzeugung von Colicin etc. Diese Erkenntnisse gingen von der Entdeckung des Plasmids des λ -Phagen 1952 durch Joshua Lederberg²⁵² aus, das man später Episom nannte.²⁵³ Allgemein sind Plasmide genetische Elemente *außerhalb* des Chromosoms, die man bei einer Vielzahl von Bakterienarten gefunden hat. Die Plasmide, die auf natürliche Weise wie auch bei der von Menschen ausgeübten Gentechnik ein wichtiges Werkzeug darstellen, sind zweireihige ringförmige DNA-Moleküle in der Größe von 100 000 bis 200 000 Basenpaaren. Sie können in das Wirtschromosom eingebaut werden. Ihre Replikation

²⁴⁶ Vgl. auch M. Delbrück, *Heredity and variations in microorganisms*, Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol. 11, 154 (1946)

²⁴⁷ E. Schrödinger, *Mind from Matter*. Cambridge University Press: Cambridge 1958 (Deutsch: *Geist und Materie*, Zsolnay: Wien 1998); vgl. auch E. Schrödinger, *Was ist Leben? Die lebende Zelle, mit den Augen des Physikers betrachtet*, Piper: München 1999 (8. Auflage).

²⁴⁸ Siehe Anm. 223

²⁴⁹ François Jacob, *Die Logik des Lebenden. Von der Urzeugung zum genetischen Code*, S. Fischer: Frankfurt am Main 1972, S. 241

²⁵⁰ *Ibd.*

²⁵¹ Siehe Evelyn Fox Keller, *A Feeling for The Organism: The Life and Work of Barbara McClintock*, Freeman: San Francisco 1983 sowie E.F. Keller, *Barbara McClintock. Die Entdeckerin der springenden Gene*, Birkhäuser: Heidelberg 1995. McClintock erkannte schon 1931 bewegliche Genelemente beim Mais und nannte mit Harriet B. Creighton diese Erscheinung den Crossing-Over-Effekt (H.B. Creighton und B. McClintock, *A Correlation of Cytological and Genetical Crossing-Over in Zea Mays*, Proc. Natl. Acad. Sci. USA 17, 492-497 [1931]). Auch erkannte sie – zusammen mit dem amerikanischen Nobelpreisträger Hermann Joseph Muller – erstmals die Bedeutung der Chromosomenenden für deren Stabilität; die beiden prägten den Begriff Telomer, von denen man heute annimmt, daß diese das individuelle Lebensalter determinieren.

²⁵² Joshua Lederberg, *Cell Genetics and Hereditary Symbiosis*, Physiological Reviews 32, 403-430 (1952). Der λ -Phage selbst wurde 1951 von Esther Lederberg entdeckt.

²⁵³ François Jacob und Élie L. Wollman, *Les épisomes, éléments génétiques ajoutés*, Comptes Rendus de l'Académie des Sciences 247, 154-156 (1958)

erfolgt entweder autonom oder sie ist mit der des Wirts verbunden. In einer Wirtszelle können zwischen einem Plasmid und hundert Plasmiden sein. Man kann sie benutzen, um DNA-Sequenzen von einer Zelle auf eine andere zu übertragen. Manche können eine Konjugation (eine vorübergehende Vereinigung von zwei Zellen zum Austausch genetischen Materials) auslösen, andere können während der Konjugation übertragen oder die Übermittlung unbeweglicher Plasmide unterstützen. Plasmide können auch Gene replizieren, Gene von einer Stelle zu einer anderen verschieben und Gene wie die Regulatorgene steuern. Man muß betonen, daß die Aktivität der Plasmide selbst von inneren oder äußeren Bedingungen so gesteuert wird, als hätten sie direkte Kommunikationskanäle mit der Umgebung der Zelle.

Weitere Erkenntnisse vermochten immer noch nicht, diese statischen Annahmen endlich zu überwinden:

- solche über Bakteriophagen, nämlich daß DNA in den Wirt eindringen kann, während der Großteil der Proteine außerhalb bleibt, die genetische Rekombination mit dem Chromosom des Wirts, die genaue Struktur von verschiedenen Phagen, die nicht-infektiöse Replikation von Phagen etc.
- die Befunde von Ryan und Wainwright 1954²⁵⁴, daß genetische Veränderungen nicht nur während der Replikation geschehen können. Sie setzten Bakterien einem nicht-letalen Druck aus, indem sie ihnen Nahrung gaben, die sie nicht verdauen konnten, und nur ganz wenig verdaubare Nährlösung, die zur Replikation der Bakterien nicht ausreichte. Daraufhin beobachteten die Wissenschaftler die Entstehung neuer Mutanten, die die Nahrung verdauen konnten, was auf genetische Veränderungen außerhalb der Replikation hinwies.

In maßgeblichen Wörterbüchern der Genetik wird das Genom auch heute noch einfach als Ansammlung aller Gene definiert, die sich in einem einzelnen Gameten befinden.²⁵⁵

In dieser Situation stellte sich Ben-Jacob „ein neues Bild des Genoms als einer adaptiven kybernetischen Einheit mit Selbstwahrnehmung“ vor. In diesem Bild gehören zum

„... Genom das Chromosom, die ganzen extra-chromosomalen Elemente und die gesamte 'chemische Maschine', beispielsweise die Enzyme, die an der genomischen Aktivität und der Herstellung von Proteinen beteiligt sind. Das neue Bild ist auf den zuvor beschriebenen Erkenntnissen und auf dem gegenwärtigen Wissen über weitere genetische Elemente begründet...“.²⁵⁶

Auch wenn Ryan Veränderungen im Genom nachgewiesen hatte, die nicht während der Replikation geschehen, konnte er nicht zeigen, daß sich die Veränderungen in Zusammenhang mit dem spezifischen Selektionsdruck vollzogen haben. 1984 führte Shapiro an der Universität Chicago ein ähnliches Experiment durch²⁵⁷. Er verwendete jedoch gentechnisch veränderte Bakterien mit einer Deletion, wodurch sie vor der "Verdauung" bestimmter Nährlösungen geschützt waren. Er beobachtete die

²⁵⁴ F. J. Ryan und L. K. Wainwright, Nuclear segregation and the growth of clones of spontaneous mutants of bacteria, *Journal of General Microbiology* 11, 364-379 (1954)

²⁵⁵ Vgl. z.B. R. C. King und W. D. Stanfield, *A Dictionary of Genetics*, Oxford University Press, 4. Auflage: Oxford 1990; F. Joset und J. Guespin-Michel, *Prokaryotic Genetics*, Blackwell Scientific Publishing: London 1993; Wörterbuch der Genetik, Gesellschaft für Genetik, Universität Gießen (<http://www.uni-giessen.de/gfg/deutsch/dic.htm>). Auch im *Umweltlexikon Online* (KATALYSE Institut für angewandte Umweltforschung Köln) finden sich ungenügende Angaben und Definitionen (Stand: 2007), im Falle der Anzahl menschlicher Gene falsche Zahlen (<http://www.umweltlexikon-online.de/fp/archiv/RUBsonstiges/Genom.php>).

²⁵⁶ Ben-Jacob, Klugheit, S. 5. Der Begriff „Selbstwahrnehmung“ ist allerdings anthropomorph und daher mit Vorsicht zu genießen.

²⁵⁷ James A. Shapiro, Observations on the formation of clones containing araB-lacZ cistron fusions, *Molecular Genetics and Genomics* 194, S. 79-90 (1984). Vgl. auch J.A. Shapiro, Natural genetic engineering in evolution, *Genetica* 86, S. 99-111 (1992); Genevieve Maenhaut-Michel und J.A. Shapiro, The roles of starvation and selective substrates in the emergence of araB-lacZ fusion clones, *EMBO Journal* 13, 5229-5239 (1994).

Entstehung korrigierender Mutationen, die es den Bakterien ermöglichten, die Nahrung doch aufzunehmen. Die Mutationen ereigneten sich nicht unmittelbar nach dem Beginn des Selektionsdrucks, d.h. nachdem die Bakterien einer hochgradig ungenießbaren Nahrung ausgesetzt waren, sondern sie setzten mit einer Verzögerung von zwei Tagen ein und traten dann weiter in einer fast kontinuierlichen Rate über mehrere Tage hinweg auf. Daraus leitete die Gruppe um Ben-Jacob dann ihre weiteren Versuchsbedingungen ab.²⁵⁸

1988 zeigten Cairns und Mitarbeiter²⁵⁹ das Spezifische dieser Mutationsereignisse. Eine bestimmte Mutation wird nur dann mit hoher Frequenz auftreten, wenn sie zur Beseitigung des Selektionsdrucks notwendig ist, d.h. während einer Selektion hinsichtlich dieser Mutation und nicht wegen anderer Bedingungen von Streß. Die vorhergehende Selektion, die die bestimmte Mutation auslöst, löst keine anderen Mutationen aus. Daraus schlossen Cairns und Mitarbeiter, daß diese Mutation adaptiv ist, daß also die Bakterien irgendwie mutieren und sich so dem Selektionsdruck anpassen. Diese Experimente und die Schlußfolgerungen aus ihnen lösten eine heftige Diskussion unter Biologen aus und führten zu weiteren Experimenten. Diese widerlegten einige herkömmlichere Interpretationen und wiesen auf die aktive Rolle der Bakterien bei adaptiven Mutationen hin.²⁶⁰

Zu den in diesem Zusammenhang interessantesten Experimenten vor etwa 20 Jahren gehören die von Hall mit zweifachen Mutationen.²⁶¹ Hier wurden zwei Mutationen in zwei Genen benötigt, um das Wachstum der Bakterien zu ermöglichen. Das wichtigste Ergebnis dieser Experimente ist die Verdoppelung der Verzögerungszeit, die der Entstehung der adaptierten Mutanten vorangeht.

Vor 13 Jahren veröffentlichte Experimente von Galitski und Roth²⁶² und Rasicella et al.²⁶³ begannen Ben-Jacobs Hypothese zu bestätigen, daß Bakterien, um adaptive Mutationen sowie andere nicht-zufällige Mutationen auszulösen, kybernetische Elemente – in diesem Fall Plasmide – verwenden, die diese Mutationen von einer Zelle zu einer anderen übertragen. Daher können diese Mutationen als "synchronisierte, autokatalytische und kooperierende genetische Variationen" bezeichnet werden.²⁶⁴

Man weiß jetzt, daß Bakterien den Weg für die uns bekannten Lebensformen bereitet haben und daß sie für dessen weitere Existenz wichtig sind.²⁶⁵ Doch man verstand Bakterien lange nur als einzellige primitive Mikroben oder als Ansammlung von nicht-interagierenden passiven "Bestandteilen". Erst seit einiger Zeit haben die im Hinblick auf Kolonien geprägten Begriffe von ‚intelligenten‘ Bakterien (Ben-Jacob et al.²⁶⁶) und Bakterien als ‚multizelluläre Organismen‘²⁶⁷ Aufmerksamkeit gefunden. Außerdem hatte

²⁵⁸ E. Ben-Jacob, H. Shmueli, O. Shochet und A. Tenenbaum, Adaptive self-organization during growth of bacterial colonies, *Physica A* 187, 378-424 (1992)

²⁵⁹ J. Cairns, J. Overbaugh und S. Miller, The origin of mutants, *Nature* 335, 142-145 (1988)

²⁶⁰ F. L. Foster, Adaptive mutation: The uses of adversity, *Annual Review of Microbiology* 47, 467-504 (1993)

²⁶¹ B. G. Hall, Adaptive evolution that requires multiple spontaneous mutations – mutations involving an insertion sequence, *Genetics* 120, S. 887-897 (1988); B. G. Hall, Adaptive evolution that requires multiple spontaneous mutations – mutations involving base substitutions, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 88, 5882-5886 (1991)

²⁶² T. Galitski und J. R. Roth, Evidence that plasmid transfer replication underlies apparent adaptive mutation, *Science* 268, 421-423 (1995)

²⁶³ J. P. Rasicella, P. U. Park und M. S. Fox, Adaptive mutation in *E. coli*: a role for conjugation, *Science* 268, 418-420 (1995)

²⁶⁴ Ben-Jacob, *Klugheit*, S. 6

²⁶⁵ Bernard Dixon, *Power Unseen: How Microbes Rule the World*, Freeman: New York 1994 (nach Ben-Jacob, a.a.O.)

²⁶⁶ E. Ben-Jacob, I. Cohen und A. Czirók, Smart bacterial colonies: From complex patterns to cooperative evolution, in H. Flyvbjerg, J. Hertz, O.G. Mouritsen und K. Sneppen (Hrsg.) *Physics of Biological Systems: From Molecules to Species*, Lecture Notes in Physics, Springer: Berlin 1997, S. 307-324.

²⁶⁷ J.A. Shapiro, Bacteria as multicellular organisms, *Scientific American* 258, 62-69 (1988); E. Ben-Jacob, A. Tenenbaum, O. Shochet und O. Avidan, Holotransformations of bacterial colonies and genome cybernetics, *Physica A*, 202, 1-47 (1994); E. Ben-Jacob, O. Shochet, A. Tenenbaum, I. Cohen, A. Czirók und T. Vicsek, Communication, regulation and control during complex patterning of bacterial colonies, *Fractals* 2, 15-44 (1994); J. A. Shapiro, The significances of bacterial colony patterns, *BioEssays* 17, 597-607 (1995); E. Ben-

Ben-Jacob neue Erkenntnisse bei der Untersuchung von Musterbildungen in nicht-lebenden Systemen gewonnen.²⁶⁸

Die Erforschung von Diffusionsmustern in nicht-lebenden Systemen ergab, daß das Diffusionsfeld das System in dekorative, unregelmäßige fraktale Formen treibt. Folglich erwartete Ben-Jacob, daß Bakterienkolonien unter Nahrungsstreß komplexe Muster in den Petrischalen entwickeln würden. Durch geringe Mengen von Nahrung und einem festen, verdünnten Substrat mit einer hohen Konzentration an Agar wurden solche ernährungsgestressten Kolonien wachsen gelassen. Tatsächlich wurden einige sehr komplexe Muster beobachtet. Die Kolonien zeigten überdies vielfältigere Verhaltensformen als nicht-lebende Systeme und waren komplexer. Die sich bildenden Kolonienblöcke sind selbst lebendige Systeme, die jeweils ein eigenes „Selbstinteresse“ und interne Freiheitsgrade besitzen. Gleichzeitig erfordert die erfolgreiche Anpassung einer Kolonie an ungünstige Wachstumsbedingungen eine Selbstorganisation auf allen Ebenen, was nur durch kooperatives Verhalten der einzelnen Zellen erreicht werden kann. Man kann dies als die Aktion eines einzigartigen Wechselspiels zwischen der Mikroebene (der einzelnen Zelle) und der Makroebene (der Kolonie) durch die Bestimmung des entstehenden Musters betrachten.

Um die erforderliche Kooperationsebene zu erlangen, haben Bakterien vielfältige Kommunikationsmöglichkeiten entwickelt, beispielsweise 1) direkte physikalische und chemische Interaktionen zwischen Zellen²⁶⁹, 2) indirekte physikalische und chemische Interaktionen wie die Herstellung einer extrazellulären "einweichenden" Flüssigkeit²⁷⁰, 3) weitreichende chemische Signale wie eine Abstimmung der ‚Wahrnehmung‘ durch Mehrheitsentscheid (quorum sensing)²⁷¹ und 4) chemotaktische Signale, also chemotaktische Reaktionen auf chemische Agenten, die von den Zellen abgesondert werden.²⁷²

Jacob, I. Cohen, O. Shochet, I. Aranson, H. Levine und L. Tsimring, Complex bacterial patterns, *Nature* 373, 566-567 (1995); E. Ben-Jacob, O. Shochet, A. Tenenbaum, I. Cohen, A. Czirók, und T. Vicsek, Cooperative strategies in formation of complex bacterial patterns, *Fractals* 3, 849-868 (1995); J. A. Shapiro und M. Dworkin (Hg.) *Bacteria as Multicellular Organisms*, Oxford University Press: New York 1997; E. Ben-Jacob, I. Cohen, A. Czirók, T. Vicsek und D. L. Gutnick, Chemomodulation of cellular movement, collective formation of vortices by swarming bacteria, and colonial development, *Physica A* 238, 181-197 (1997).

²⁶⁸ E. Ben-Jacob und P. Garick, The formation of patterns in non-equilibrium growth, *Nature* 143, 523-530 (1990); E. Ben-Jacob, From snowflake formation to the growth of bacterial colonies, part I: Diffuse patterning in non-living systems, *Contemporary Physics* 34, 247-273 (1993); E. Ben-Jacob, From snowflake formation to the growth of bacterial colonies, part II: Cooperative formation of complex colonial patterns, *Contemporary Physics* 38, 205-241 (1997).

²⁶⁹ N. H. Mendelson, Helical macrofibers: morphogenesis of a bacterial multicellular macroorganism, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 75, 2478-2482 (1978); P. Devreotes, *Dictyostelium discoideum*: a model system for cell-cell interactions in development, *Science* 245, 1054-1058 (1989).

²⁷⁰ T. Matsuyama, K. Kaneda, Y. Nakagawa, K. Isa, H. Hara-Hotta und I. Yano, A novel extracellular cyclic lipopeptide which promotes flagellum-dependent and -independent spreading growth of *Serratia marcescens*, *Journal of Bacteriology* 174, S. 1769-1776 (1992); R. M. Harshey, Bees aren't the only ones: swarming in gram-negative bacteria, *Molecular Microbiology* 13, 389-394 (1994); E. Bonabeau, M. Dorigo und G. Theraulaz, *Swarm Intelligence: from Natural to Artificial Systems*, Oxford Univ. Press: New York 1999. Daß dieser "Schwarmeffect" heute schon populär geworden ist, kann man daran erkennen, daß sich mindestens zwei große Romane mit dem Sujet befassen, einmal dem der Nanotechnologie und einmal der Meeresbiologie (Michael Crichton, *Beute*, München 2002; Frank Schätzing, *Der Schwarm*, Köln 2004). Und interessant ist die Tatsache, daß die amerikanische Organisation der Elektroingenieure und Elektroniker (IEEE = ITripleE = Institute of Electric and Electronic Engineers) im Jahre 2005 zu einem Symposium über dieses Thema in Pasadena, CA, USA aufgerufen hatten (*IEEE Swarm Intelligence Symposium Pasadena, CA*). Das IEEE ist für USA eine Art Normeninstitut auf ihrem Sektor mit nicht unbeträchtlichen Auswirkungen auf den Rest der Welt (ROW = rest of the world ist eine geläufige und seriös gemeinte Abkürzung in den USA).

²⁷¹ W. C. Fuqua, S. C. Winans und E. P. Greenberg, Quorum sensing in bacteria: the LuxR-LuxI family of cell density-responsive transcriptional regulators, *Journal of Bacteriology* 176, 269-275 (1994); A. Latifi, M. K. Winson, M. Foglioni et al., Multiple homologues of LuxR and LuxI control expression of virulence determinants and secondary metabolites through quorum sensing in *Pseudomonas aeruginosa* PAO1, *Molecular Microbiology* 17, 333-343 (1995).

²⁷² E. O. Budrene und H. C. Berg, Complex patterns formed by motile cells of *Escherichia coli*, *Nature* 349, 630-633 (1991); Y. Blat und M. Eisenbach, Tar-dependent and -independent pattern formation by salmon, *Journal of Bacteriology* 177, 1683-1691 (1995); E. O. Budrene und H. C. Berg, Dynamics of formation of symmetrical patterns by chemotactic bacteria, *Nature* 376, 49-53 (1995).

Die Kommunikation, Steuerung und Kontrolle der Kolonie bei der Bildung von komplexen Mustern während ihrer Entwicklung rechtfertigten den Begriff von „intelligenten Bakterien“, wobei intelligent im schwachen Sinn verstanden werden müsse, meint Ben-Jacob. So machte er sich daran, eine adaptive Morphogenese der Kolonie, d.h. vererbte morphologische Eigenschaften, bewirkt durch Umweltstress, zu demonstrieren.

Das neue Selektionsprinzip, das von Ben-Jacob und Garik²⁷³ entwickelt wurde, sollte die "am schnellsten wachsende Morphologie" sein. Ihre Arbeitshypothese war, daß Veränderungen eines Morphotyps (einer zunächst geometrischen, vererbten Eigenschaft einer Kolonie, die von einem einzelnen Bakterium transportiert werden kann) zu erwarten sind, die sich langsam zu einer sich schneller entwickelnden entfaltet. Das bedeutet, daß die Kolonie, die sich schneller auf der Agar-Oberfläche verbreiten kann, einen Vorteil bei der Nahrungsaufnahme besitzt. Zwischen zwei der Morphotypen wurden Veränderungen identifiziert: die an der Spitze auseinanderechenden T - und die chiralen C - Morphotypen (Abb. 24). Eine ‚normal‘ wachsende Bakterienkolonie ohne Nahrungseinschränkung ist in Abb. 23 für *Escherichia coli* dargestellt.

Wie erwartet, beobachtete die Arbeitsgruppe $T \rightarrow C$ - Transformationen auf einer weichen Oberfläche, auf der C schneller wächst, während bei den umgekehrten $C \rightarrow T$ -Transformationen T die schnellere Transformation auf einer harten Oberfläche ist. Da die Wachstumsgeschwindigkeit eine Eigenschaft der Kolonie ist, weisen die Beobachtungen darauf hin, daß irgendein Selektionsdruck auf die Kolonie bestehen muß. So könnte man evtl. das Selektionsprinzip der "am schnellsten wachsenden Morphologie" auf lebendige Systeme ausdehnen.

Wie kann man sich aber die Informationsübertragung vorstellen? Die Gruppe stand jetzt zwei Rätseln gegenüber. Ein Rätsel war der Mechanismus, wie der Druck auf die Kolonie zum einzelnen Bakterium hinunterreichen und eine genetische Veränderung in den individuellen Zellen bewirken kann, so daß eine Transformation vom T - zum C -Typ vor sich geht. Ein damit verbundenes Rätsel hat mit der morphotypischen Anhäufung zu tun. Nur wenige Zellen des C -Morphotyps, die zwischen T -Zellen in einer T -Kolonie verstreut sind, haben keinen individuellen Vorteil und keinen Einfluß auf die Struktur der Kolonie, auch wenn sie auf einem weichen Substrat wachsen, das für den C -Morphotypus günstig ist. Nur eine limitierte Keimbildung der C -Zellen ist vorteilhaft, da dies zu einer plötzlichen Anhäufung des bevorzugten Morphotyps führt, ähnlich wie bei Phasenübergängen vom flüssigen zum festen Zustand in leblosen Systemen, z.B. bei der Kristallisation. Das Rätsel war hier, wie eine limitierte Keimbildung abläuft. Eine mögliche Erklärung wären autokatalytische oder synchronisierte genetische Veränderungen.

Aufgrund der Veränderung der Morphotypen wurde eine neue kybernetische Grundlage vorgeschlagen. Diese basiert auch auf den oben erwähnten Befunden über ‚genetische Agenten‘ wie Plasmide, Transposonen, Phagen und andere.

In dem neuen Bild kennzeichnet die Forschungsgruppe Agenten, deren Funktion durch Holoparameter, d.h. durch Parameter der Kolonie wie Wachstumskinetik, Zelldichte, Konzentration der Stoffwechselprodukte, Größe des Hungers etc. gesteuert werden, als „Kybernatoren“. Ein Agent muß dabei nicht notwendigerweise ein bestimmtes einzelnes Makromolekül sein, sondern es kann auch eine Kombination von Einheiten oder selbst eine kollektive Stimulation des Genoms sein, das eine bestimmte Funktion ausführt. Allgemein sollte man einen Agenten als eine konzeptuelle Einheit betrachten, auch wenn er im Besonderen ein Makromolekül oder eine Ansammlung von Molekülen sein könnte.

Entscheidend ist, daß ein „Kybernator“ Veränderungen in der Aktivität und der Struktur des Genoms bewirken kann, der einzelne Zellen so beeinflußt, daß es der ganzen Kolonie nützt. Folglich verfügen die Bakterien über eine kybernetische Möglichkeit, drei Ebenen der Interaktion zu steuern: die Ebenen des „Kybernatoren“, der Zelle und der Kolonie.

²⁷³ Ben-Jacob und Garik, Formation of patterns, siehe Anm. 268.

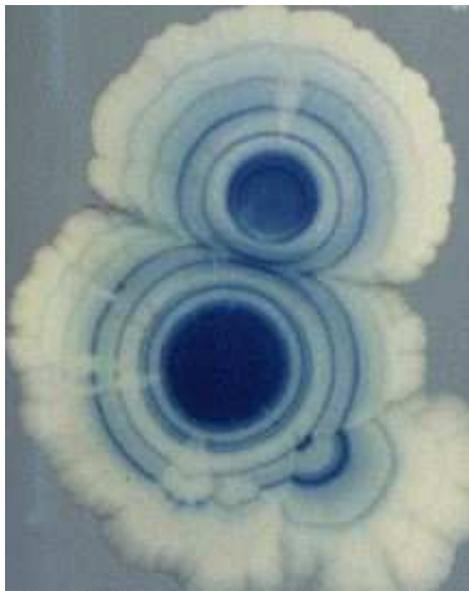


Abb. 23 ‚Normal‘ wachsende *E. Coli*-Kolonie

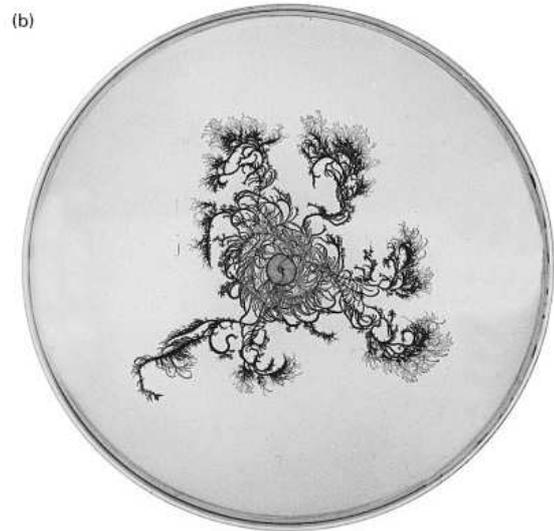
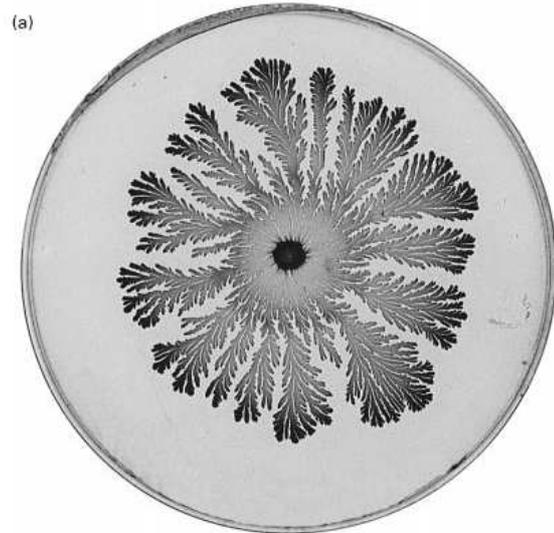


Abb. 24 (a) Verzweigtes Wachstum einer Kolonie von *Paenibacillus dendritiformis* bei 0.5 g/l Pepton und 1.75 % Agar-Konzentration (τ -Morphotyp)
(b) Chirales Wachstum von *Paenibacillus dendritiformis* var. *chiralis* bei 2.5 g/l Pepton und 1.25 % Agar-Konzentration (c -Morphotyp)²⁷⁴

Das "Interesse" des Kybernetors untersteht dem "Zweck" der Kolonie, indem es das Genom der einzelnen Zelle neu ausrichtet. Der Kybernetor stellt einen einzigen Rückkopplungsmechanismus zur Verfügung, während die Kolonie diesen benutzt, um Veränderungen in der einzelnen Zelle zu bewirken, was daher zu einer konsistenten adaptiven Selbstorganisation der Kolonie führt.

Damit sind wir wieder im Bereich des Epigenoms und Umwelteinflüssen, die eine Selektion des Morphotyps hervorrufen. Diese Art von Adaptation ist von der phänotypischen unterschieden, insofern als sie eine kooperative, genomische Adaptation darstellt. Der Vorteil einer solchen ist wahrscheinlich bei schwerwiegenden, aber weniger

²⁷⁴ Eshel Ben-Jacob, Inon Cohen, Ido Golding und Yonathan Kozlovsky, Modeling Branching and Chiral Colonial Patterning of Lubricating Bacteria, Proceedings of the IMA Workshop *Pattern Formation and Morphogenesis* 1998, 24. Januar 1999, S. 4

häufig vorkommenden Veränderungen der Umweltbedingungen zu sehen, z.B. beim Unterschied von weichen und festen Böden während verschiedener Jahreszeiten.

Wenn ein Potential zur genomischen Adaptation also vorhanden ist, dann bedeutet dies, daß es vom Genom irgendwann im Laufe der Evolutionsgeschichte erworben wurde. Das Genom hat diese Eigenschaft gewissermaßen „erlernt“, die Eigenschaft ist nicht aus der klassischen, darwinistischen Evolution hervorgegangen. Dazu müssen die folgenden Bedingungen für die Bakterien gegeben sein:

- ❖ verschiedene Zyklen sich ändernder Umweltbedingungen, z.B. trockener und feuchter Boden;
- ❖ gespeicherte Information über frühere Umweltbedingungen;
- ❖ Selbstinformation: Information über vergangene und existierende Fähigkeiten;
- ❖ Mittel, damit das Genom Schwierigkeiten erkennen sowie Probleme und Problemlösungen in Übereinstimmung mit den gesammelten und verarbeiteten Informationen über innere und äußere Bedingungen formulieren kann, wozu auch der Zustand anderer Bakterien gehört;
- ❖ kybernetische Kapazität: Mittel, damit sich das Genom selbst im Hinblick auf die Lösung von Problemen verändern kann, was von der Neuorganisation und Neustrukturierung, z.B. durch An- oder Ausschalten, Replikation oder Verschiebung von Genen, bis hin zur aktuellen Verbindung neuer Sequenzen reichen kann.

Es gibt, wie schon dargelegt wurde, ein umfangreiches Wissen über die Struktur und die Funktionen der extra-chromosomalen Elemente im Genom, des Epigenoms. Mit der Einführung der neuen Begrifflichkeit der „Kybernatoren“ will Ben-Jacob die neue Interpretation ihrer Rolle als der kybernetischen Kapazität des Genoms hervorheben.

Man weiß, daß das Genom sich selbst verändern kann. Diese Veränderungen sind weder zufällig noch automatisch, sondern von der Umwelt geformt. Vielfach sind solche Fähigkeiten als „Rechenkapazitäten“ bezeichnet und mit Computer Hard- und Software verglichen worden. So behauptete z.B. Shapiro²⁷⁵, daß sich "Genome als komplexe interaktive Informationssysteme, die in vieler Weise mit denen eines Computers zu vergleichen sind", denken lassen.

Aber das Genom als adaptive kybernetische Einheit geht sogar weit über eine universelle Turingmaschine²⁷⁶ hinaus. Metaphorisch gesagt, stellt das Genom einen Benutzer mit einer Recheneinheit und einen Hardware-Ingenieur mit einem Team von Technikern zur kontinuierlichen Gestaltung und Verwirklichung von Änderungen in der Hardware dar. Ein derart komplexes System geht tatsächlich über eine universelle Turingmaschine hinaus, deren Struktur statisch und vom Input/Output sowie dem Rechenprozeß abgetrennt ist. Das Genom ist eine dynamische Entität und seine Struktur paßt sich den ausgeführten Berechnungen an, was voraussetzt, daß das Genom über Selbstbezüglichkeit, Information über sich selbst und, ganz entscheidend, ‚Selbstwahrnehmung‘ verfügt. Der

²⁷⁵ J. A. Shapiro, Natural genetic engineering in evolution, *Genetica* 86, 99–111 (1992)

²⁷⁶ H. T. Siegelmann, Computation beyond the Turing Machine, *Science* 268, 545-548 (1995). Als Turing-Maschine wird ein abstraktes Modell bezeichnet, das von dem britischen Mathematiker *Alan Mathison Turing (1912-1954)* 1936 entwickelt wurde, um eine Klasse berechenbarer Funktionen zu bilden. Dieses grundlegende Konzept der Informatik hat die Eigenart, daß die Maschine mit nur drei Operationen (Lesen, Schreiben und Kopf bewegen) die Probleme lösen kann, die prinzipiell auch von einem Computer gelöst werden könnten. Sämtliche mathematische Grundfunktionen wie Addition und Multiplikation lassen sich mit diesen drei Operationen simulieren. Darauf aufbauend kann man schließlich komplexere Programme simulieren. Es gibt jedoch derart komplexe, mathematische Funktionen, die von einer Turing-Maschine nicht berechnet werden können, ergo können sie auch von Menschen nicht berechnet werden. (Interessante links auf der Wikipedia-Seite „Turing-Maschine“).

Benutzer stellt die Möglichkeit zu erkennen dar, daß er mit einer von der Umwelt stammenden Schwierigkeit konfrontiert ist, daß er das Problem in Übereinstimmung mit dem Problem formulieren und die Suche nach einer Lösung einleiten kann. Dabei benutzt das Genom, wie schon erwähnt, seine vergangenen Erfahrungen. Der Benutzer stellt auch die Möglichkeit des Genoms dar, das Ergebnis seiner Berechnungen zu interpretieren, diesem eine Bedeutung zuzuweisen und es mit seiner Interpretation der Umweltbedingungen zu vergleichen.

Es gibt zwei Formen genomischer Veränderung: horizontale Veränderungen und vertikale Sprünge. Das einzelne Genom kann nur horizontale Veränderungen ausführen, aber keine vertikalen Sprünge. Nur ein genomisches Netzwerk vermag einen vertikalen Sprung auszuführen, der ein kreatives Ereignis darstellt.

Genetische Änderungen, die den Organismus eine Stufe höher auf der evolutionären Leiter steigen lassen, stellen "vertikale genomische Sprünge" dar, die Übergänge von einem Feld zu einem anderen sind. Die Sporenbildung ermöglicht den Bakterien das Überleben in ansonsten tödlichen Umweltbedingungen. Die kollektiv getroffene "Entscheidung", Sporen zu bilden, basiert auf der Voraussage, daß die Umweltbedingungen letal werden. Die Notwendigkeit, aus tödlichen Umweltbedingungen zu lernen, könnte das Paradox gewesen sein, das die Bakterien dazu gebracht hat, einen vertikalen Sprung auszuführen.

Könnte es sein, daß die einfacheren horizontalen Veränderungen das Ergebnis von gestalteten Veränderungen und die für die Evolution wichtigeren vertikalen Sprünge das Ergebnis von zufälligen Fehlern ist? Das Dilemma löst sich erst auf, wenn man ein kooperatives Verhalten zugrundelegt.

Einmal angenommen, man wollte einen neuen, fortgeschritteneren Computer für eine bestimmte Aufgabe entwickeln, dann wäre die beste Strategie, ein Netzwerk von Computern aufzubauen, das die Entwicklung übernimmt. Selbst wenn jeder einzelne Computer nicht so leistungsfähig ist wie der neue Computer, kann ein Netzwerk dieser Computer im Prinzip jenem überlegen sein. So wurde beispielsweise Intel486 entwickelt: man setzte ein Netzwerk von Intel386-Prozessoren ein, um die gestellten Aufgaben zu erfüllen.

Aber zurück zu den Bakterien. Man weiß, daß in einer Kolonie unter Stress einige Bakterien in der Lage sind, ihre Membranen für genetisches Material durchlässiger zu machen, während andere sich auflösen, aufbrechen und ihr genetisches Material im Medium hinterlassen. Überdies werden direkte genetische Verbindungen zwischen Bakterien durch Konjugation oder Transduktion gebildet. Ben-Jacob behauptet nun, daß diese Eigenschaften darauf hinweisen, daß die gestresste Kolonie zu einem genetischen Netzwerk wird, das die höchste Stufe der Kooperation der Kolonie darstellt und nennt es ein "genomisches Netz"; das Netzwerk besteht aus Agenten, wobei jedes Genom selbst ein kybernetischer Agent ist. Er behauptet ferner, daß die Bakterien zur Herstellung eines genomischen Netzwerks bestimmte Kybernatoren erzeugen oder aktivieren, die eine leistungsstarke und komplizierte genomische Kommunikation fördern. Wenn ein genomisches Netzwerk einmal gebildet wurde, ist es gegenüber dem einzelnen Genom ein "Metageist". Daher ist ein Paradox für ein einzelnes Genom für das Netz auflösbar. Das Netz, das komplexer als das einzelne Genom ist, kann im Verhältnis zu den Ausgangsgenomen ein neues und leistungsfähigeres Genom entwickeln und bauen, d.h. einen vertikalen genomischen Sprung ausführen. Einen solchen Sprung beschreibt man am besten als kooperative Selbstverbesserung oder als kooperative Evolution.²⁷⁷

Das Genom kann prinzipiell aus eigener Kraft Probleme lösen, aber kooperativ ist es effizienter. Daher nimmt Ben-Jacob an, daß genomische Netze auch zur Problemlösung taugen. Je größer das Problem, desto leistungstärker wird das genomische Netz

²⁷⁷ Ben-Jacob, Klugheit, S. 13 f.

gebildet. Dies sollten ausreichende Beweise dafür sein, daß eine adaptive Mutagenese die Kooperation von Bakterien erfordert.

Aber eine konzeptionelle Schwierigkeit ist noch ungelöst: man sollte erwarten, daß die Kolonien neuer Bakterien, die aus einem vertikalen Sprung entstehen, fortgeschrittener als Kolonien der ursprünglichen Bakterien sind. Das wird auch der Fall sein, aber sie sind nicht komplexer geworden, nur in *bestimmten* Eigenschaften verbessert. Man muß annehmen, daß erst die genetische Kommunikation zwischen vielen Kolonien derselben Bakterien oder einer Anzahl unterschiedlicher Bakterien für die Bildung eines vertikalen Sprungs auf der Ebene der Kolonie erforderlich ist.

Auch hat Ben-Jacob viele mögliche praktische und philosophische Implikationen aufgezeigt, die sich aus dieser Vorstellung ergeben. Beispielsweise gewinnen offenbar die Bakterien gegenwärtig den Kampf, den wir mit Antibiotika gegen sie führen, indem sie so schnell oder schneller resistent werden als wir Medikamente entwickeln. Um sie zu überlisten, müssen wir erkennen, wie "klug" sie sind, und dementsprechend neue Strategien der Behandlung entwickeln. Wenn die Stärke der Bakterien in der Kommunikation und Kooperation der Kolonie liegt, dann bestünde eine Möglichkeit darin, ihre Kommunikation auszuschalten oder durcheinanderzubringen, anstatt Bakterien einzeln lahmzulegen.

Ben-Jacob glaubt, daß die Idee der Entstehung eines kreativen Netzes unter der Bedingung von Streß universell ist. Er glaubt auch, daß Eukaryonten nicht im Laufe ihrer Evolution von den Prokaryonten herkommend die Möglichkeit der genetischen Kommunikation verloren haben und daß Kolonien von einzelligen Eukaryonten unter Streß auf ganz ähnliche Weise wie Bakterien genetische Netzwerke aufbauen können. Einige Hinweise darauf gibt es durch Beobachtungen der adaptiven Mutagenese bei Hefen.

Bei multizellulären Eukaryonten ist von einem kontinuierlichen Austausch genetischer Information zwischen den Zellen auszugehen. Es gibt einzelne Erkenntnisfragmente, die, sofern man sie zusammenfügt, ein Bild genetischer Kommunikation bei multizellulären Organismen unterstützen. Doch solange eine richtige Theorie fehlt, werden manche dieser Erkenntnisse als bedeutungslos beiseitegeschoben und andere unabhängig voneinander untersucht. Sie wurden niemals zusammengebracht und als Bestandteile eines Bildes betrachtet.

Dabei liegen schon aus den 1970er Jahren Berichte über zirkulierende Nukleinsäuren in höheren Organismen²⁷⁸ vor, und aus den 1960er sowie 1970er Jahren über freigesetzte DNA-Segmente von Eukaryontenzellen.²⁷⁹ Diesen Beobachtungen stand man sehr skeptisch gegenüber und man hat sie nie mehr überprüft, da sie nicht für wichtig gehalten wurden.²⁸⁰

Man weiß, daß Krebszellen genetisches Material ausstoßen können, das andere Zellen zu Krebszellen werden läßt. Das ist eindeutig ein Fall der Übertragung genetischer Information zwischen Zellen. Ein weiteres, noch gar nicht so lange untersuchtes Phänomen einer derartigen Übertragung ist der programmierte Zelltod, die Apoptose. Man weiß, daß dieses gezielte ‚Absterben‘ von Zellen sehr kompliziert ist und daß dabei ein Umbau der DNA in einzelne Einheiten stattfindet, die im Blut abgelegt werden, wenn die Zelle stirbt.

²⁷⁸ M. Stroun, P. Anker, P. Maurice und P. B. Gahan, Circulating Nucleic Acids in Higher Organisms, International Review of Cytology 51, 1-48 (1977)

²⁷⁹ L. Ledoux (Hrsg.) Informative Molecules in Biological Systems, North-Holland Publ.: Amsterdam 1971; A. Bendich, T. Wilczok, und E. Borenfreund, Circulating DNA as a possible factor in oncogenesis, Science 148, 374-376 (1965); R. A. Roosa und E. Bailey, DNA-mediated transformation of mammalian cells in culture. Increased transforming efficiency following sonication, Journal of Cellular Physiology 75, 137-150 (1970); Beven L. Reid und P. M. Blackwell, Studies on an extracellular coat of mammalian sperm with reference to its DNA content, Acta Europaea Fertilitatis 3, 193-204 (1972)

²⁸⁰ Ben-Jacob, Klugheit, S. 14 f.

Wenn es in Eukaryonten tatsächlich genetische Kommunikation gibt, dann kann der Zustand eines Eukaryonten direkt genetische Veränderungen seiner einzelnen Zellen auf dieselbe Weise bewirken, wie der Zustand der Kolonie zu genetischen Änderungen im einzelnen Bakterium führt. Wahrscheinlich gibt es für eine effektive Steuerung ein besonderes Feedback von der Makro- zur Mikroebene. Möglicherweise gibt es Zellen, die darauf spezialisiert sind, ‚Kybernatoren‘ herzustellen, die auf Keimzellen einwirken und so einen einleuchtenden Mechanismus für geplante Veränderungen in Eukaryonten bereitstellen. Diese Veränderungen entstehen durch kreative Reaktionen der genomischen Netze, die innerhalb des Organismus existieren.

Eine Ansammlung von Eukaryonten kann ein Netz bilden, dessen grundlegendes Element der einzelne Eukaryont ist. Jedes Kommunikationsmittel zwischen den Organismen, das den Zustand des Organismus beeinflussen kann, wirkt sich indirekt auf die genetische Ebene jedes einzelnen Organismus aus. Deshalb kann ein genetisches Netz von Eukaryonten gebildet werden.

Es gibt vermutlich eine enge Verbindung zwischen den genetischen Netzen verschiedener Arten, die funktional zusammenhängen. Diese Verbindung führt zu genetischen Veränderungen, die von einem Netz zu einem anderen überspringen, was einen plausiblen Mechanismus für die beobachteten erdrutschartigen Evolutionsprozesse darstellen kann.²⁸¹

Zum Schluß dieses Kapitels nun noch einige Anmerkungen zur Rolle der Viren in der Evolution.

Viren können nicht die allerfrühesten Lebensformen gewesen sein, weil sie ja eigentlich gar nicht „leben“, sie haben keinen eigenen Stoffwechsel, sie müssen den genetischen Apparat einer Wirtszelle benutzen, um sich selbst zu replizieren. Die kleinsten Viren sind sog. Viroide, die Pflanzen befallen. Sie haben meist keine Proteinhülle, sind sozusagen „nackte“ Nucleinsäuremoleküle und zwar ringförmig geschlossen. Da sie, wie gesagt, einen Wirt zur Vermehrung benötigen, spielen sie zwar für die Evolution der jeweiligen Wirtssysteme eine Rolle, sind aber nicht als „genetisches Urmaterial“ anzusehen.²⁸² „Die Wirte kamen zuerst, die Parasiten sind Spezialisten. Dies gilt für alle Parasiten.“²⁸³ Die These, sie seien Bruchstücke, die aus Zellen wieder ausgeschieden wurden, ist nicht so plausibel wie diejenige, daß sie Überbleibsel der frühesten replizierenden Systeme sein könnten. Während für das Schicksal der Bakterien die sogenannte Symbiontentheorie aufgestellt wurde, ist die Evolution der Viren noch ein verhältnismäßig junges Teilgebiet, das sich gleichwohl stürmisch entwickelt, denn hier sind zahlreiche Experimente möglich und auch schon durchgeführt worden.

Der Mikrobiologe F.R.J. Schmidt (Universität Kassel) meint, daß die heutigen Viren als „entartete“ Plasmide²⁸⁴ angesehen werden müssen; die meisten heutigen Organismengenome weisen eine Vielzahl solcher DNA-Abschnitte auf, die sich wie Plasmide durch Abspaltung chromosomaler Sequenzen zu selbstreplizierenden, extrachromosomalen genetischen Einheiten entwickeln und keinen eigenen Stoffwechsel betreiben.²⁸⁵

Aber selbst im Jahr 2005 müssen Biochemiker und Mediziner über die evolutionären Kenntnisse der Viren noch feststellen:

²⁸¹ E. Szathmáry und John Maynard Smith, The major evolutionary transitions, Nature 374, 227-232 (1995)

²⁸² Friedrich R.J. Schmidt, Die Evolution der Mikroorganismen, in Michael Festerding (Hrsg.) Auf den Spuren der Evolution. Vom Urknall zum Menschen, Edition Archaea: Gelsenkirchen 1999, S. 81-100, hier: S. 85.

²⁸³ Ibd.

²⁸⁴ Zur Funktion von Plasmiden siehe oben, S. 76f. Weitere Informationen in Wikipedia, Stichwort „Plasmid“ (Aufruf am 13. Juli 2009).

²⁸⁵ Schmidt, ibd.

„Our knowledge concerning their origin is lost in a sea of conjecture and speculations, hardly supported at all with precise scientific evidences. For example, viruses have never been detected as fossil particles, probably because they are too small and too fragile to succumb to fossilization processes. Even in fossilized biological materials such as plant leaves or insects in amber, preserved nucleic acid sequences of viruses have never been detected. Hence, evolutionists are limited in their ability to precisely reconstruct an evolutionary history of viruses.“²⁸⁶

Diese Arbeitsgruppe in Serbien/Montenegro schlägt recht originell vor, die Rolle der Viren in der Evolution u.a. als „biologische Waffe“ gegenüber Konkurrenten und Räubern anzusehen.

Sie schlagen drei Hypothesen über den Ursprung der Viren vor:

„The first hypothesis is the so-called theory of ‘regressive evolution’, which proposes that viruses descend from free-living and more complex parasites. According to this theory, ancestral viruses developed a growing dependence on host-cell intracellular ‘machinery’ through evolutionary time, while retaining the ability to auto-replicate, like mitochondria that have their own genetic information and replicate on their own.“²⁸⁷ The second hypothesis is the so-called theory of ‘cell origin’, which assumes that viruses reflect their origin from cell DNA and/or messenger RNA, which acquired the ability to auto-replicate, create extracellular virions, exist and function independently. Finally, there is the theory of ‘independent’ or ‘parallel’ evolution of viruses and other organisms, which assumes that viruses appeared at the same time as the most primitive organisms.“²⁸⁸

Verschiedene Faktoren für einen positiven Selektionsdruck könnten eine wichtige Rolle in der Entwicklung und der evolutionären, symbiotischen „Verlinkung“ (Konservierung) mit dem Genom und dessen „Instabilität“ gespielt haben, welche wahrscheinlich verantwortlich ist für Fähigkeit der Zelle, *de novo* gebildete Viren zu erzeugen:

- die wahrscheinliche horizontale und vertikale Verbreitung von ganzen Genblöcken und ihre Inkorporation in das Zellgenom neuer Wirte;

²⁸⁶ Ivan Bubanovic, Stevo Najman und Zlatibor Andjelkovic, Origin and evolution of viruses: Escaped DNA/RNA sequences as evolutionary accelerators and natural biological weapons, *Medical Hypotheses* 65, 868–872 (2005); doi:10.1016/j.mehy.2005.05.038.

²⁸⁷ Siehe C. Desjardins, J.A. Eisen und V. Nene, New evolutionary frontiers from unusual virus genomes, *Genome Biology* 6, 212–3 (2005); Lynn Margulis. *Symbiotic Planet: A New Look at Evolution*, Basic Books: 2000; L. Margulis und Dorion Sagan, *What is life?* University of California Press: 2000. Über Lynn Margulis (*1938), Professorin für Biologie und engagierte Vertreterin der Endosymbiontentheorie an der Boston University, siehe *New World Encyclopedia*, Stichwort „Lynn Margulis“ (Aufruf am 13. Juli 2009). Die Endosymbiontentheorie wurde zuerst von dem russischen Botaniker Konstantin Mereschkowsky 1905 artikuliert. Mereschkowsky war wiederum mit den Arbeiten des deutschen Botanikers Andreas Schimper vertraut, der 1883 beobachtet hatte, daß Chloroplasten in grünen Pflanzen denen der frei-existierenden, sogenannten Blaualgen, welche jedoch Cyanobakterien sind, annähernd gleichen und der, noch zögernd, in einer Fußnote vorgeschlagen hatte, daß Grünpflanzen aus einer symbiotischen Vereinigung von zwei Organismen hervorgegangen seien (Andreas Franz Wilhelm Schimper, *Über die Entwicklung der Chlorophyllkörner und Farbkörper*, *Botanische Zeitung* 41, 105-120, 121-131 und 137-160 [1883]). Ivan Wallin dehnte dann diese Idee auf den endosymbiotischen Ursprung der Mitochondrien in den 1920er Jahren aus (I.E. Wallin, *The Mitochondria Problem*, *The American Naturalist* 57, 255-261 [1923]; I.E. Wallin, *On the nature of mitochondria. IX. Demonstration of the bacterial nature of mitochondria*, *American Journal of Anatomy* 36, 131-149 [1925]). Diese Theorien waren zunächst zurückgewiesen oder ignoriert worden; Margulis berichtet in ihren Büchern, man habe den amerikanischen Biologen Ivan Wallin aus Colorado regelrecht „niedergebrüllt“. Detaillierte elektronenmikroskopische Vergleiche zwischen Cyanobakterien und Chloroplasten (z.B. Studien von Hans Ris [H. Ris und R.N. Singh, *Electron Microscope Study on Green-Algae*, *Journal of Biophysical and Biochemical Cytology* 9, 63-80 (1961)]), zusammen mit der Entdeckung, daß Plastide und Mitochondrien eigene DNA enthalten (C. R. Stocking und Ernest M. Gifford, *Incorporation of thymidine into chloroplasts of Spirogyra*, *Biophysical and Biochemical Research Communications* 1, 159 [1959]), führten dann zu einer Wiederaufnahme dieser Idee in den 1960er Jahren (*New World of Encyclopedia*, ebd.). Cyanobakterien sind in den noch heute wachsenden „Stromatolithen“ enthalten und damit die ältesten Fossilien auf der Erde; sie sind etwa 3.5 Milliarden Jahre alt, werden von Ureinwohnern Australiens „lebende Felsen“ genannt und finden sich u.a. auch in Israel, Südafrika und China. Wahrscheinlich waren sie die ersten Produzenten von freiem, gasförmigen Sauerstoff, wobei die Dauer des danach einsetzenden, von den Geologen so genannten „Great Oxidation Event“ auf etwa 3 Millionen Jahre geschätzt wird. In dieser Zeit hat mit dem Anstieg des Sauerstoffgehaltes in der Atmosphäre (vgl. Abb. 18) eine äußerst rasante Entwicklung von Lebensformen stattgefunden.

²⁸⁸ Bubanovic et al. (2005), S. 869

- die Möglichkeit der Beschleunigung evolutionärer Prozesse, die zu einer schnellen Diversifizierung von Spezies und gelegentlich schnellere und bessere Anpassung an Umweltbedingungen geführt haben könnten;
- die Möglichkeit, daß *de novo* entstandene Viren als natürliche biologische Waffen gegen Räuber und/oder konkurrierende Spezies wirkten.

Es gibt eine Anzahl komplexer, molekularer Lebensformen, die die Grenzen zwischen Zellen und Viren verwischen. Auch sind Stücke von selbst-replizierendem, genetischen Material in Bakterien gefunden worden, z.B. Episome, die unabhängig von deren Wirt evolviert sind und von einem Wirt zum anderen wandern können – jedoch genetische Information darstellen, die entweder toxisch oder gutartig, auf jeden Fall aber essentiell für ihren Wirt sind. Im Fall einer gutartigen Rolle der Episomen wären viele Bakterien einigermaßen unfähig, sich ohne diese selbst zu reproduzieren.²⁸⁹

Episome sind, in vieler Hinsicht, Viren ziemlich ähnlich – außer, daß sie sich nur reproduzieren, wenn ihr Wirt dies auch tut, während Viren sich selbst hundertfach reproduzieren und Krankheiten hervorrufen, indem die Wirtszellen zerstört werden. Folgt man diesem Gedankengang, dann haben sich Viren wahrscheinlich mit ihren Wirten koevolviert, ähnlich „guten Parasiten“. Eine gibt eine Menge Anzeichen für diese Idee, speziell aus Studien über Viren wie Papilloma, endogene Retrovirus-ähnliche Sequenzen in Tiergenomen und über Herpes Viren. Z.B. wurden die Divergenzen von Primaten und Vögeln im Verhältnis zu Hühnern dadurch rückverfolgt, dass sie mit den Typen und Sequenzen der retroviral-abgeleiteten Sequenzen in ihren Genomen verglichen wurden. Wiederholt wurde auch gezeigt, daß die engsten Verwandten von humanen Papillomaviren-Typen ganz bestimmte Gewebetypen infizieren (z.B. cutane Warzentypen, genitale Schleimhauttypen); solche Viren infizieren die gleichen Gewebearten in anderen Primaten, was zeigt, daß diese Gewebepreferenzen gut etabliert waren, bevor sich die humanoiden Affen und die Primatenlinie vor etwa 25 Millionen Jahren auseinander entwickelt haben.²⁹⁰

Viren als biologische Akzeleratoren

Unter Evolutionisten ist das Modell sich anpassender Lebewesen auf der Basis von Genomänderungen und positiven und/oder negativen Selektionsdruck bestens akzeptiert. Trotzdem ist es schwierig sich vorzustellen, daß die Evolution des Lebens auf rein zufälligen und isolierten Genmutationen gründen soll und daß diese Art der Evolution schließlich das hervorgebracht hat, was wir heute unter Lebensformen verstehen. Ein Schlüsselargument dagegen ist die einfache Tatsache, daß Genmutationen ein relativ seltenes Ereignis darstellen und danach die Evolution ziemlich langsam hätte vonstatten gehen müssen. Viele Evolutionisten argumentieren, daß Leben auf der Erde noch auf der Stufe von Bakterien und Meeresalgen sowie der Evolution von Viren stehen geblieben wäre, wenn genetische Änderungen nur auf zufälligen Änderungen isolierter Gene basierten. Berücksichtigt man, daß die meisten Mutationen eine Quelle für negativen Selektionsdruck sind und nur der kleinere Teil zufälliger Mutationen einen positiven Selektionsdruck hervorrufen, können sich danach theoretisch das Leben und die Vielfalt der Spezies gar nicht gebildet haben, die wir heute vorfinden. Zwar kann diese Auffassung nicht vollkommen die Beteiligung zufälliger isolierter Genveränderungen im Evolutionsprozeß ausschließen, aber der Einfluß dieser Ereignisse auf die Evolution ist möglicherweise minimal und marginal.²⁹¹ Gerade dieser Befund steht in krassem Widerspruch zu den damaligen Thesen von Jaques Monod, der immer mal wieder zitiert wird. Monod hatte damals, aus ganz anderen Gründen, geschrieben:

²⁸⁹ Episome sind Plasmide, die sich in die chromosomale DNA des Wirtsorganismus integrieren können. Dort können sie für lange Zeit verbleiben, werden dabei mit jeder Zellteilung des Wirts mit repliziert und können sogar zu einem integralen Bestandteil seiner DNA werden. (Siehe wieder Wikipedia, Stichwort „Plasmide“; Aufruf am 13. Juli 2009)

²⁹⁰ L. Margulis und D. Sagan, *Microcosmos: Four Billion Years of Evolution from our Microbial Ancestors*, University of California Press: Berkeley 1997; Margulis und Sagan, *What is life?*; Margulis, *Symbiotic Planet*.

²⁹¹ Margulis, *Symbiotic planet*; Margulis und Sagan, *What is Life?*; N.D. Singh und D.A. Petrov, *Rapid sequence turnover at an intergenic locus in Drosophila*, *Mol. Biol. Evol.* 21, 670–80 (2004)

„Der reine Zufall, nichts als der Zufall, die absolute, blinde Freiheit als Grundlage des wunderbaren Gebäudes der Evolution – diese zentrale Erkenntnis der modernen Biologie ist heute nicht mehr nur eine unter anderen möglichen Hypothesen; sie ist die einzig vorstellbare, da sie allein sich mit den Beobachtungs- und Erfahrungstatsachen deckt.“²⁹²

Abgesehen von Mutationen isolierter Gene können verschiedene Mechanismen zu Veränderungen des Genoms führen. Solche Mechanismen, von denen einige oben schon erwähnt wurden, sind Rekombination, Transposition, Translokation, Inversion, Deletion, Duplikation, Transduktion und andere, nicht vorhersagbare (!), chaotische und nicht feststellbare genetische Ereignisse, die, im Gegensatz zu Mutationen, große Veränderungen im Genom hervorrufen. Signifikante genetische Veränderungen können wahrscheinlich zu einem „great evolutionary displacement“ (großen evolutionären Schub) und damit zu einer kräftigen Beschleunigung evolutionärer Prozesse geführt haben. Möglicherweise kann diese Hypothese eine akzeptable Erklärung für viele „missing links“ in der Paläontologie und ganz allgemein unseres noch mangelnden Verständnisses in der Entstehung des Lebens und seiner Formen sein.

Was wir „missing links“ nennen, hat möglicherweise gar nicht existiert, wenn man berücksichtigt, was für „schnelle“ und qualitative Veränderungen der Lebewesen es von Zeit zu Zeit und aus unbekanntem Gründen in den vergangenen Milliarden Jahren gegeben hat. Konsequenterweise können wir schließen, daß die Evolution wahrscheinlich nicht graduell und über eine „Feinanpassung“ der Formen abgelaufen ist. In diesem Ablauf könnten Viren einen bedeutenden Faktor in der Theorie der „rapid and big evolutionary Steps“ darstellen, basierend auf großen Veränderungen des Genoms. *Natura facit saltus*.

Verschiedene Mechanismen sind denkbar:

- (i) horizontale Transmission von Genen zwischen Individuen identischer oder gerade unterschiedlicher Spezies;
- (ii) vertikale Transmission von Genen und bi-direktionale, vertikale Transmission zwischen Mutter und Nachgeborenen bei lebendgebärenden Spezies;
- (iii) Genom-Destabilisierung und Induktion neuer Veränderungen des Genoms;
- (iv) erhöhte Genominstabilität. Schließlich könnten die Vorteile einer schnellen Evolution und eine mögliche Verknüpfung dieses Phänomens mit den Viren eine akzeptable Erklärung für die „symbiotische“ Verbindung der Fähigkeit des Genoms sein, DNA/RNA Sequenzen und/oder *de novo* gebildete Viren hervorzubringen. Dieses Phänomen könnte zu einer evolutionären Konservierung der Genominstabilität als universeller Genomcharakteristik geführt haben.²⁹³

Rekombination ist ein weitaus gewichtigerer Weg zur DNA-Änderung. In diesem Modell des Genomumbaus werden ganze Blöcke von Genen zu verschiedenen Orten bewegt. Diese neuen Genorte können an einer anderen Stelle im gleichen Genom lokalisiert sein oder dem eines anderen Wirtes. Einer der Rekombinationsmechanismen ist die Transduktion durch Viren, die sowohl in prokaryotischen als auch eukaryotischen Organismen wirken. Die Entdeckung, dass ganze Blöcke genetischer Instruktionen zwischen lebenden Strukturen ausgetauscht und transferiert werden können, ist ein Hinweis darauf, daß die Insertion von Genen ein wichtiger Mechanismus ist, der die Evolution unterstützt. Wenn Viren eukaryotische Gene über die Grenzen der Spezies

²⁹² Monod, Zufall und Notwendigkeit, S. 142; vgl. Anm. 189.

²⁹³ Singh und Petrov (2004); M. Schmid, G. Ott, T. Haaf und J.M. Scheres, Evolutionary conservation of fragile sites induced by 5-azacytidine and 5-azadeoxycytidine in man, gorilla, and chimpanzee, Human Genetics 71, 342–350 (1985)

hinweg bewegen und ihre eigenen Gene in ihre Wirte transferieren können, dann wird dieser Mechanismus noch wahrscheinlicher. Viren tun genau dies.²⁹⁴

Viren als natürliche, biologische Waffen

Vom Standpunkt der Medizin ist Instabilität eine sehr unerwünschte Eigenschaft des Genoms, da dies sehr häufig eine Quelle maligner Veränderungen von Zellen bedeutet, spontanen Abort, autoimmun- und genetische Erkrankungen, Entstehung und Neubildung von Viren. Im Gegensatz dazu, darwinistisch gesprochen, sind die evolutionären Vorteile der Genominstabilität wahrscheinlich wichtiger als potentielle und real negative Konsequenzen dieses Phänomens. Außerdem können exprimierte DNA/RNA Sequenzen und/oder *de novo* gebildete Viren als natürliche biologische Waffen gegen räuberische und/oder konkurrierende Spezies wirken.

Diese Möglichkeit könnte auch die Quelle eines positiven Selektionsdruckes sein, der die evolutionäre Erhaltung von Eigenschaften wie eben Genominstabilität und dessen Fähigkeit, eigene Sequenzen zu exprimieren, unterstützte.²⁹⁵ Viren können anscheinend, und tun es auch offensichtlich, größere Sprünge in Wirtssystemen verursachen. Z.B. ist es gesichert, dass Arthropoden die originäre Quelle für eine Anzahl von Virusfamilien sind, die Insekten und Säugetiere infizieren – wie etwa *Flaviviridae*, wie HIV mit einsträngiger RNA, die Gelbfieber hervorrufen – und wahrscheinlich auch *Rhabdoviridae* (Rabiesvirus, ruft Tollwut hervor) und *Reoviridae*, wie das *Rotavirus*, das doppelstrang-RNA enthält und bei vielen Säugetieren Darm- und Atemwegserkrankungen hervorrufen. So sind z.B. die sehr kleinen *Picornaviren* von Säugetieren strukturell und genetisch einer großen Anzahl von kleinen RNA-Viren von Insekten und letztlich sogar zwei Pflanzenviren sehr ähnlich. Und sie haben – da Insektenviren mehr divers sind als Säugetierviren – wahrscheinlich ihren Ursprung in einigen Insekten, die sich an die Ernährung durch Säugetiere (oder Pflanzen) angepaßt haben, allerdings an zeitlich entfernten Punkten der Evolution. *Picornaviren* rufen sehr unterschiedliche Erkrankungen hervor, z. B. harmlose Erkältungen, Durchfallerkrankungen, Schleimhautentzündungen oder Infektionen des Zentralnervensystems.

Die Mehrheit der existierenden Viren, die für den Menschen bedeutsam sind, sind zoonotische Viren wie *Rabies* (Tollwut) oder *Influenza*; dazu gehört auch das „Schweinegrippe-Virus“ *Influenza A H1/N1*. Obwohl also Tiere die Quelle von vielen Viren sind, die für Menschen pathogen sind, ist der wichtigste Faktor für die Dissemination von Viren die Tatsache, daß Menschen in einer Weise leben, die die Übertragungsmöglichkeiten neuer Viren von deren endogenem Wirt (Tiere) auf den Menschen erhöhen. Nagetiere und Arthropoden übertragen ebenfalls Viren von einer Spezies zur anderen, speziell im städtischen Milieu, in dem ihre Vektorenrolle multipel verstärkt wird.

Andere Tiere, speziell Primaten, repräsentieren wichtige Quellen von Viren, die für Menschen potentiell pathogen sind. In diesem Zusammenhang sollte man auch einige wenige, neu aufgetretene bzw. entstandene, extrem virulente und gefährliche Viren erwähnen, die Krankheiten wie Ebola, Marburg und Kongo-Krim haemorrhagisches Fieber, Hantavirus Lungensyndrom, Koreanische hämorrhagische Erkrankung verursachen sowie SARS-assoziiertes-Corona-Virus (Vogelgrippe) und, natürlich, die komplexen Retroviren HIV-1 und HIV-2.²⁹⁶

²⁹⁴ Margulis und Sagan, *Microcosmos*; Margulis, *Symbiotic Planet*; Margulis und Sagan, *What is Life?*; Singh und Petrov (2004); Schmid et al. (1985).

²⁹⁵ I. Bubanovic, *Crossroads of extrathymic lymphocytes maturation pathways*, *Medical Hypotheses* 61, 235–239 (2003); I. Bubanovic und S. Najman, *Failure of anti-tumor immunity in mammals – evolution of the hypothesis*, *Acta Biotheoretica* 52, 57–64 (2004); I. Bubanovic und S. Najman, *Comparative oncology and comparative tumor immunology*, *Journal of Biological Sciences* 5, 114–8 (2005); I. Bubanovic, *Origin of anti-tumor immunity failure in mammals*, Kluwer Academic/Plenum Publishers/Springer: Heidelberg 2004.

²⁹⁶ Margulis und Sagan, *Microcosmos*; Margulis, *Symbiotic Planet*; Margulis und Sagan, *What is Life?*; Schmid et al. (1985).

HIV ist ein für die Menschheit bedeutendes Problem und wieder ein gutes Beispiel für die Hypothese von Viren als natürliche biologische Waffen. Es ist jetzt allgemein anerkannt, dass HIV vom SI Virus abstammt (SIV). Bestimmte SI Viren zeigen eine sehr starke Ähnlichkeit mit HIV-1 und HIV-2. Z.B. korrespondiert HIV-2 mit einem SIV, das in den Rußmangaben, einer den Meerkatzen verwandten Affenart, vorkommt (SIVsm), auch bekannt als Grünaffen, die in Westafrika heimisch sind. Die virulentere HIV-Linie, HIV-1, konnte sich bis vor kurzem nur schwerer platzieren. Das engste, bis jetzt identifizierte Gegenstück war das SIV, das dafür bekannt war, Schimpansen zu infizieren (SIVcpz), aber es gibt signifikante Unterschiede zu HIV. Zusätzlich wurde berichtet, daß gefrorenes Gewebe, das einem Schimpansen entnommen worden war, ein Affenvirus (SIVcpz) trug, welches fast identisch mit HIV-1 ist. Der Schimpanse kam aus einer Sub-Gruppe von Schimpansen, die als *Pan troglodytes troglodytes* bekannt sind; sie waren einst in West-Zentral-Afrika heimisch. Von manchen Forschern wird behauptet, dies zeige, dass diese Schimpansen die Quelle von HIV-1 darstellen und daß das Virus an einigen Punkten die Speziesgrenze zwischen Schimpansen und Menschen überschritten hat. Trotzdem war nicht zwingend klar, dass Schimpansen das Originalreservoir für HIV-1 sein sollten, da Schimpansen nur selten mit SIVcpz infiziert werden. Daher wird auch die Meinung vertreten, dass wilde Schimpansen gleichzeitig mit zwei SIVs infiziert wurden, sozusagen in "viralem Sex", und dann ein drittes Virus entstand, das in der Lage war, Menschen zu infizieren und AIDS hervorzurufen.²⁹⁷

Sharp et al.²⁹⁸ entdeckten, daß das Schimpansen-Virus ein Amalgam mit dem SIV-infizierenden „red-capped Mangaben“ (*Cercocebus torquatus*) war und das Virus in der Großen Weißnasen-Meerkatze (*Cercopithecus nictitans*) gefunden wurde. Die Autoren glauben, daß die Hybridisierung im Inneren des Schimpansen stattfand, der mit beiden Strängen nach dem Jagen und Töten von zwei kleineren Spezies von Affen mit SIV infiziert war.

Die Hypothese, daß HIV sich aus SIV entwickelte, basiert auf vielen Ähnlichkeiten zwischen diesen beiden Viren, speziell auf der genetischen Ebene. Die beiden Viren sind genetisch sehr ähnlich und werden auf dieselbe Weise übertragen. Trotzdem ruft nur HIV beim Menschen AIDS hervor und SIV bewirkt AIDS allein bei Affen. Das SI Virus wird, wie HIV, im Blut gefunden. Das unterstützt die These, daß HIV den Menschen über Affenblut befallen hat. Diese Möglichkeit schließt das Trinken von Affenblut, den Verzehr rohen Affenfleisches oder vielleicht eine direkte Exposition von Menschen durch Affenblut ein.²⁹⁹ Schließlich und endlich kann die Möglichkeit einer sexuellen Transmission zwischen den Spezies vorläufig nicht ausgeschlossen werden.

Schlußfolgerung

Die Meinung, daß Viren nichts weiter als infektiöse Krankheiten hervorrufen, ist vereinfachend und archaisch. Ihre Rolle in der Natur und ihr Einfluß auf die Evolution anderer lebender „Dinge“ ist wahrscheinlich von größerer und ausschlaggebender Bedeutung. Die Fähigkeit eines Genoms, *de novo* entstandene Viren zu produzieren, und die offensichtliche Konservierung dieser Eigenschaften läßt ganz stark vermuten, daß emittierte DNA/RNA Sequenzen eine wichtige Rolle in der Evolution des Lebens spielen. Ganz praktisch gesehen, bedeutet dies, daß Viren eine wichtige Quelle für einen positiven

²⁹⁷ William M. Switzer, Marco Salemi, Vedapuri Shanmugam, Feng Gao, Mian-er Cong, Carla Kuiken, Vinod Bhullar, Brigitte E. Beer, Dominique Vallet, Annie Gautier-Hion, Zena Tooze, Francois Villinger, Edward C. Holmes und Walid Heneine, Ancient cospeciation of simian foamy viruses and primates, *Nature* 434, 376–380 (2005); F. Gao, E. Bailes, D.L. Robertson et al., Origin of HIV-1 in the chimpanzee *Pan troglodytes troglodytes*, *Nature* 397, 436–441 (1999); Elizabeth Bailes, Feng Gao, Frederic Bibollet-Ruche, Valerie Courgnaud, Martine Peeters, Preston A. Marx, Beatrice H. Hahn and Paul M. Sharp, Hybrid origin of SIV in chimpanzees, *Science* 300, 1713 (2003); T. Zhu, B.T. Korber, A.J. Nahmias, E. Hooper, P.M. Sharp und D.D. Ho, An African HIV-1 sequence from 1959 and implications for the origin of the epidemic, *Nature* 391, 594–597 (1998).

²⁹⁸ P.M. Sharp, D.L. Robertson und B.H. Hahn, Cross-species transmission and recombination of "AIDS" viruses, *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 349, 41–47 (1995)

²⁹⁹ Gao et al. (1999); Sharp et al. (1999); Bailes et al. (2003).

Selektionsdruck auf bestimmte Spezies ausgeübt haben, so daß sich folgende Möglichkeiten eröffnet haben:

- (v) horizontale Verbreitung von Genen (wie oben bei Ben-Jacob und den ‚kooperativen‘ Bakterien);
- (vi) schnelle und umfangreiche evolutionäre Schübe bzw. Veränderungen durch instabile Genome;
- (vii) Viren in der Rolle als biologische Waffen, gegen konkurrierende und/oder räuberische Spezies gerichtet.

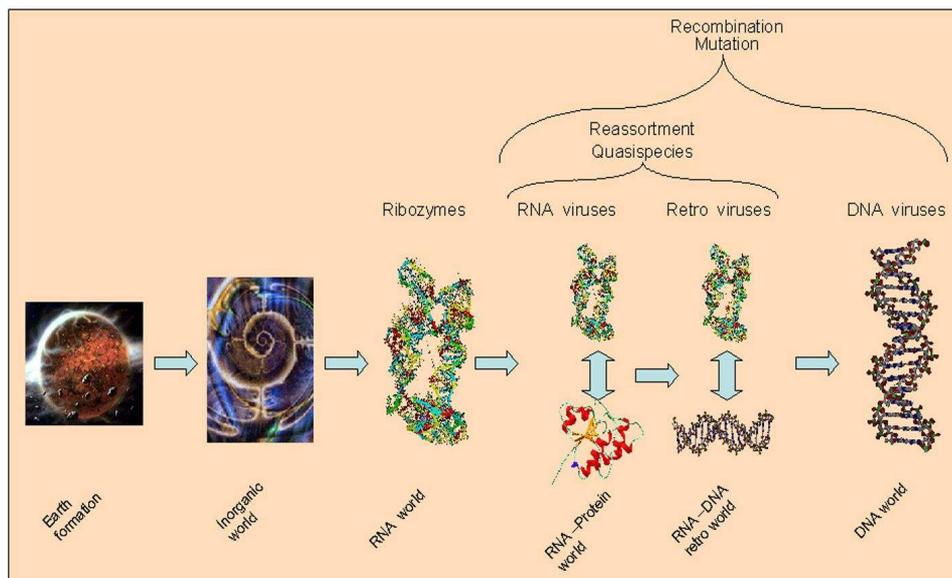


Abb. 25 Zusammenfassende Darstellung der Evolution der Viren von der Entstehung der Erde, der anorganischen Welt, der RNA-Welt, der RNA-Protein-, der RNA-DNA Retro- und schließlich der DNA-Welt aus biochemisch-logischer Sicht. (Logisch heißt hier: es sagt nichts über die konkrete Länge der einzelnen Welt-Phasen aus).

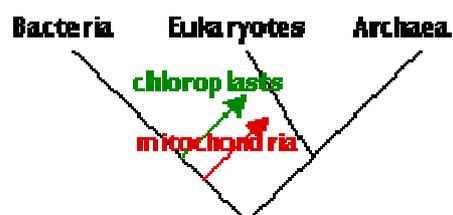


Abb. 25a Ein auf die ganz frühe Entwicklung eingegrenzter „Lebensbaum“ vom noch nicht entdeckten LUCA (Last Universal Common Ancestor; unten an der Spitze zu denken) bis zu den Einzellern (Bakterien, Eukaryoten und Archaeen). Chloroplasten (Photosynthese) und Mitochondrien als Zellorganellen sind durch „Symbiose“ in Prokaryonten eingewanderte Bakterien.

Philosophische Schlußfolgerungen aus Abschnitt 3.1.3

Wieder hat ein Naturwissenschaftler, bereits vor einiger Zeit und diesmal ein Biologe, versucht, (s)ein Weltbild aus seiner Einzelwissenschaft abzuleiten: *Bernhard Rensch (1900-1990)*, ehemals Direktor des Zoologischen Instituts der Universität Münster.³⁰⁰ Es kann nicht funktionieren; die Einzelwissenschaft ‚Biologie‘ ist heute soviel weiter, daß fast nichts mehr von den Voraussetzungen, die Rensch bekannt waren, stimmt. Begriffe wie Schwarmintelligenz, Epigenetik auf biochemischer Grundlage, ‚springende Gene‘ bzw. Transposonen, RNA-Interferenz u.v.a.m. müßten heute berücksichtigt werden, um wieder einmal ein neues Weltbild zu entwerfen, jedes Mal, wenn neue experimentelle Befunde die Evolutionstheorie ergänzen ... oder Teile von ihr über den Haufen werfen.

Auch kann es keine „Biologie der Erkenntnis“ geben, wie ein etwa 30 Jahre alter Buchtitel von Rupert Riedl lautet³⁰¹; ebensowenig sind die „stammesgeschichtlichen Grundlagen der Vernunft“, wie es weiter bei Riedl im Untertitel heißt, auf biologischem Wege zu erschließen. All dies sind Begriffe der Gesellschaftswissenschaften. Riedl bemüht einmal mehr verschiedene Formen von vorgeblicher Kausalität, diskutiert diese unterschieds- und wahllos im Bereich der Naturwissenschaften und den Gesellschaftswissenschaften und verwechselt vor allem wieder Kausalität mit Determinismus: „Als mit der Entwicklung der Quantentheorie HEISENBERG die Unschärfe-Relation formulierte, wurde auch im Bereich niederster Komplexität eine, wenn auch ganz andere, Grenze des Kausal-Geschehens erkennbar. Die Bahnen der Teilchen erwiesen sich als nicht beliebig genau festgelegt. Und es zeigte sich bald, daß sich diese mikrophysikalische Unschärfe bis zur Unmöglichkeit gewisser Voraussagen in den Makrobereich des Alltags vergrößern kann.“³⁰² Es geht also auch Riedl um Voraussagen, Vorhersagen, so daß die Frage eindeutig lautet: determiniert, nicht determiniert oder statistische Wahrscheinlichkeit? Und nicht: kausal oder nicht-kausal? Auch fragt man sich, was mit dem von ihm apostrophierten „Bereich niederster Komplexität“ gemeint sein könnte. Man kann nur vermuten, dass Riedl hiermit die Reduktion von komplexen Lebewesen auf Elementarteilchen gemeint haben könnte, deren Bewegungsgesetze seiner Meinung nach von „niederster Komplexität“ sind. Offensichtlich hatte Riedl keine Vorstellung von dem mathematischen, ganz zu schweigen von dem experimentellen Aufwand, mit dem Elementarteilchenphysik betrieben wird. Von „niederster Komplexität“ kann angesichts der entsprechenden Theorie keine Rede sein.

Ein anderer Ansatz ist die Idee der Zunahme der Komplexität von Systemen, Organismen, eben lebenden Strukturen; es ist daher auch versucht worden, die Evolution als Zunahme an Komplexität zu definieren. Das wollen wir im Folgenden kritisch betrachten.

Der Komplexitätsgrad der Subsysteme, der individuellen „Teilchen“ einer Art, seien es Mikroorganismen oder Lebewesen, nimmt im Verlaufe der Evolution tatsächlich stark zu. Sicher ist es eine Eigenschaft dieses Entwicklungsprozesses und das menschliche Gehirn ist sicherlich die komplexeste Struktur im ganzen Universum. Der Komplexitätsgrad drückt sich schon in der chemischen und dann auch der biologischen Evolution vor allem durch kompliziertere Reaktionszyklen und eine höhere Zelldifferenzierung aus, während gleichzeitig jedoch die Biochemie, der Stoffwechsel der Organismen einfacher wird; es werden bei den Säugetieren weitaus weniger Stoffe im Organismus selbst synthetisiert, als z.B. bei Pflanzen. Säugetiere müssen Vitamine und weitere essentielle Stoffe, z.B.

³⁰⁰ Rensch, Das universale Weltbild, a.a.O. Bei Adolf Portmann suggeriert ein Untertitel ebenfalls den Versuch, aus der Biologie ein Weltbild abzuleiten; es handelt sich jedoch nur um den Versuch, aufgrund des damaligen Standes der Biologie einige frühere Irrtümer richtigzustellen, wobei u.a. auch Konrad Lorenz kritisiert wird (A. Portmann, An den Grenzen des Wissens. Vom Beitrag der Biologie zu einem neuen Weltbild, Fischer TB: Frankfurt am Main 1976). Das Schöne, wenn man sich immer an den Grenzen einer Einzelwissenschaft bewegt, ist, daß man alle paar Jahre ein neues Buch schreiben kann, da die Grenzen sich mit dem Fortschritt der Erkenntnis beständig erweitern.

³⁰¹ Rupert Riedl, Biologie der Erkenntnis. Die stammesgeschichtlichen Grundlagen der Vernunft, Parey: Berlin – Hamburg 1980

³⁰² *Ibd.*, S. 121

bestimmte Fettsäuren wie mehrfach ungesättigte, die sie mit anderen Organismen aufnehmen, die diese wieder als pflanzliche und tierische Nahrung zu sich nehmen, z.B. die berühmten Ω -3 und weitere, ungesättigte Fettsäuren. Genau parallel dazu gehen beispielsweise die Anzahl der Gene und umgekehrt proportional das Verhältnis von Introns zu Exons (siehe Tab. 1.1 und 1.2).

Tab. 1.1 Größe von Virus- und Bakterien-Genomen im Vergleich zu höheren Organismen

Organismus	kb*)	Zahl der Gene
<i>SV 40 Virus</i>	5.2	6
<i>Phage M13</i>	6.4	10
<i>Phage λ</i>	48	50
<i>Phage T4</i>	169	>100
<i>E. coli</i>	4639	4290
Fadenwurm	80 000	12 000
Taufliege	165 000	ca. 15 000
<i>Arabidopsis thaliana</i>	$1.2 \cdot 10^8$	26 000
Kartoffel	ca. 10^9	???
Maus	$3 \cdot 10^9$	22 000
Mensch	$3 \cdot 10^9$	vermutlich 20 500
Mais	$5 \cdot 10^9$	32 000
Weizen	$1.6 \cdot 10^{10}$???

*) kb = Kilobasen (= Anzahl der Nucleotidbausteine des Genoms x 1000)

Tab. 1.2 DNA im Zellkern einiger Eukaryonten (haploides Genom)

Art	Größe des Genoms [bp]*	Chromosomen
Bierhefe (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>)	$1.4 \cdot 10^7$	16
Fadenwurm (<i>Caenorhabditis elegans</i>)	$8 \cdot 10^7$	4
Taufliege (<i>Drosophila melanogaster</i>)	$1.65 \cdot 10^8$	4
Krallenfrosch (<i>Xenopus laevis</i>)	$3 \cdot 10^9$	18
Maus (<i>mus musculus</i>)	$3 \cdot 10^9$	20
Mensch (<i>homo sapiens sapiens</i>)	$3 \cdot 10^9$	23
Mais (<i>Zea mays</i>)	$5 \cdot 10^9$	10
Kartoffel (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	ca. 10^{12}	12
Weizen (<i>Triticum</i> L.)	$1.6 \cdot 10^{10}$	14 bis 42
Zwiebel (<i>Allium cepa</i>)	$1.5 \cdot 10^{10}$	8

*) bp = Basenpaare (= Anzahl der Nucleotidbausteine des Genoms)

Die Hypothese, die biologische Evolution sei durch einen Anstieg der Komplexität wesentlich zu erklären oder wenigstens zu charakterisieren, ist also auch nicht ausreichend für eine brauchbare Theorie. „Komplexität“ als inhaltslose Kategorie ist nicht eindeutig definierbar, denn es spielen sich mal wieder – Vorsicht, Dialektik! – gegensätzliche Prozesse ab, solche der Vereinfachung (biochemischer Stoffwechsel) und solche zunehmender Komplexität (Zelldifferenzierung; Genregulation). Außerdem ist der Begriff „Komplexität“ zu unspezifisch und obendrein zu abstrakt und so eigentümlich inhaltsleer, um sich darunter etwas Spezifisches für die Evolution vorstellen zu können. Ähnlich wie Kausalität erklärt Komplexität nichts weiter; es ist die Beschreibung einer Eigenschaft eines Systems, wobei man aber erst noch eine Referenz einführen müßte: was ist komplexer als was?

Gleichwohl werden der Erforschung der „Komplexität“ in den unterschiedlichsten Gegenstandsbereichen große Anstrengungen entgegengebracht. Die Literatur ist inzwischen nahezu unübersehbar. Auch die Themen „Reduktionismus“ und „Emergenz“ spielen gerade hier eine wichtige Rolle, will man doch von einfachen Gebilden und Reaktionen bzw. deren Eigenschaften auf diejenigen der sich daraus mit zunehmender Komplexität bildenden größeren Systeme Rückschlüsse ziehen. Nach den hier gemachten Ausführungen dürfte dieser Ansatz ziemlich fehlerhaft sein und in den meisten, wenn nicht allen solchen Bestrebungen zeigt sich diese Schwäche unmittelbar und schnell, nämlich wenn es empirisch oder *in silico* regelmäßig misslingt, aus den Eigenschaften der Teile oder Subsysteme auf die qualitativ unterschiedlichen bzw. neuen Eigenschaften und das neue Verhalten des Makrosystems zu schließen bzw. diese „hochzurechnen“. Warum allgemein, besonders von Naturwissenschaftlern, angenommen wird, dass die reduktionistische Methodik in der jüngeren Vergangenheit so erfolgreich gewesen sein soll, wie z.B. Laughlin behauptet³⁰³, wäre dabei zu hinterfragen.

Wir können an dieser Stelle nochmals auf das Buch von Robert B. Laughlin hinweisen, der sich in seinem Gebiet der Physik vehement anti-reduktionistisch äußert, sowie auf eine neuere Arbeit des französischen Mechatronikers Michel Cotsaftis, Professor an der Ecole Centrale d'Electronique (ECE), Laboratoire d'Analyse et Contrôle des Systèmes Complexes (LACSC): „What makes a system complex? An approach to self organization

³⁰³ Laughlin, Abschied von der Weltformel, S. 203

and emergence“, der eine überwältigende Fülle an Literatur angibt, die sich auf ganz verschiedenen Feldern bewegt.³⁰⁴ Gleichwohl, und das ist offenbar typisch für derartige Arbeiten, stehen die unterschiedlichen Beispiele für Komplexität ziemlich unverbunden nebeneinander, etwa wie in einer Aufzählung. Bewiesen oder wenigstens aufgezeigt wird damit gar nichts.

In einer dieser vielen Schriften, der einer ausgewiesenen Spezialistin für Philosophie der Biologie an der University of Pittsburgh, Prof. Sandra Mitchell, findet man auffällig häufig das Wort Kausalität und vor allem – eine neue Wortschöpfung – „Kausalitätsstrukturen“; doch wird auch von dieser Autorin³⁰⁵ und Anhängerin *der* (?) „Komplexitätstheorie“³⁰⁶ keineswegs erklärt, worum es sich dabei handeln soll:

„Der Reduktionismus ist nur dann abzulehnen, wenn er zur einzig möglichen Strategie erklärt wird. Mit pluralistischen Erklärungsstrategien erkennt man die Vielfalt der Kausalitätsstrukturen an, die unsere Welt bevölkern.“³⁰⁷

Mal abgesehen von der offenbar schlechten Übersetzung (wie und was kann eine Struktur bevölkern?): was erklärt das Wort „Kausalstruktur“ mehr als schlicht „Struktur“? Meiner Meinung nach nichts. Die bloße und ständige Wiederholung solcher Begriffe macht es nicht besser.³⁰⁸ Gar kommt es vor, daß „eine kausale Erklärung (versagt)“.³⁰⁹ Es wird aber kein Ausweg angegeben. Und was soll man von einer solchen globalen Aussage halten:

„Wissenschaftliche Kenntnisse bestehen aus Aussagen über die Kausalstruktur der Welt.“³¹⁰

Wenn wir schon feststellen können, daß die Genregulation komplexer wird mit der Entstehung höher-entwickelter Arten, dann ist es vielleicht angebracht, ganz früh bei den Replikationsmolekülen anzusetzen, so, wie es die spanischen Astrobiologen Manrubia und Briones versuchen.³¹¹ Sie wollen damit eine bestimmte Phase der präbiotischen Evolution erklären, nämlich wie der genetische Apparat sich in einer möglichen RNA-Welt herausgebildet haben könnte. Gerade dieser Aspekt wird ja bekanntlich von Kreationisten und ID-Vertretern, kurz: Anti-Evolutionisten, mit dem Argument geleugnet, solche komplexen Systeme wie das der Proteinbiosynthese bzw. der dazu notwendigen Moleküle, vor allem selbstkatalysierende RNA und/oder Enzyme, könnten sich nicht in einem Schritt gebildet haben; außerdem seien ihre Erscheinungsform und ihre Eigenschaften (Dialektik von Struktur und Funktion!) geprägt durch „irreduzible Komplexität“. Abgesehen davon, daß sowieso keines dieser Systeme bzw. Moleküle in einer Einschnitt-Entwicklung entstanden sein kann, vor allem nicht *muß*, sollte man allerdings auch konkrete Vorstellungen darüber haben können, wie dieser Prozeß abgelaufen sein könnte. Die Annahme einer „irreduziblen Komplexität“ ist eine frei erfundene Hypothese, eine durch keine Beobachtung und auch keine

³⁰⁴ Michel Cotsaftis in der Buchreihe Understanding Complex Systems, Complex Systems and Self-Organization Modelling, Springer: Berlin-Heidelberg 2009, S. 3-19

³⁰⁵ Sandra Mitchell, Komplexitäten. Warum wir erst anfangen, die Welt zu verstehen, edition unseld SV: Frankfurt am Main 2008

³⁰⁶ Ebd., S. 133. M.W. gibt es keine ausgearbeitete, geschweige denn allgemein und wissenschaftlich anerkannte „Komplexitätstheorie“, die diesen Namen verdienen würde. Jedes Wissenschaftsgebiet hat seine eigene Komplexitätstheorie, auch die Ökonomie, z.B. im Business Process Re-Engineering (BPR). Vgl. hierzu Eve Mitleton-Kelly, Complexity: Partial support for BPR?, in Peter Henderson (Hrsg.) Systems Engineering for Business Process Change, Springer: Berlin 2000, Kapitel 3; Eve Mitleton-Kelly (Hrsg.) Complex Systems and Evolutionary Perspectives on Organisations: The Application of Complexity Theory to Organisations (Advanced Series in Management), Emerald Group: Bingley 2003. Eve Mitleton-Kelly ist Direktor des *Complexity Research Programme* an der *London School of Economics*.

³⁰⁷ Ebd., S. 135

³⁰⁸ Ebd., S. 47, 50, 67, 81ff., 96, 135, 138, 148.

³⁰⁹ Ebd., S. 50

³¹⁰ Ebd., S. 148

³¹¹ Susanna C. Manrubia und Carlos Briones, Modular evolution and increase of functional complexity in replicating RNA molecules, RNA 13, 97–107 (2007)

Plausibilitätsüberlegung gestützte Behauptung. Da ist die Hypothese einer modularen Evolution von Biomolekülen vielversprechender. Nach dem Konzept der „irreduziblen Komplexität“ kann Komplexität natürlich nicht entstehen, höhere Komplexität kann nicht aus einfachen Strukturen entstehen, wenn es stimmen würde; das ist der eigentliche Sinn dieser so vehement vertretenen Hypothese. Aber damit ist das Ganze selbstreferentiell und tautologisch: das eine wird mit dem anderen begründet und es bleibt zum Schluß nur die Erklärung einer – wie auch immer gearteten – Schöpfung durch den „unbewegten Beweger“ (Aristoteles) oder den „Intelligent Designer“, einen im Nirwana-Labor experimentierenden, allwissenden Geist (Geisteswissenschaftler! Ha Ha!), der, da er ja Designer ist, schon vorher weiß, was er in der Retorte erschaffen will, also wieder Teleologie, von der wir dachten, sie wäre längst überwunden.

Auf den frühen Stufen der biochemischen Evolution war die Komplexität der replizierenden Moleküle limitiert durch unvermeidlich hohe Mutationsraten, die man noch heute bei Viren findet. In einer RNA-Welt, bevor zelluläre Strukturen entstanden, könnte ein Anstieg der Moleküllänge – und so auch der funktionellen Komplexität – daher eher durch modulare Evolution vermittelt worden sein. Kurze, replizierende RNA-Sequenzen, so entwerfen Manrubia und Briones ihr Szenario, wurden selektiert und stellten eine einfache Funktion dar. Die molekulare Funktion wird durch die Sekundärstruktur bedingt, die jeweils der Sequenz der Bausteine entspricht; so entstehen von selbst Zielsekundärstrukturen mit in ihrem Umfeld optimalen Funktionen, wenn die Population der Moleküle evolviert. Die Kombination von unabhängig evolvierenden Populationen könnte durch das Verschmelzen solcher Module zu größeren Molekülen erleichtert worden sein, die in der Lage waren, mehr und komplexere Funktionen in einem einzelnen Molekül auszuführen (einschließlich RNA-Replikation). So hat eine modulare Evolution relevante Vorteile gegenüber einer direkten Evolution zu großen, funktionellen Molekülen, denn so sind höhere Mutationsraten, eine Verkürzung der Evolutionszeiten und erhöhte Möglichkeiten der Entstehung komplexerer Strukturen erlaubt, die anders, auf direktem Wege, nicht hätten entstehen und dann selektiert werden können.

Was aber die Genexpression und deren regulatorische Mechanismen angeht, so haben wir damit ein schönes Beispiel zur Hand, warum gerade hier lineares Denken versagt und warum Biologen und Biochemiker, die vom Reduktionismus und vom monokausalen Paradigma erfüllt waren, angesichts des zunehmenden Wissens über die zusätzlichen, epigenetischen Steuerungsmechanismen so überrascht waren. Es ist nachgerade so, als ob der „alte“ Lamarck doch Recht gehabt hatte, nur in einem anderen Sinn als damals: in der Tat gibt es so etwas wie die Vererbung erworbener Eigenschaften, wenn man die epigenetischen Prozesse ins Kalkül zieht. Eine neuere Arbeit, ein Übersichtsartikel, der sich ausführlich diesem Thema widmet, erschien im Darwin-Jahr 2009, das eben auch ein Lamarck-Jahr ist.³¹² Vor 200 Jahren erschien die „Zoologische Philosophie“ von Jean-Baptiste Lamarck.³¹³

Auch Jean Piaget, einer der Pioniere der empirischen Kinderpsychologie, Professor in Genf, hatte schon in den 1970er Jahren ähnliche Mechanismen intuitiv vermutet, als er die verschiedenen Phasen der kindlichen Entwicklung untersuchte.³¹⁴ XXXXXXXXX

Und in neuesten, biochemischen Zwillingsstudien als Basis für genetische und epidemiologische Untersuchungen von menschlichen, komplexen Merkmalen hat sich

³¹² Eva Jablonka und Gal Raz, Transgenerational epigenetic inheritance: Prevalence, mechanisms, and implications for the study of heredity and evolution, *The Quarterly Review of Biology* 84(2), 131 DOI: 10.1086/598822 (2009); siehe auch Manuela Lenzen, Ein Phantom ist zurückgekehrt. Jean-Baptiste Lamarck, die Epigenetik und die Vererbung erworbener Eigenschaften: Eine Bestandsaufnahme, FAZ vom 26.08.1998.

³¹³ Neuestens als TB erhältlich: Jean-Baptiste Lamarck, *Zoologische Philosophie* 1/3, Harri Deutsch: Frankfurt am Main 2002

³¹⁴ Siehe z.B. Jean Piaget, *Erkenntnistheorie der Wissenschaften vom Menschen*, Ullstein-TB: Frankfurt am Main 1973; J. Piaget, *Biologie und Erkenntnis*, in: B. Inhelder und H.H. Chipman (Hrsg.) *Von der Kinderwelt zur Erkenntnis der Welt*, Akademische Verlagsgesellschaft: Wiesbaden 1978, S. 40-61; J. Piaget, *Biologie und Erkenntnis. Über die Beziehungen von organischen Regulationen und kognitiven Prozessen*, Fischer TB: Frankfurt am Main 1992.

gezeigt, dass epigenetische Faktoren zu phänotypischen Ergebnissen beitragen können. Eine kanadische Arbeitsgruppe aus Toronto führte eine Analyse der DNA-Methylierung in weißen Blutzellen (Leukozyten), epithelialen Zellen der Mundschleimhaut und Darmbiopsien von 114 monozygoten (MZ) Zwillingen durch; diese wurden mit Leukozyten und epithelialen Zellen der Mundschleimhaut von 80 dizygoten (DZ) Zwillingen verglichen. Die Ergebnisse stellen den ersten Bericht über die epigenetische Metastabilität von ungefähr 6000 einzelnen Genomregionen von eineiigen Zwillingen dar. Eine statistische Analyse der Korrelation zwischen vergleichbaren MZ und DZ Zwillingen zeigte eine signifikant höhere epigenetische Differenz der buccalen Zellen der DZ Co-Zwillinge. Obwohl solche höhere epigenetische Nicht-Konformität in DZ Zwillingen auch von Unterschieden in DNA-Sequenzen herrühren kann, lassen doch weitere Studien derselben Arbeitsgruppe (*in silico* SNP- [single nucleotide polymorphism]³¹⁵ Analysen und Tierstudien) eher die Hypothese favorisieren, daß dies auf epigenomische Unterschiede in den Zygoten (befruchtete Eizellen) zurückgeführt werden kann; es liegt also einmal mehr nahe, daß molekulare Mechanismen der Vererbung nicht auf Unterschiede in den DNA-Sequenzen begrenzt sind.³¹⁶

Die früheren linearen Modelle, angefangen von der heute primitiv erscheinenden Hypothese "Ein Gen → ein Protein", basierten zwar auf einer Proportionalität zwischen Variablen, die in Biologie und Medizin üblicherweise angewendet wurden, die aber in vielen Fällen die komplexen Beziehungen in lebenden Organismen nicht korrekt beschreiben konnten und die jetzt erst allmählich durch nicht-lineare Theorien über das deterministische Chaos ersetzt werden. Die neuesten Fortschritte in der Molekularbiologie und der Genomsequenzierung zeigen ein anderes Bild als die simplifizierte Sicht, dass alle Lebensprozesse in einer Zelle oder im ganzen Organismus strikt und in linearer Weise durch definierte Gene kontrolliert werden. In Wirklichkeit entsteht der Phänotyp aus einer komplexen Wechselwirkung des Genoms und verschiedenen Umgebungsfaktoren.³¹⁷ Die Regulation der Genexpression im tierischen Organismus erscheint auf der Ebene der epigenetischen DNA-Modifikation, der RNA-Transkription, der mRNA Translation und zahlreichen weiteren Modifikationen der gebildeten Proteine sowie auch in der Modifizierung der Histone der Chromosomen (Methylierungsgrad), wie seit kurzem bekannt ist.³¹⁸ Der Prozess der Transkription ist hoch-kompliziert und schließt Hunderte von Transkriptionsfaktoren ein, Verstärker und Dämpfer, wie auch verschiedene Spezies von niedermolekularen RNAs, wie wir gesehen haben (miRNA, s.o.). Zusätzlich kann das auch erwähnte alternative Splicing (Abb. 22) oder die mRNA-Nachbearbeitung eine ganze Familie von Polypeptiden von einem einzigen Gen ausgehend erzeugen. Das Umbauen von codierenden DNA-Sequenzen während der somatischen Rekombination ist eine weitere Quelle einer breiten Variabilität der Struktur der Immunglobuline und einiger anderer Proteine. Dieser Prozess des Umbauens (Rearrangement) von Immunglobulin-Genen oder solche Phänomene wie parentale Prägung einiger Gene sind offenbar zufallsgesteuert. Das müssen sie letztlich auch, denn wenn unser Immunsystem starr wäre, dann könnte es nicht auf neuartige Erreger reagieren.

³¹⁵ Polymorphismus aufgrund einzelner, abgeänderter Nucleotide in der Sequenz von DNA oder RNA.

³¹⁶ Z.A. Kaminsky, T. Tang, S.C. Wang, C. Ptak, G.H. Oh, A.H. Wong, L.A. Feldcamp, C. Virtanen, J. Halfvarson, C. Tysk, A.F. McRae, P.M. Visscher, G.W. Montgomery, I.I. Gottesman, N.G. Martin und A. Petronis, DNA methylation profiles in monozygotic and dizygotic twins, *Nature Genetics*, DOI: 10.1038/ng.286 (2009)

³¹⁷ In Europa hat sich 2003/2004 ein Epigenom-Exzellenznetz (NoE) organisiert, das 25 Forschungsgruppen sowie 26 assoziierte Mitglieder und 12 NETs (Newly Established Teams) vereint. Dieses Konsortium hat erfolgreich die Bereitstellung von Geldmitteln in Höhe von 12.5 Millionen Euro aus dem „Framework 6 Programme (FP6)“ der EU beantragt, um im Laufe der Jahre 2004-2009 ein zusammenhängendes europäisches Forschungsgebiet (ERA „European Research Area“) für die epigenetische Forschung aufzubauen. Es gibt auch einen wissenschaftlichen Beirat, dem prominenteste Vertreter der Epigenomforschung wie Peter Jones aus Los Angeles oder C. Wu vom NIH (National Institute of Health, USA) angehören.

³¹⁸ Peter B. Becker, Marlacristina Chioda und Verena Maiser, ATP-dependent chromatin dynamics: from nucleosome to heterochromatin, in Mosbacher Kolloquium "Epigenetics – Molecular Principles and Mechanisms", 27. bis 29. März 2008, Abstract Booklet, S. 6; Wolfgang Fischle, The interplay of Histone modifications and genome function: Molecular analysis of chromatin domain, *ibid.*; Ingrid Grummt, Non-coding RNA and chromatin remodeling: Intergenetic transcripts regulate the epigenetic state of RNA genes, *ibid.*, S. 9; Peter Jones, Epigenetic Therapy, *ibid.*, S. 11.

Daher sieht es so aus, dass der Mechanismus des genetischen Informationsflusses von der DNA zu den fertigen Proteinen nicht mehr auf der Basis linearer Reaktionswege begriffen werden kann, die auf einer simplen, reduktionistischen Vorstellung oder reinem Determinismus beruhen; derartige Mechanismen werden durch nichtlineare Modelle wie solche des deterministischen Chaos weitaus besser beschrieben.³¹⁹ Was für Auswirkungen dies alles für die Anwendbarkeit von neuen medizinischen Diagnosemöglichkeiten und Therapien haben wird, lässt sich zurzeit noch gar nicht übersehen.

Auf einer höheren Ebene als der molekularen, nämlich der zellulären, hat man erst kürzlich ebenfalls herausgefunden, daß das Nervenzellwachstum, besonders die Vernetzung von Nerven, einem Selbstorganisationsmechanismus unterliegt und nicht genetisch gesteuert ist. Untersuchungen von Leipziger Physikern um Prof. Dr. Josef Käs zeigen: Das Wachstumsverhalten von Neuriten wird durch Zufall bestimmt. Nervenzellen nutzen störendes Rauschen zur Signalverstärkung. Es handelt sich um einen sogenannten „bistabilen stochastischen Prozeß“.³²⁰

Einer der wichtigsten Schritte in der Entwicklung einer befruchteten Eizelle zum fertigen Menschen ist die richtige und verlässliche Vernetzung des zentralen Nervensystems. "Daher scheint es geradezu unerlässlich, dass die Natur bei diesem entscheidenden Schritt jeden zufälligen und unkontrollierten Prozess ausschließen müsste", meint Prof. Käs, Leiter der Abteilung Physik der weichen Materie am Institut für Experimentelle Physik I der Universität Leipzig. "Um hier zu verlässlichen Aussagen zu kommen, untersuchten wir das Wachstumsverhalten von Neuriten."

Von besonderem Interesse war dabei, wie sich in der Natur ein System herausbilden kann, das *nicht* von zufälligen Fluktuationen und Rauschen beeinträchtigt wird. Denn je kleiner ein Teilchen ist, umso stärker wird es vom so genannten thermischen Rauschen beeinflusst, also der bekannten Brownschen Bewegung.

"Zunächst stellten wir fest, dass auch eine sich fortbewegende Nervenzelle solch zufällige Fluktuationen erfährt", erklärt Timo Betz, Physiker aus der Arbeitsgruppe um Prof. Käs. "Dann konnten wir mit Hilfe der Theorie stochastischer Systeme die Stärke des Rauschens bestimmen." Es zeigte sich, dass Nervenzellen nicht nur mit diesem scheinbar störenden Rauschen umgehen, sondern es vermutlich sogar gezielt modifizieren können. "Der mögliche Sinn einer solchen Modifikation könnte darin liegen, Rauschen gezielt zu nutzen, um die schwachen Signale, welche die Zellen zu ihrem Ziel leiten, zu verstärken", so Betz. Das System wird damit robuster und weniger anfällig gegen Störungen.

In der Natur werden ähnliche Systeme beispielsweise beim Hörsinn genutzt. Hier wird die richtige Stärke eines Rauschens zur Signal-, d.h. Tonverstärkung genutzt. "Auch wenn es der Intuition zu widersprechen scheint, nutzt die Natur also den Zufall. Quasi durch Würfeln schafft sie einen Mechanismus, der das Hören bzw. in unserem Fall, das Detektieren von Wachstumssignalen besser möglich macht als ein kontrolliertes System", erläutert Betz weiter.

Einmal mehr sind wir dazu aufgerufen, aus biochemischen Regulationsmechanismen nicht voreilig neue Weltanschauungen zu extrapolieren. Und noch ein Wort zur angeblich „irreduziblen Komplexität“: den Vertretern von ID sei gesagt, daß Komplexität auf keinen Fall geplant entstehen kann, sondern nur in Begleitung von zahllosen Zufallsprozessen, aufgrund einer Reihe von Freiheitsgraden, die ein sich entwickelnder, von selbst ablaufender Prozeß benötigt, dessen Endzustand nicht vorhergesagt werden kann. Nur so kann ein Möglichkeitsfeld entstehen und nur Selbstorganisation läßt derart komplexe Strukturen entstehen, wie wir sie im Weltall und bei Lebewesen vorfinden.

³¹⁹ Vgl. Jolanta Jura, Paulina Węgrzyn, Jacek Jura und Aleksander Koj, Regulatory mechanisms of gene expression: complexity with elements of deterministic chaos, Acta Biochimica Polonica 52, 1-9 (2006)

³²⁰ Timo Betz, Daryl Lim und Josef A. Käs, Neuronal Growth: A Bistable Stochastic Process, Physical Review Letters 96, 098103 (2006)

Mit einem großen Sprung katapultieren wir uns jetzt, im nächsten Kapitel, in vertrautere Gefilde, die Gesellschaftswissenschaften. Wir müssen uns aber bewusst sein, dass diese Vertrautheit es uns nicht leichter macht, systemische Prozesse, die Kategorien Zufall und Kausalität, Notwendigkeit und Determinismus in sozialen Systemen zu verstehen.

3.2 Beispiele aus den Gesellschaftswissenschaften

Anlässlich der Gesellschaftswissenschaften – wir hatten es schon angedeutet – wird es schwierig, einfache Ursache-Wirkungs-Beziehungen aufzustellen, selbst wenn man das Wirken des Zufalls hinzunimmt, der ohne Zweifel gerade hier eine erhebliche Rolle spielt. Aber es sind ja auch nicht alle Vorgänge, menschliches, intentionales Handeln am wenigsten, zufällig. Allenfalls die Folgen des Handelns können es sein.

Wir müssen, wenn wir die Analogie zur Physik (einzelne Teilchen – Kollektiv von Teilchen) bemühen wollen, jetzt als einzelne Teilchen einer größeren Gesamtheit den einzelnen Menschen definieren und als Kollektiv eine Gruppe, zunächst einmal nicht mehr. Da tun sich aber sogleich Abgründe zwischen den Natur- und Gesellschaftswissenschaften auf: 1. ist der einzelne Mensch nicht das Subjekt der Geschichte, das ist er zwar in vielen Spielarten des Idealismus, aber wir hatten schon zu Anfang festgestellt, daß der ‚vereinzelte Einzelne‘ nicht nur eine simple logische Fehlkonstruktion ist, sondern die Idee, daß das „Wesen des Menschen“ das konkrete Individuum sein könnte, führt auf philosophischem Wege auch unweigerlich in den Solipsismus als Endstadium. Die Analogie zu den Naturwissenschaften würde aber noch stimmen; 2. ist der Mensch kein unbewußt und ohnmächtig agierendes Teilchen im Weltraum oder im Reagenzglas, der mit anderen solchen ‚Teilchen‘ andauernd zusammenstößt und 3. ist der Mensch auch alles andere als eine Maschine oder ein Computer, dessen Software nichts anderes tut, als eine Maschine zu simulieren bzw. emulieren. Überdies wird die Software wiederum von Menschen geschrieben. Ob es jemals ‚lernende‘ Software geben wird, sei dahingestellt. Wir können den Optimismus der Programmierer in dieser Hinsicht nicht teilen und die letzten 20 Jahre haben uns darin auch eher Recht gegeben.

Es ist auch nicht so wie in einer weit verbreiteten Vorstellung, daß Menschen „wie Pilze“, sozusagen isoliert, entstehen und sich dann – aus besserer Einsicht – zu Gemeinschaften zusammenschließen. Erstens ist das Bild sowieso falsch, weil die sichtbaren Pilze nur die Fruchtkörper eines im Waldboden existierenden, manchmal riesigen Geflechtes von Mycelien sind; und Schimmelpilze existieren sowieso nur in Kolonien. Und zweitens widerspricht das Bild allen neueren, empirischen Erkenntnissen, bis zur allerneuesten Beobachtung, daß Babys gewissermaßen in ihrer Muttersprache schreien, wie eine Arbeitsgruppe an der Universität Würzburg kürzlich festgestellt hat.³²¹ Sie nehmen ja auch akustische Reize schon lange vor der Geburt wahr. Wir werden weiter unten besprechen, wie Sprache und Bewußtsein von vornherein nur in sozialer Art und Weise erworben werden, nicht erst als spätere Fertigkeit eines Individuums und anschließender Kommunikation mit anderen Individuen.

Man wird, wenn man das *Wesen des Menschen* wirklich erfassen bzw. definieren will, dialektisches Denken, will sagen: die dialektischen Gesetze bemühen müssen; wenn der einzelne, konkrete Mensch, den wir alle scheinbar vor uns sehen, das *Wesen des Menschen* sein sollte, dann wäre das *Wesen des Menschen* biologisch determiniert und

³²¹ Forscher um die Würzburger Wissenschaftlerin Kathleen Wermke haben dies im Fachjournal »Current Biology« (online vorab) beschrieben. „Die Neugeborenen bevorzugen genau diejenigen Melodiemuster, die für ihre jeweiligen Muttersprachen typisch sind“, sagte die Leiterin des Zentrums für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen am Universitätsklinikum Würzburg. Wermke hat mit ihrem Team das Geschrei von 60 Neugeborenen aus Deutschland und Frankreich studiert, die drei bis fünf Tage alt waren. Mikrofone zeichneten das Weinen der Jungen und Mädchen auf, ein Computer ermittelte später Frequenzspektren, Melodiekontur sowie die maximale Tonhöhe. Dabei fand man heraus, dass die Schreimelodie der deutschen Säuglinge häufiger mit einem anfänglichen Maximum beginnt – zum Ende hin fällt diese Kurve ab. Die französischen Babys schreien dagegen öfter in ansteigenden Melodien und betonen damit das Ende stärker. In Frankreich rufen Kinder beispielsweise nach dem „Papá“, während die Deutschen nach ihrem „Pápa“ verlangen. „Die melodischen Charakteristiken beider Sprachen sind auch im Babyschreien wiederzufinden“, erläuterte Wermke. „Auch deutsche Babys haben endbetonte Melodien“, aber im Durchschnitt orientierten sie sich an der Intonation ihrer Muttersprache und betonten am Anfang stärker. (Pressemitteilungen-online.de, 7. November 2009; FAZ vom 06.11.2009)

man landet unweigerlich im Biologismus. Dessen primitivste und zugleich schlimmste Spielart ist bekanntlich das, was die nationalsozialistische Ideologie als Rechtfertigung ihrer Verbrechen daraus gemacht hat. Der einzelne Mensch kann daher also nicht das *Wesen des Menschen* ausmachen, denn dieses kann nur gesellschaftlich determiniert sein. Dieser dialektische Widerspruch läßt sich nur durch eine historische Betrachtung auflösen, eine Betrachtung nämlich darüber, wie der Mensch in der Evolution entstanden ist, was ihn vom Tier unterscheidet, welches die *differentia specifica* des gesellschaftlich lebenden und arbeitenden Menschen gegenüber allen anderen Lebewesen sind.

Die Bestimmung, daß der Mensch (auch) ein Naturwesen ist, hilft uns nicht viel weiter, denn:

„Daß das physische und geistige Leben des Menschen mit der Natur zusammenhängt, hat keinen anderen Sinn, als daß die Natur mit sich selbst zusammenhängt, denn der Mensch ist ein Teil der Natur.“³²²

Mit der Natur setzt sich der Mensch allerdings als gesellschaftliches Wesen auseinander! Das wussten schon die „alten Griechen“, indem sie den Menschen als ζῷον πολιθικόν, als geselliges Tier, bezeichneten (schon wieder Aristoteles!). Anders kann er sich nicht nur nicht entwickeln, sondern auch kaum behaupten. Ein in freier Wildbahn ausgesetzter Säugling ist nicht überlebensfähig.

Wenn dies aber so ist, dann kann man keine einzige Naturwissenschaft bemühen, um das *Wesen des Menschen* zu erklären; sondern hier hilft nur eine wissenschaftlich begründbare und begründete Theorie weiter, und zwar eine gesellschaftswissenschaftliche Theorie, die dieser Tatsache Rechnung trägt.

Die Einzelwissenschaft Psychologie ist ein gutes Beispiel dafür, denn die meisten ihrer nicht-marxistischen Vertreter sind nicht in der Lage, den Gegenstand, das Objekt der Einzelwissenschaft Psychologie zu definieren. Nehmen wir diese Aussage streng, so ist die Psychologie noch nicht zu einer Wissenschaft geworden, höchstens in Ansätzen. Allerdings stehen auch marxistische Psychologen erst am Anfang der Entwicklung einer adäquaten, d.h. dialektischen „Theorie der Persönlichkeit“; als Hauptvertreter sind hier zu nennen Lucien Sève³²³ in Frankreich und Alexander Nikolajewitsch Leontjew³²⁴ in der Sowjetunion, der bahnbrechende Ideen zur Entwicklung des Psychischen entwickelt hat, die auf umfangreichen empirischen Untersuchungen fußen. Sève selbst beruft sich ebenfalls auf Leontjew. Da die meisten, wenn nicht alle sowjetischen, empirischen Forschungsergebnisse der Psychologie sozusagen noch brachliegen und vom ‚Mainstream‘ der Psychologen und Gesellschaftswissenschaftler, ja, noch nicht einmal von den allermeisten Neurophysiologen überhaupt registriert und zur Kenntnis genommen worden sind, lohnt es sich an dieser Stelle, den grundsätzlichen Gedankengängen eine zeitlang zu folgen. Dies ist auch aus dem Grunde wichtig, weil die danach folgenden Ausführungen und Kritiken über einige wenige gesellschaftswissenschaftliche Theorien wie Systemtheorie, Synergetik, Informationstheorie und Rechtswissenschaften besser verstanden werden können.

Im Folgenden orientiere ich meine Ausführungen weitgehend an Leontjew bzw. Sève.

"Die Psychologie kennt keineswegs das Geheimnis des Menschen, einfach deswegen nicht, weil dieses Geheimnis nicht psychologischer Natur ist."

³²² K. Marx, Ökonomisch-philosophische Manuskripte aus dem Jahre 1844, in MEW Ergänzungsband, Erster Teil, S. 516.

³²³ Siehe sein wichtigstes Werk: *Marxismus und Theorie der Persönlichkeit*, Frankfurt am Main 1972; 1976 (2. Auflage).

³²⁴ Siehe das für uns zugängliche Hauptwerk: *Probleme der Entwicklung des Psychischen*, Athenäum: Königstein/Ts. 1980 (3. Aufl.)

Diese schon 1929 formulierte, sehr tiefe Einsicht Georges Politzers³²⁵ führt Sève gleich zu Beginn seines Plädoyers „Für eine materialistische Theorie der menschlichen Individualität“ an.³²⁶ Wer das schwierige Problem der menschlichen Individualität in wissenschaftlichen, d.h. materialistischen Begriffen angehen will, sollte dies bedenken. Dazu müsse man sich zunächst das ganze Gebiet der Wissenschaft vom Menschen, der Verbindung von Biologie, Geschichte und Psychologie genau vor Augen führen, meint Sève dann.

Seit dem 19. Jahrhundert hat die Biologie die Abstammung des Menschen vom Tier festgestellt, und zwar unwiderleglich; so wurde es nötig, alle Ursprungsprobleme der Ontogenese und Phylogenese der menschlichen Gattung in biologischen Begriffen auszudrücken. Die bedeutendsten Fortschritte der Wissenschaft vom Menschen jedoch, die im 20. Jahrhundert vollzogen wurden, erlauben uns, den Übergang vom Tierischen zum Menschlichen nicht bloß als ein abstraktes Komplexerwerden (siehe oben) zu verstehen, sondern als einen dialektischen Prozeß, bei dem der qualitative Umschlag und die Negation der wesentlichen Eigenschaften der ursprünglichen Realität gerade auf der Kontinuität der quantitativen Veränderungen beruhen. Dabei kann die Menschheit zwar in mancherlei Hinsicht als Fortsetzung des Tierreichs gelten, stellt jedoch grundsätzlich etwas anderes, in gewisser Weise sogar Entgegengesetztes dar. Wie ist das zu erklären? Daß es nicht biologisch erklärt werden kann, läßt sich allein dadurch zeigen, daß das Tier-Mensch-Übergangsfeld schätzungsweise mehr als 150 Millionen Jahre gedauert hat. Was in dieser langen Zeit für hominide Zwischenformen entstanden sind und wie sich die gesellschaftliche Lebensweise des *homo sapiens sapiens* herausgebildet hat, ist noch lange nicht in allen Einzelschritten aufgeklärt, wird es vielleicht auch nie sein. Evolutionsbiologisch kann auch nur die Entstehung der Gattung *homo sapiens sapiens* erklärt werden, nicht das ‚Verhalten‘ der Individuen innerhalb einer Gattung bzw. Art. Die zahlreichen und nicht enden wollenden Versuche, die historische Entwicklung ‚des Menschen‘, die Ontogenese, mit Begriffen der Evolutionsbiologie beschreiben zu wollen, sind typische sozialdarwinistische Irrwege. Dazu gehört auch die gelegentliche Titulierung von Spezialwissenschaften wie „Evolutionpsychologie“, deren Vertreter sich offenbar nicht über ihren Untersuchungsgegenstand im Klaren sind.

Vergleichen wir die allgemeinsten Merkmale der tierischen und der menschlichen Psyche, wie es Leontjew getan hat. Der bedeutendste Zug der tierischen Psyche ist zweifellos, daß sie zu keinem nennenswerten Fortschritt im Verhalten der Gattung fähig ist, ihre eigenen biologischen Fortschritte ausgenommen, die sich aber äußerst langsam vollziehen. Unsere Bienen scheinen zu nichts besserem fähig zu sein als die Bienen zu Vergils Zeiten. Hierin liegt nichts Geheimnisvolles. Die Tiere produzieren außer begrenzten und rein repetitiven Veränderungen ihrer Umwelt nichts Dauerhaftes. Ihre Reproduktion akkumuliert sehr langsam die „Erfahrung“ der Gattung in Form von Fähigkeiten zu begrenzten Verhaltensweisen, die als genetische Erbschaft konserviert und biologisch überliefert werden, so daß jedes Individuum sie in sich selbst als vererbte Fähigkeit und als Reifeprozess vorfindet. Das erklärt im Grunde schon, warum das individuelle Lernen der Tiere zu keiner entscheidenden Veränderung der Verhaltensweisen der Gattung beitragen kann. Das gilt nicht bloß für Gattungen wie z.B.

³²⁵ In Wikipedia lesen wir über „Politzer“: Georges, 1903–1942, ungarisch-französischer Psychologe. Nach Studium der Psychologie und Philosophie Lehrer in Paris. Seit 1928 in der Kommunistischen Partei Frankreichs aktiv, zeitweilig als Chefredakteur des Parteiorgans Humanité. 1932 Mitbegründer der Pariser Arbeiter-Universität. Seit 1940 baute er den Widerstand gegen die deutsche Besatzungsmacht und das Vichy-Regime mit auf; er wurde 1942 festgenommen und hingerichtet. Politzer kritisierte die klassische Psychologie auf der Grundlage des historischen Materialismus. Im Bestreben, den Gegenstand der Psychologie adäquater zu bestimmen, stellte er ihr sein Konzept einer konkreten Psychologie entgegen, die den konkreten Menschen und sein Erleben im alltäglichen Lebensumfeld (Drama) zu erkennen sucht. Seine bekanntesten Arbeiten, die Einfluß u. a. auf Jean-Paul Sartre, Maurice Merleau-Ponty und Jaques Lacan ausübten, wurden erst mehr als 30 Jahre nach seinem Tod ins Deutsche übersetzt (Kritik der klassischen Psychologie, 1974; Kritik der Grundlagen der Psychologie, 1978).

³²⁶ L. Sève, Für eine materialistische Theorie der menschlichen Individualität, in Helmut Arnaszus, Kurt Bayertz, Wilhelm Raimund Beyer, Johann Frerichs, Hans Jörg Sandkühler, Lucien Sève, Robert Steigerwald, Friedrich Tomberg und Günther Mathias Tripp, Materialismus – Wissenschaft und Weltanschauung im Fortschritt, Pahl-Rugenstein: Köln 1976, S. 163-183, hier: S. 163.

die Insekten, die ein kurzes Leben haben und deren Nervensystem nicht viele Fähigkeiten speichern kann, so daß ihr Lernen nur darin besteht, die spezifische Anpassung an die Bedingungen ihres Milieus zu verfeinern. Selbst bei höheren Wirbeltieren, die in beiden Hinsichten besser ausgestattet sind, vollzieht sich das individuelle Lernen dennoch im Rahmen gewisser Verhaltensweisen, die durch genetische Erbschaft bestimmt sind und unter Berücksichtigung solcher Gegebenheiten wie der Beziehungen zueinander oder des Milieus, das sich im Gleichmaß mit ihm entwickelt. Die tierische Psyche ist also grundsätzlich abhängig von der Natur, besonders von der Natur der Gattung. Sie kann die der jeweiligen Entwicklungsstufe entsprechende Grenze, die die genetische Erbschaft und die zugehörigen Verhaltensweisen festlegt, nicht überschreiten.

Menschliche Psyche und Vergesellschaftung

Im Gegensatz dazu ist die Psyche der entwickelten Menschheit nicht nur dadurch gekennzeichnet, daß von ihren Fähigkeiten sehr wenig vererbt wird und daß ihre Verhaltensweisen kaum auf eine organische Reifung zurückzuführen sind, sondern bezeichnend ist vor allem die außergewöhnliche Entwicklung der biologischen Fähigkeiten zu einem individuellen Lernprozeß.³²⁷ Die Verhaltensweisen eines Wolfsjungen z. B. werden von denen der höheren Wirbeltiere nie entscheidend abweichen. Wenn ein solches ‚Wesen‘ z.B. das Erlernen einer Sprache bis zu einem bestimmten Alter (10?) verpasst, ist sein Gehirn nicht mehr in der Lage, verbale Kommunikation zu erlernen, mit allen anderen, sozial bedingten Folgen. Das kommt vor allem daher, daß der individuelle Lernprozeß zwar durch einen mit ganz präzisen anatomisch-psychischen Fähigkeiten versehenen Organismus bestimmt wird, sich aber von den natürlichen Schranken befreit, weil er sich zum einen von bestimmten Gegebenheiten her und zum anderen in Verhaltensformen vollzieht, die außerhalb der genetischen Erbschaft liegen, sich verändern lassen und historisch unbegrenzt akkumuliert werden können. Denn einerseits setzen die Menschen bei der Produktion ihres Lebensunterhalts nicht nur einfach psychische Handlungen in Gang, die im Laufe ihres Vollzugs wieder verschwinden, sondern sie schaffen sich auch materielle Produktionsmittel, die die produktive Tätigkeit und den Produzenten selbst überleben – als selbständige Verhaltensweisen bestimmende Matrix.

Diese Verhaltensweisen sind deshalb akkumulierbar; sie sind tradiert und nicht vererbbar. Auf diese Weise bildet sich eine soziale Erbschaft: Produktivkräfte, gesellschaftliche Beziehungen, Sprache und Wissen, Institutionen usw., die unter dem Aspekt, der uns hier beschäftigt, nichts anderes als vergegenständlichte Psyche darstellen, ohne jedoch eine psychische Form anzunehmen. Andererseits und gleichzeitig werden die Verhaltensweisen nicht mehr nur durch das Gehirn als gegebenes Organ, sondern zunehmend auch durch feste Systeme physisch bestimmt, die das Gehirn im Laufe des individuellen Lernprozesses entwickelt, die ihrer Funktion nach richtige Organe bilden und von den Zwängen der Fixierung und erblichen Überlieferung befreit sind.³²⁸ Diese Sphäre könnte man mit einer gigantischen, externen Festplatte oder einer großen Anzahl solcher für einen Zentralrechner vergleichen, nur dass der ‚Zentralserver‘ eben kein Rechner ist, sondern ein Mensch mit Empfindungen, Motivationen und Bedürfnissen.

Mit anderen Worten: der Übergang vom Tierreich zur Menschheit bedeutet, daß an die Stelle einer sozusagen inneren Speicherung der Gattungserfahrung, nämlich der genetischen Erbschaft von Verhaltensfähigkeiten, die durch die langsame natürliche Entwicklung der Gattung beschränkt sind, ergänzend und sie allmählich ersetzend eine

³²⁷ Zur wissenschaftlich begründeten Handlungs- bzw. Lerntheorie siehe auch *Pjotr Jakowlewitsch Galperin (1902-1988)*, *Zu Grundfragen der Psychologie*, Pahl-Rugenstein: Köln 1980. Galperin hatte sich schon in seiner Dissertation mit dem Unterschied zwischen Mensch und Tier beschäftigt (*Der psychologische Unterschied zwischen den menschlichen Werkzeugen und den Hilfsmitteln der Tiere*, Charkov 1936; nach Leontjew, S. 283). Leider ist diese Arbeit nur in russischer Sprache erschienen. In diesem Zusammenhang ist auch der Psychologe *Lew Semjonowitsch Wygotski (1896-1934)* zu nennen (siehe u.a. Lew S. Wygotski, *Denken und Sprechen: Psychologische Untersuchungen*, Beltz TB: Weinheim 2002).

³²⁸ An dieser Stelle beruft sich Sève dezidiert auf die Arbeiten von Leontjew.

sehr rasche äußere Speicherung tritt. Diese Speicherung ist die soziale Erbschaft von Dingen und Verhältnissen, die ein psychisches Kapital darstellen, das sich nicht mehr innerhalb der Grenzen der individuellen Seele bewegt. Was die Menschheit akkumuliert hat, ist – anders als bei den Tieren – nicht als reines Verhalten anzusehen, sondern besteht aus sozialer Realität, in der das Psychische aufgehoben und völlig negiert zu sein scheint, so daß jedes Individuum ihr die psychische Form erst zurückgeben muß. Das tut es, indem es sich die soziale Realität selbst aneignet und assimiliert, um das Verhaltensniveau zu erreichen, zu dem die Menschheit vom angeborenen Tierischen her bereits gekommen ist. Diese Negation der Negation ist das Merkmal des gewaltigen qualitativen Fortschritts, den die Menschwerdung des Tieres darstellt.³²⁹

Jedes Tier ist mehr oder weniger fähig zu allem, was die Gattung schon leisten kann, die sich dementsprechend auch nur in den Individuen ausdrückt; die Menschheit aber überschreitet im Lauf ihrer Geschichte immer weiter dasjenige, was der einzelne Mensch in den Grenzen seiner Existenz assimilieren kann, so daß die Menschen vor eine unbegrenzte Vielfalt von Möglichkeiten gestellt sind. Beim Menschen fügt sich der biologischen Individualität daher wirklich eine psychologische Persönlichkeit hinzu.

Schon diese kurzen Betrachtungen zeigen, daß die Berufung auf eine „psychologische Vererbung“ als Grundelement der Erklärung menschlicher Phänomene von einem entscheidendem Mißverständnis zeugt: Das Geheimnis des Übergangs vom Tierreich zu einem ganz anderen Wirkungsbereich besteht gerade darin, daß der Prozeß der einfachen, d.h. *unmittelbaren* Reproduktion der biologischen Individualität durch eine *vermittelte* Reproduktion ersetzt worden ist, eine Reproduktion, die durch die gesellschaftliche Erbschaft der psychischen Persönlichkeit vermittelt wird, welcher keine Schranken mehr gesetzt sind – abgesehen von den eigentlich geschichtlichen Bedingungen selbst.

Bewußtsein

Wie steht es nun mit dem „Bewußtsein“ des Menschen, das manchmal als das spezifisch Andere und Neue gegenüber dem Tier angesehen wird? Hierzu führt Leontjew folgendes aus:

„Mit der Entstehung des Bewußtseins beginnt eine neue, höhere Etappe in der Entwicklung des Psychischen. Die bewußte Widerspiegelung ist im Gegensatz zur einfachen psychischen Widerspiegelung, der wir beim Tier begegnen, eine Widerspiegelung, in der die gegenständliche Wirklichkeit von ihren augenblicklichen Beziehungen zum Subjekt getrennt ist und in der die konstanten objektiven Eigenschaften der Umwelt hervorgehoben werden.

Im Bewußtsein wird das Abbild der Wirklichkeit nicht mit dem Erleben des Subjekts verschmolzen; das Widergespiegelte wird dem Subjekt gleichsam ‚vorangestellt.‘ Erfasse ich zum Beispiel bewußt ein Buch oder auch nur einen Gedanken über das Buch, dann verschmilzt das Buch in meinem Bewußtsein nicht mit meinem Erleben, das mit ihm als Gegenstand zusammenhängt und der Gedanke über das Buch nicht mit meinem Erleben dieses Gedankens.

Da der Mensch die widergespiegelte Realität als etwas Objektives hervorzuheben vermag, ist er auch in der Lage, sein inneres Erleben hervorzuheben. Auf dieser Grundlage entwickelt sich die Selbstbeobachtung.“³³⁰

Das Bewußtsein entsteht aber erst in der und vermittelt der gesellschaftlichen Tätigkeit des Menschen, also gewissermaßen der ‚natürlichen‘ Art und Weise, in der der Mensch lebt und arbeitet; das ist bei Tieren nicht der Fall:

„Bei den Tieren entspricht jede Tätigkeit einem unmittelbaren biologischen Bedürfnis; jede Tätigkeit wird durch einen Gegenstand ausgelöst, mit dem sie ein biologischer Sinn

³²⁹ Vgl. zu diesem Gedanken auch schon das Fragment von F. Engels, Anteil der Arbeit an der Menschwerdung des Affen, geschrieben 1876, erschienen nach seinem Tode 1896 in der *Neuen Zeit* (MEW 20, Dietz: Berlin 1962, S. 444-455), das sogar noch die meisten Arbeiten heutiger Biologen und selbsternannter Anthropologen weit in den Schatten stellt.

³³⁰ Leontjew, S. 197f. Da auf die Widerspiegelungstheorie an dieser Stelle nicht eingegangen werden kann, sei auf das umfangreiche Hauptwerk des bulgarischen Philosophen *Todor Pawlow (1890-1977)*, *Die Widerspiegelungstheorie. Grundfragen der dialektisch-materialistischen Erkenntnistheorie*, Berlin 1973, verwiesen.

verbindet: der Sinn eines Gegenstandes, der ein Bedürfnis unmittelbar befriedigt; und es gibt bei Tieren auch keine Tätigkeit, die nicht in ihrem letzten Kettenglied unmittelbar auf diesen Gegenstand gerichtet wäre. Bei den Tieren sind Gegenstand und Motiv der Tätigkeit ... stets miteinander verschmolzen und stimmen überein.“³³¹

Auch W.A. Chotjakova schrieb:

„Im wesentlichen unterscheiden sich gesellschaftliche Gesetze von denen in der Natur durch ihren untrennbaren Zusammenhang mit dem Handeln des Menschen.“³³²

Menschliche Tätigkeit und menschliches Handeln

Beim Menschen, der Tätigkeit des Individuums während des kollektiven Arbeitsprozesses, besitzen die Tätigkeitsprozesse nach Leontjew folgendes Hauptcharakteristikum:

„Das Ziel, auf das ... [die] Tätigkeitsprozesse gerichtet sind, deckt sich nicht mit dem Motiv seiner Tätigkeit; beide sind voneinander getrennt. Wir wollen solche Prozesse, deren Ziel und Motiv nicht zusammenfallen, als **Handlungen** bezeichnen.

...

Wie kommt es eigentlich zu einer Handlung, das heißt zu einer Trennung zwischen Gegenstand und Motiv der Tätigkeit? Sie ist offensichtlich nur möglich, wenn mehrere Individuen gemeinsam, kollektiv auf die Natur einwirken. Das Gesamtprodukt dieses Prozesses, das den Bedürfnissen des Kollektivs entspricht, befriedigt auch die Bedürfnisse der einzelnen Mitglieder, obwohl das Individuum die letzten Operationen ..., die unmittelbar dazu führen, den Gegenstand seines Bedürfnisses zu erlangen, selbst nicht zu vollziehen braucht. Die Trennung zwischen Ziel und Motiv der individuellen Tätigkeit ist genetisch (d.h. in ihrer Herkunft) darauf zurückzuführen, daß sich aus der früheren, komplizierten, aus mehreren Phasen bestehenden, aber einheitlichen Tätigkeit einzelne Operationen herausgegliedert haben. Diese Operationen, die nun den Inhalt des Individuums ausmachen, verwandeln sich in eine selbständige Handlung des Individuums, obwohl sie nur Kettenglieder im gesamten, kollektiven Arbeitsprozeß sind.“³³³

„Mit der Handlung, der ‚Haupteinheit‘ der menschlichen Tätigkeit, bildet sich demnach auch die Grundlage und ihrem Wesen nach gesellschaftliche ‚Einheit‘ der menschlichen ‚Psyche‘: der vernünftige Sinn dessen, worauf sich die Aktivität des Menschen richtet.“³³⁴

Während gewöhnlich der dialektisch-materialistischen Theorie und Methode vorgeworfen wird, ‚der Mensch‘ – und damit ist das konkret/abstrakte Individuum gemeint – bleibe auf der Strecke (selbst bei Adorno oder Sartre, die Marx in dieser Hinsicht gründlich mißverstanden haben) und zum Beispiel der Hauptvertreter der Systemtheorie, Niklas Luhmann, sich auf „Kommunikation“ als Basisoperation und kleinster Einheit einer Gesellschaft kapriziert, also gerade den Menschen als handelndes Subjekt völlig zum Verschwinden bringt, worauf wir später noch eingehen werden, liegt solchem Mißverstehen der marxistischen Theorie eine grandiose Fehleinschätzung und ein Mißverstehen besonders der Dialektik als Methode zugrunde.

Wir sehen nämlich, daß die vorher erwähnten ausgezeichneten Vertreter einer dialektisch-materialistischen Auffassung der menschlichen Persönlichkeit – neben den Klassikern Marx und Engels, versteht sich – den Menschen sehr wohl in den Mittelpunkt ihrer Betrachtungen stellen; nur tun sie das auf der wissenschaftlichen Grundlage der Eigentümlichkeit des eigentümlichen Gegenstandes (Marx), nämlich, daß ‚der Mensch‘, das Individuum, eine Abstraktion darstellt, die in der Realität in der Form, d.h. isoliert, nicht vorkommt bzw. ganz schlicht nicht überlebensfähig wäre. Gleichwohl darf sie in einer seriösen Gesellschaftstheorie nicht zum Verschwinden gebracht werden, sondern wird in der Rolle der Persönlichkeit dialektisch aufgehoben sein.

³³¹ Leontjew, S. 203

³³² Chotjakova, Soziale Gesetze, S. 33

³³³ Leontjew, S. 204 (Hervorhebung von mir)

³³⁴ Leontjew, S. 206

Gleichzeitig haben wir mit der Herleitung der Spezifität des ‚Handelns‘ auch einen der wesentlichen Unterschiede herausgestellt, die nicht nur zwischen der menschlichen Gesellschaft und dem Rest der Welt bestehen, sondern folgerichtig auch den Objekten der jeweiligen Wissenschaft, den Natur- und den Gesellschaftswissenschaften. Im Schlußkapitel gehen wir nochmals auf den Unterschied der Untersuchungsobjekte in diesen beiden großen Bereichen der Wissenschaft ein, d.h. warum ein grundsätzlicher Unterschied zwischen den Gesetzen besteht, denen Elementarteilchen, Atome und Moleküle etc. unterliegen und denen, bei denen *handelnde* Subjekte die Teile eines Kollektivs sind. Davon aus weitergehend kann man eventuell ansatzweise auch eine Theorie der verschiedenen Arten von objektivem Zufall in diesen beiden Sphären formulieren bzw. zunächst erst einmal definieren. Dann wäre man schon einen großen Schritt weiter.

Was den Begriff der Kausalität in diesem Zusammenhang angeht, so könnte man Folgendes ableiten:

Gerade in der besonderen Beziehung der Begriffe Kausalität und Handeln ‚des Menschen‘ zeigt sich, daß die scheinbar von Aristoteles hergeleitete Unterscheidung von „kausalem“ und „finalelem“ Handeln vollkommen versagt oder, schlichter ausgedrückt, logisch und inhaltlich inkonsistent ist. Wir sind ja anfangs, bei den Beispielen aus verschiedenen Naturwissenschaften von einem dynamischen Begriff von Kausalität ausgegangen, von Vorgängen, also von Reaktionen, deren Grund oder Ursache man sucht. Wenn menschliches Handeln ebenfalls dynamisch betrachtet wird – was selbstverständlich sein sollte – dann kann es im eigentlichen Sinn eine „finale Ursache“ nicht geben, da

- nichts passiert ist, wenn bei einem Menschen allein die Vorstellung eines finalen Zweckes präsent ist und nur diese Vorstellung der Grund für die dann erst zu begehende Handlung sein soll;
- zunächst eine Motivation nur abstrakt ist, eben, weil noch immer nichts „passiert“ ist. Das kann dann auch dabei bleiben, wenn der Mensch sich dazu entschließt, nicht zu handeln;
- sich ein Widerspruch in sich selbst ergibt: „final“ ist das *Ergebnis* einer Handlung, nicht die Voraussetzung, sonst würde die Zeit rückwärts laufen, das Ergebnis vor Ablauf der Handlung/Reaktion schon feststehen. Man wüßte dann schon genau, was passiert (mechanischer Determinismus!) und es wäre der Zufall ausgeschlossen und außerdem wäre der Erfahrungssatz über die Entropie (2. Hauptsatz der Thermodynamik) verletzt;
- das Handeln eines Menschen spätestens dann, wenn es ausgeführt wird, in einem gesellschaftlichen Umfeld stattfindet und gesellschaftliche Folgen hat, welche auch immer, positiv oder negativ;
- die Folgen menschlichen Handelns, seine Realisierung ganz andere sein können als die Motivation oder Intention vorgegeben hat.

Nach den letzten beiden Punkten sind daher bei der Betrachtung, was die Gründe, die Ursachen sowie die Folgen menschlichen Handelns im Einzelfall sind, alle gesellschaftlichen *und* individuellen Bedingungen, einschließlich ihrer Historie, zu berücksichtigen. Mithin ist Kausalität nur bei ausgeführten, einzelnen und konkreten Handlungen ein adäquater Begriff und zwingt dazu, Handlung als Begriff näher und konkret zu definieren. Kausalität kann man erst dann definieren und identifizieren, wenn durch Handlung(en) Folgen entstanden sind oder sich solche zeigen.³³⁵

³³⁵ Ganz erhebliche Folgen hat diese Auffassung jedoch für jedes Rechtssystem, denn fatale Effekte können auch durch Nicht-Handeln von Menschen verursacht werden. Ob und wie sich das mit der hier vertretenen Interpretation des Begriffs Kausalität verträgt, muß weiter unten in Kapitel 3.2.2 erörtert werden.

- Der beobachtete statistische Zusammenhang zwischen **X** und **Y** bleibt auch dann bestehen, wenn man mögliche Drittvariablen-Effekte in einer »multivariaten Analyse« kontrolliert.

Man spricht in diesem Zusammenhang von einer *vorläufigen* Kausalität, weil nur die Drittvariablen geprüft werden können, über die Informationen zur Verfügung stehen.

Man beachte, daß es Fälle geben kann, in denen das zweite Kausalitätskriterium zunächst nicht zutrifft und erst bei Kontrolle dritter Variablen bestätigt wird. Anders ausgedrückt: Es kann eine Kausalbeziehung zwischen **X** und **Y** existieren, obwohl die Assoziation zwischen **X** und **Y** null ist. Dies ist der Fall der sogenannten *unterdrückten Korrelation* (vgl. »Arten von Drittvariableneffekten«). Bei einer unterdrückten Korrelation wird eine tatsächlich existierende Kausalbeziehung durch eine oder mehrere Drittvariablen verdeckt und kommt erst bei Konstanthaltung der Drittvariablen zum Vorschein.

Wenden wir uns nun mit diesen allgemeinen und grundlegenden Anmerkungen dem ersten Beispiel der Gesellschaftswissenschaften zu, der Systemtheorie.

3.2.1 Systemtheorie

Wahrscheinlich gibt es so viele Systemtheorien wie es Systeme gibt, die man einigermaßen definieren kann, d.h. unendlich viele. Allein daran sieht man schon, dass es im wahrsten Sinne des Wortes keine abgeschlossenen Systeme geben kann. Wir hatten schon die Systemtheorie der Evolution kennengelernt. In den letzten Jahren hat sich eine neue biochemische Systemtheorie in der Epigenomforschung herausgebildet, die „Systemgenetik“.³³⁶ Auch die Systeme, die auf den bekannten Hauptsätzen der Thermodynamik beruhen, sind nur in der Theorie abgeschlossen, in der Realität nicht, sind also abstrakt. Also muß man sich Mühe geben, die jeweiligen Grenzen zu definieren, wenn man Systeme beschreiben und berechnen will. Wir hatten oben schon ausgeführt, dass (annähernd) abgeschlossene Systeme sich dadurch auszeichnen, dass man ihre Grenzen genau, mit vernachlässigbaren Fehlern, angeben kann und dass sie keine Wechselwirkungen mit anderen Systemen eingehen. Mit den Grenzen sind vor allem auch zeitliche Grenzen gemeint, denn reale Systeme entwickeln sich in der Zeit; man muß also für ein geschlossenes System Anfang und Ende angeben können. Das drückt der zweite Hauptsatz der Thermodynamik aus, der auch Entropiesatz genannt wird.

An dieser Stelle sei mit einem häufigen Mißverständnis aufgeräumt, das weit verbreitet ist: der 2. Hauptsatz der Thermodynamik kann nicht mathematisch hergeleitet und/oder bewiesen werden, er ist ein Erfahrungssatz und bedeutet:

- Wärme geht **niemals von selbst** von einem kälteren auf einen wärmeren Körper über.
- Es kann **kein Perpetuum Mobile** geben.
- Die **Zeit läuft nicht rückwärts**, d.h. alle realen Reaktionen in Natur und Gesellschaft sind gerichtet und irreversibel.
- **Von selbst wird nur die Unordnung größer**, nichts ordnet sich von selbst.

Der entsprechende Lehrsatz über den Geltungsbereich lautet aber: **der Entropiesatz gilt nur für geschlossene Systeme**. Um diesen Lehrsatz aber doch ansatzweise für reale Prozesse nutzbar zu machen, denn die Zeitachse ist in offenen Systemen einseitig gerichtet, kann man annehmen, dass hier die Prozesse so ablaufen, *als ob* alles einem

³³⁶ Diese beschäftigt sich z.Z. noch mit einem Mausmodell (siehe z.B. Klaus Schughart und Hannes Schlender, Das Zusammenspiel der Gene, *BioSpektrum* 13, 8-10 [2007]). Aber es gibt natürlich schon einen Forschungsverbund, das Netzwerk *GeNeSys*.

Gleichgewichtszustand zustrebt, der jedoch nicht (wahrscheinlich nie) erreicht wird. Das erklärt dann die Bewegung. Offene, d.h. reale Systeme befinden sich in einem Fließgleichgewicht, das wiederum nur durch Stoffaustausch, d.h. einen durch das System hindurchgehenden, materiellen Fluß aufrechterhalten werden kann. Dabei entstehen selbst in chaotischen Systemen Ordnungsstrukturen, das wurde schon mehrmals erwähnt. Bei Störungen dieses Flusses können Verwirbelungen auftreten und es kann sich ein neues Fließgleichgewicht mit anderen stationären Parametern einstellen.³³⁷

Aus dem dritten Hauptsatz der Thermodynamik, dem Nernstschen Wärmetheorem von 1905, folgt dann weiter:

- Wenn man einen Gegenstand auf den absoluten Nullpunkt (0 Kelvin [K] oder -273.15 °C) abkühlen würde, wäre die Energie, die dazu notwendig wäre, mathematisch unendlich groß und die Entropie = Null. (Dies lässt sich, im Gegensatz um 2. Hauptsatz, stringent aus der Quantentheorie ableiten). Der absolute Nullpunkt stellt damit die untere Grenze der Temperaturskala dar, die nicht exakt erreicht werden kann.³³⁸

Aufstellung des 2. Hauptsatzes und Schlussfolgerungen daraus beruhen einzig und allein auf Erfahrung, denn ein Teller, der vom Tisch gefallen ist, springt nicht von selbst wieder auf den Tisch; die Unordnung im Kinderzimmer wird von selbst immer größer; und ein Glas Bier wird nicht von selbst immer kälter, indem es dazu notwendige Energie aus seiner Umgebung heranzieht. Es wird im Gegenteil immer wärmer und seine Umgebung kälter, bis zum Ausgleich, der aber auch nur eine Weile anhält, nämlich bis die nächste Störung diesen Zustand beeinflusst.

Außerdem gilt: wenn ein Prozeß oder ein Experiment abgelaufen ist, kann es niemals unter den exakt identischen Bedingungen wieder aufgebaut werden und ablaufen, denn inzwischen ist die Zeit fortgeschritten und die Erde befindet sich an einem anderen Punkt im Weltraum. Das ist die eigentliche Bedeutung von Irreversibilität. Ein anderes Beispiel möge dies verdeutlichen: es gibt seit dem „Great Oxidation Event“ auf der Erde vor etwa 2 Milliarden Jahren kein freies Eisen mehr in der Natur, alles ist zu Rost geworden, also Eisenoxid. Die Geologen kennen zudem „Bändereisen“, früher rätselhaft entstandene Formationen aus Eisenoxid und Silikaten in Südafrika und Australien aus dem Präkambrium, die vor ungefähr 4 Milliarden Jahren entstanden sind. Wie man jetzt weiß, wurden sie schon vor der Oxidation durch freien Sauerstoff von eisenoxidierenden Bakterien gebildet.³³⁹ Daraus wird nicht von selbst wieder lösliches Eisen rückgebildet, obwohl alle Reaktionen in der Theorie reversibel sind und bei Gewittern, Erdbeben und Vulkanausbrüchen genügend Energie im zehnfachen Atombombenmaßstab freigesetzt wird. Es benötigt einen hohen, technischen Energieaufwand, um Eisen oder gar Stahl herzustellen, nämlich einen Hochofenprozeß.

Diese Energie- und Gleichgewichtsüberlegungen könnte man für gesellschaftliche Prozesse genauso durchexerzieren. Möglicherweise kann man gesellschaftliche Strukturen als Fließgleichgewichte beschreiben, deren bewegliche, fließenden Teile konkrete Menschen sind, die Strukturen selbst bleiben jedoch merkwürdig abstrakt und

³³⁷ All dies, die Theorie offener, dissipativer, nicht-linearer Systeme mit irreversibler Thermodynamik ist Bestandteil der Chaostheorie und uns schon öfters in verschiedenen Kapiteln und Abschnitten dieser Arbeit begegnet. Manche Wissenschaftler streiten sich darum, wie weit derartige Fließgleichgewichte wirklich vom klassischen, thermodynamischen Gleichgewicht entfernt sind (z.B. Joel Keizer und Ronald Forrest Fox, Qualms Regarding the Range of Validity of the Glansdorff-Prigogine Criterion for Stability of Non-Equilibrium States, Proc. Natl. Acad. Sci. USA 71, 192-196 [1974]; dies ist eine Arbeit über chemische, autokatalytische Reaktionen).

³³⁸ Praktisch gelingt es allerdings, sich durch iteratives Abkühlen bis auf wenige Milliardstel Grad dem Nullpunkt zu nähern.

³³⁹ Dies fanden Tübinger Geomikrobiologen zusammen mit kanadischen Geologen heraus: Nicole R. Posth, Florian Hegler, Kurt O. Konhauser und Andreas Kappler, Alternating Si and Fe deposition caused by temperature fluctuations in Precambrian oceans, Nature Geoscience 1, 703-708 (2008). Die Bänderstrukturen sind offenbar eine Folge der Temperaturabhängigkeit bakterieller Stoffwechselprozesse.

unsichtbar. Wobei wir wieder bei den Gesellschaftstheorien wären, über die nun zu sprechen ist.

Wir hatten eingangs gesagt, dass es an unendlich grenzende Systeme geben könnte. Wir müssen uns aber hier beschränken und kaprizieren uns im Folgenden auf die sogenannte *soziologische Systemtheorie*, die bei Wikipedia folgendermaßen definiert wird:

„Als **soziologische Systemtheorie** wird eine auf systemtheoretischen Diskursen und Begriffen basierende Theorie der Sozialität als Teil einer allgemeinen Soziologie bezeichnet. Die soziologische Systemtheorie hat dabei den Anspruch, eine Universaltheorie im Sinne eines umfassenden und kohärenten Theoriegebäudes für alle Formen von Sozialität (z. B. Zweierbeziehungen, Familien, Organisationen, Funktionssysteme, Gesellschaft) zu sein. Damit umfasst sie auch sich selbst als Gegenstand ihrer Theorie, operiert also selbstbezüglich (selbstreferentiell).³⁴⁰

Als wichtigste Vertreter gelten Talcott Parsons (strukturfunktionalistische Theorie des Handlungssystems) und Niklas Luhmann (funktionalstrukturalistische Theorie sozialer Kommunikationssysteme).³⁴¹

Wenn Wikipedia konstatiert: „Die Ursprünge der Systemtheorie liegen in den USA“, weil es „dort zwei Hauptströmungen“ gab³⁴²: den Struktur- oder Bestandsfunktionalismus und die Theorie von *Talcott Parsons (1902-1979)*, so fällt auf, dass zumindest der Vertreter bzw. Gründer der ersten Richtung ein Pole ist, der später in England gelebt hat, und zwei weitere originäre Briten sind. Und *Ludwig von Bertalanffy (1901-1972)*, der viel bedeutendere Vertreter einer *allgemeinen Systemtheorie*, war Österreicher, lebte allerdings später in den USA. Über ihn ist weiter unten noch einiges zu sagen; er kommt eher von der biologischen Systemtheorie her.³⁴³

Für die Parsonssche Variante hat sich die zutreffendere Bezeichnung *Systemfunktionalismus* nicht durchgesetzt. Sie wird auch häufig unter Strukturfunktionalismus subsumiert, was Parsons jedoch selbst (wie auch sein Student *Niklas Luhmann [1927-1998]*) immer zurückgewiesen haben.³⁴⁴

Ausgehend von ethnologischen und anthropologischen Fragestellungen untersuchten die Vertreter des Strukturfunktionalismus (Alfred R. Radcliffe-Brown,³⁴⁵ Bronisław Malinowski,³⁴⁶ Edward E. Evans-Pritchard³⁴⁷) die Frage, wie Strukturen das Verhalten von Individuen innerhalb einer Gesellschaft determinieren. Als Struktur wird dabei die Gesamtheit der sozialen Beziehungen und Interaktionen im Netzwerk einer Gesellschaft verstanden. Diese Strukturen einer Gesellschaft werden als äußerst stabil und als nur durch externe Faktoren wandelbar angesehen. In diesem Sinne suchte der Strukturfunktionalismus nach den Bestandsvoraussetzungen sozialer Systeme und ihrer Strukturen, d.h. den Bedingungen für ihren Fortbestand. Die Ergebnisse waren im wesentlichen Listen mit Bestandsvoraussetzungen und Variablen. Die Limitierung auf segmentäre Gesellschaften, wie etwa Stämme, wurde damit begründet, dass man einen isolierbaren und begrenzbaren Forschungsgegenstand brauchte, um überhaupt Aussagen treffen zu können.

³⁴⁰ Niklas Luhmann, *Soziale Systeme. Grundriss einer allgemeinen Theorie*, Suhrkamp: Frankfurt am Main 2006, S. 10 (1. Aufl. [Nachdr.])

³⁴¹ Wikipedia, Stichwort „Soziologische Systemtheorie“ (Aufruf am 20. August 2009)

³⁴² Ibd.

³⁴³ Siehe Ludwig von Bertalanffy, *General System Theory*, Braziller: New York 1968

³⁴⁴ Siehe sein Hauptwerk: Talcott Parsons, *Das System moderner Gesellschaften*, Juventa: München 2003 (6. Aufl.)

³⁴⁵ Britischer Sozialanthropologe (1881-1955). Er war in seiner Jugendzeit Anarchist und beschäftigte sich mit vorindustriellen Sozialstrukturen (Feldforschungen auf den Andamanen und in Westaustralien).

³⁴⁶ Polnischer Sozialanthropologe (1884-1942), der später in England lebte. Bekannt geworden ist der „Vater der Feldforschung“ vor allem durch seine Bücher über die Trobriander, z.B. das 1929 erschienene Buch „Das Geschlechtsleben der Wilden in Nordwest-Milanesien“. Malinowski galt als wissenschaftlicher „Rivale“ von Radcliffe-Brown.

³⁴⁷ Britischer Sozialanthropologe (1902-1973), Schüler Malinowskis. Erforschte die Ethnographie indigener Völker und war von 1932-1935 Professor in Kairo.

Interessant im Hinblick auf das Wirken des objektiven Zufalls und seine Deutung sind Berichte im Rahmen der Feldforschungen von Evans-Pritchard über die Azande im Sudan, die jeden Unglücksfall mit dem „Schadenszauber“ (*witchcraft*; „schwarze Magie“; „Hexerei“) einer Person verknüpfen. Laut Evans-Pritchard ist Hexerei bei den Azande allgegenwärtig; so etwas wie objektiver Zufall ist völlig außerhalb des Vorstellungsvermögens. Sie kennen auch Inkompetenz, unvorsichtiges Verhalten, Tabu- oder Normbrüche und natürliche Prozesse als Ursachen, wobei aber die Folgen dieses Unglücks wiederum häufig mit Hexerei in Zusammenhang stehen. Unglückliche Ereignisse geschehen niemals zufällig: Wenn beispielsweise ein auf Holzpfählen errichteter Vorratsspeicher, unter dem Menschen sitzen, einstürzt, weil die Termiten die Pfähle angefressen haben, dann sind zwar die Termiten der Grund für den Einsturz des Speichers und die Menschen saßen unter dem Vorratsspeicher, um sich vor der Sonne zu schützen. Aber die *Begründung* dafür, dass der Speicher genau in dem Moment umstürzte, als genau diese Menschen darunter saßen, liegt im Schadenszauber.³⁴⁸ Zufällig ist hier allein der Zeitpunkt, an dem der Speicher einbricht, das Ereignis an sich ist erwartbar, wenn auch von den Menschen nicht intendiert, die ihn gebaut haben. Und der Einsturz hat eine präzise bestimmbare Ursache, nämlich den Termitenfraß.

Systemtheorie bei Parsons

Parsons betrachtet im soziologischen Systembegriff auch *Handlungen* als konstitutive Elemente sozialer Systeme und prägte den Begriff der strukturell-funktionalen Systemtheorie. Der Begriff *Struktur* bezieht sich dabei auf diejenigen Systemelemente, die von kurzfristigen Schwankungen im System-Umwelt-Verhältnis unabhängig sind. *Funktion* dagegen bezeichnet den dynamischen Aspekt eines sozialen Systems, also diejenigen sozialen Prozesse, die die Stabilität der Systemstrukturen in einer sich ändernden Umwelt gewährleisten sollen. Die strukturell-funktionale Theorie beschreibt den Rahmen, in dem Handlungen stattfinden und der Handlungsprozesse steuert. Ist die Struktur eines Systems bekannt, kann in funktionalen Analysen angegeben werden, welche Handlungen für die Systemstabilisierung funktional oder dysfunktional sind. Handlungen werden nicht isoliert betrachtet, sondern im Kontext der strukturellen und funktionalen Aspekte des jeweiligen Sozialsystems.

AGIL-Schema

Parsons entwickelte zur strukturellen und funktionalen Analyse sozialer Systeme das **AGIL-Schema**, das die *für die Strukturhaltung notwendigen Funktionen* systematisiert. Demnach müssen alle Systeme vier elementare Funktionen erfüllen:

1. *Adaptation (Anpassung)*
2. *Goal Attainment (Zielerreichung)*
3. *Integration (Integration)* und
4. *Latency (Strukturhaltung)*.

Einzelne Handlungen werden also nicht isoliert, sondern im Rahmen eines strukturellen und funktionalen Systemzusammenhanges betrachtet. Handlungen sind dabei Resultate eben jenes Systemzusammenhanges, der durch diese Handlungen gestiftet wird (handlungstheoretische Systemtheorie). Parsons beschreibt den Zusammenhang zwischen System und Systemelementen also als rekursiv und berücksichtigt damit wechselseitige Ermöglichungs-, Verstärkungs- und Rückkopplungsbedingungen.

³⁴⁸ Die Fähigkeit zur Hexerei lokalisieren die Azande als eine Substanz in der Leber; diese Kraftsubstanz wird vom Vater auf den Sohn vererbt, kommt jedoch nicht in königlichen Verwandtschaftslinien vor (http://de.wikipedia.org/wiki/Edward_E._Evans-Pritchard; Aufruf am 23. August 2009).

Kritik an Parsons

Summarisch und stichwortartig lassen sich die gegen Parsons erhobenen kritischen Einwände so zusammenfassen³⁴⁹:

1. Der Strukturfunktionalismus geht eine unheilvolle Allianz mit dem Freudschen Ödipalismus ein. Der zum „Persönlichkeitssystem“ zusammengefaltete Mensch folgt, soweit er sich nicht „abweichend“ verhält, zwanglos den normativen Vorgaben der ihm übergeordneten Systemstrukturen.
2. Orthodoxe Strukturfunktionalisten schematisieren Handlungsoptionen binär und lassen somit Ambivalenzen und hybride Formen des Handelns aus dem systemischen Ordnungsrahmen herausfallen.
3. Dem Systemfunktionalismus liegt ein teleologischer Evolutionismus zugrunde. Die amerikanische Gesellschaft erscheint als zivilisatorischer Gipfelpunkt der Entwicklung, so dass Parsons Werk letztendlich eine Apologie der US-Gesellschaft darstellt. Systemkrisen, Konflikte und Spannungen erscheinen stets rational behebbar.
4. Aus dem Lager der empirisch orientierten Soziologie wird Parsons und seinen Schülern vorgeworfen, nur einen rein begrifflich-kategorialen Bezugsrahmen entwickelt zu haben, also im Kern Sozialphilosophie statt Soziologie zu betreiben.
5. Von den obigen Ausführungen zu Leontjew und Sève ausgehend fehlt die Dialektik von Individuum und Gesellschaft(sstruktur), unter der Berücksichtigung der Tatsache, dass Menschen diese Strukturen – aus was für Gründen auch immer – so und je historisch unterschiedlich geschaffen haben und weiter schaffen werden.³⁵⁰

Erweiterung und Neuformulierung durch Luhmann

Niklas Luhmann erweitert die Theorie seines Lehrers Parsons und verwendet nicht mehr den Handlungsbegriff, sondern den sehr viel allgemeineren Begriff der *Operation*. Systeme entstehen, wenn Operationen aneinander anschließen.³⁵¹ Die Operation, in der soziale Systeme entstehen, ist Kommunikation. Wenn eine Kommunikation an eine Kommunikation anschließt (sich auf diese zurück bezieht und sie zugleich weiterführt), entsteht ein sich selbst beobachtendes soziales System. Kommunikation wird durch Sprache und durch symbolisch generalisierte Kommunikationsmedien (Geld, Wahrheit, Macht, Liebe) wahrscheinlich gemacht.

Die Besonderheit in der Sichtweise Luhmanns besteht darin, dass Kommunikation – als Operation sozialer Systeme – nicht als Handeln gesehen wird, das durch einzelne Menschen vollzogen wird. Im Besonderen geht es nicht um Einwirkungen von Mensch zu Mensch, die ein Beobachter als Kausalkette feststellen könnte. Ebenso wenig geht es um Informationsübertragung, die als Metapher aufgefasst werden kann. Der Begriff *Kommunikation* beschreibt eine Operation, in der *soziale Systeme* entstehen. Kommunikation kann nur an Kommunikation anschließen, und auf diese Weise verlaufen diese Operationen simultan und parallel zu den Operationen anderer Systeme (z. B. den Gedanken als Operationen psychischer Systeme, synonym Bewusstseinsysteme). Auch Personen bestehen nicht als Handelnde, sondern als von der Kommunikation konstruierte Einheiten („Identifikationspunkten“).³⁵²

³⁴⁹ Nach Wikipedia, ergänzt.

³⁵⁰ Abgesehen von den Gesetzeswerken und vor allem einer Verfassung, die für eine Gesellschaft entwickelt werden, könnte man den Begriff „Ordnungspolitik“ hier anführen. Dieser Begriff meint den gesetzgeberischen Rahmen, in dem die Wirtschaftsprozesse stattfinden; man kann allein daran schon sehen, dass tatsächlich der Ökonomie das Primat vor der Politik zukommt, um an eine alte Streitfrage zu erinnern.

³⁵¹ Niklas Luhmann, *Die Wissenschaft der Gesellschaft*, Frankfurt am Main 1992, S. 271 (Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft, 1001).

³⁵² *Ibid.*, S. 33f.; 59

Luhmann unterscheidet drei Typen sozialer Systeme:

- Interaktionssysteme
- Organisationssysteme
- Gesellschaftssysteme

Gesellschaft ist das umfassende System, das sich in Funktionssysteme ausdifferenziert. Auf diese Weise entstehen unter anderem das Recht, die Wirtschaft, die Wissenschaft, die Politik, die Religion als funktional ausdifferenzierte Systeme. Diese Systeme – nicht die Menschen – beobachten unter Verwendung spezifischer Unterscheidungen (Recht/Unrecht im Rechtssystem, wahr/falsch im Wissenschaftssystem, Allokation/Nichtallokation im Wirtschaftssystem, Immanenz/Transzendenz im Religionssystem oder Regierung/Opposition im politischen System). Diese Unterscheidungen oder Codes bilden den Rahmen, innerhalb dessen das Teilsystem Formen ausbilden kann. Der Code sorgt für die operative Schließung des Systems. Für die Offenheit des Systems sorgen Programme, nach denen für die eine oder andere Seite einer Entscheidung optiert wird. Als Beispiel für ein Systemprogramm können etwa Theorien in der Wissenschaft genannt werden, die über eine Zuordnung zu einer der beiden Seiten wahr/falsch entscheiden.

Obgleich die Theorie Luhmanns als soziologische Systemtheorie die menschliche Gesellschaft zum Thema hat, ist *Handeln* im allgemein verstandenen Sinn (soziologische Handlungstheorie) kein Begriff der Systemtheorie. In der Systemtheorie nach Luhmann kommen Menschen begrifflich nicht vor, sondern psychische und soziale Systeme, die aus bestimmten Operationen entstehen und sich aufrechterhalten. Die zentrale Operation sozialer Systeme ist Kommunikation – diese Kommunikation wird jedoch nicht durch Menschen vollzogen, auch wenn ein Beobachter dies so ansehen könnte. Das, was als ‚Mensch‘ beobachtet wird, entsteht vielmehr erst durch Kommunikation.

„Ein soziales System kommt zustande, wenn immer ein autopoietischer Kommunikationszusammenhang entsteht und sich durch Einschränkung der geeigneten Kommunikation gegen eine Umwelt abgrenzt. Soziale Systeme bestehen demnach nicht aus Menschen, auch nicht aus Handlungen, sondern aus Kommunikationen.“³⁵³

Damit könnten wir eigentlich dieses Thema und diese – im wahrsten Sinne des Wortes unmenschliche – Theorie verlassen, entspricht sie doch so gar nicht dem, was wir oben bei Leontjew abgeleitet hatten. Einige Worte der Kritik erscheinen jedoch noch angebracht.

Wir können erkennen, dass die Hauptbegriffe, mit denen wir es bei Luhmann zu tun haben, Autopoiesis und selbstreferentielles System, aus der Naturwissenschaft stammen und dass Luhmann diese, sozusagen unbesehen, für ein soziales System übernommen hat. Dadurch gelingt es ihm auch, den individuell-konkreten Menschen aus der Theorie heraus zu eskamotieren. Insofern ist er gnadenlos konsequent. Wir gehen im Schlusskapitel nochmals auf die Unterschiede zwischen den Teilen der großen Welt-Systeme ein: soziales System und natürliches System. Im ersten Fall haben wir es mit wirklichen Menschen zu tun, die sich *nicht* ohnmächtig wie physikalische oder chemische Teilchen und ohne zu handeln „verhalten“ und in Form und Inhalt auch nicht ununterscheidbar sind; im zweiten Fall haben wir es dagegen mit unbelebten „Körpern“ zu tun, die als Teilchen von Kollektiven ununterscheidbar und ohne Bewusstsein sind. Vor allem handeln sie nicht, sie bewegen sich nur. Spezifische Begriffe wie Autopoiesis und/oder selbstreferentielles System können nicht in beiden Sphären verwendet werden, ohne dass sie einen anderen Inhalt haben.

Das einzige, was in beiden Arten von Systemen übereinstimmend festzustellen ist, sind Prozesse, die von

- Zufall und Notwendigkeit,

³⁵³ N. Luhmann, *Ökologische Kommunikation*, Westdeutscher Verlag: Opladen 1986, S. 269

- einer Art von dialektischem Determinismus und
- Entstehung von Strukturen in chaotischen Systemen

bestimmt sind, jedoch ohne dass jeweils Menschen an irgendetwas beteiligt sind oder gar Handlungen ausführen, die solche Strukturen erst schaffen. Irgendeine Art von menschlichem Arbeitsprozeß, auch der eines Wissenschaftlers, ist bei Luhmann ebenfalls vollkommen ausgeblendet. Wissenschaft ist bei ihm nicht eine Form menschlicher Arbeit.³⁵⁴

Alles in allem ist es Luhmann damit gelungen, sich auf eine der philosophischen Ebenen des Idealismus zu begeben, getreu der Sponti-Devise „Mensch sei schlau, bleib im Überbau!“. Und man müsste spätestens jetzt auch fragen: „cui bono?“, was und vor allem wem nützt eine solche „Theorie“, die abstrakte Begriffe handeln und Strukturen ohne menschliches Zutun entstehen lässt?

Charakteristisch ist Luhmanns trockene, um nicht zu sagen arrogante Feststellung:

„Wissenschaft spricht zur Wissenschaft, und wenn ein anderer was davon hat, ist es Zufall.“³⁵⁵

Und als er in Gesprächen aus den 1990er Jahren, die jetzt herausgegeben worden sind, gefragt wurde, was ihn denn definitiv nicht interessiere, äußerte er seine Abneigung gegen Menschen so: „Menschenbilder, so was Grausliches.“³⁵⁶

Von trockenem Witz hingegen zeugt die Beschreibung seines Forschungsvorhabens bei seiner Aufnahme in die 1969 gegründete Fakultät für Soziologie der Universität Bielefeld: „Theorie der Gesellschaft; Laufzeit: 30 Jahre; Kosten: keine.“³⁵⁷ 28 Jahre nach dieser Antragstellung (1997) veröffentlichte er sein Werk *Die Gesellschaft der Gesellschaft*, das als umfassende Theorie der Gesellschaft gelten will, und starb wenig später (1998).

Allgemeine Systemtheorie nach Bertalanffy

Der Begriff „Allgemeine Systemtheorie“ geht auf den österreichischen Biologen *Ludwig von Bertalanffy (1901-1972)* zurück. Er gehörte in die 2. Generation des *Wiener Kreises* und war Begründer der "Theorie stationärer, offener Systeme" und der "General System Theory", die er "Allgemeine Systemlehre" nannte.

Seine Arbeiten bilden zusammen mit der Kybernetik (Norbert Wiener [1948], William Ross Ashby) und der Informationstheorie (*Claude Elwood Shannon [1916-2001]*, *Warren Weaver [1894-1978]*)³⁵⁸ die grundlegenden Überlegungen dieses Wissenschaftsansatzes.³⁵⁹ Weitere wichtige Theorien stammen von Humberto Maturana und Francisco

³⁵⁴ Vgl. im Gegensatz hierzu die noch immer unübertroffene Arbeit von Rainer Rilling, *Theorie und Soziologie der Wissenschaft. Zur Entwicklung in BRD und DDR*, Fischer: Frankfurt am Main 1975.

³⁵⁵ Wolfgang Hagen, "Was tun, Herr Luhmann?". Vorletzte Gespräche mit Niklas Luhmann, Kulturverlag Kadmos, Berlin 2009 (nach FAZ vom 10.07.2009, „Ohne Menschenbild“).

³⁵⁶ Ibid.

³⁵⁷ Vorwort zu seinem letzten Werk: *Die Gesellschaft der Gesellschaft*, Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft Nr. 1360, 2 Bände, Frankfurt am Main 1998

³⁵⁸ Warren Weaver und Claude E. Shannon, *The Mathematical Theory of Communication*, University of Illinois Press: Urbana Illinois 1949 (Deutsch: Claude E. Shannon und Warren Weaver, *Mathematische Grundlagen in der Informationstheorie*, Oldenbourg: München - Wien 1976)

³⁵⁹ Ein weiteres, verwandtes Konzept war die „Tektologie“ *Alexander Alexandrowitsch Bogdanows (1873-1928)*, eine „Allgemeine Organisationswissenschaft“ (A.A. Bogdanov, *Essays in Tektology*, Intersystems: Seaside 1980, CA (Original: *Wseobschtschaja Organizatsionnaya Nauka [tektologiya]*, Moskau 1913-1922). Bogdanow war Arzt, Philosoph, Ökonom, Soziologe und Verfasser utopischer Romane. Die Tektologie verstand er als „Theorie der Weltorganisationsdynamik“, die zugleich als Systemtheorie, als Krisen- und Katastrophentheorie, als Theorie der Nachhaltigkeit und als globale Kulturtheorie gelten kann (nach Wikipedia). Philosophisch und politisch stand Bogdanow in heftiger Auseinandersetzung mit Lenin, der ihn wegen seiner Bestrebungen kritisierte, Mach, Ostwald und Avenarius mit dem Marxismus in einem „Empiriomonismus“ zu vereinen (Lenin,

Varela (Autopoiesis), Stuart Kauffman (Selbstorganisation), den erwähnten Anthropologen Bronisław Malinowski und Alfred Radcliffe-Brown (Funktionalismus) sowie den gerade besprochenen Soziologen Talcott Parsons (Strukturfunktionalismus oder Systemfunktionalismus) und Niklas Luhmann (soziologische Systemtheorie).

L. von Bertalanffy publizierte seit 1928; im Buch *Theoretische Biologie* (1932) führte er den Begriff "offenes System" ein, den Ausdruck "System" verwendete er 1940 im Titel: *Der Organismus als System betrachtet* und 1945 publizierte er *Zu einer allgemeinen Systemlehre*. Danach folgen seine einschlägigen Publikationen Schlag auf Schlag: *Das biologische Weltbild* (1949), *An Outline of General System Theory* und *The Theory of Open Systems in Physics and Biology* (1950), *Biophysik des Fließgleichgewichts* (1953) und schliesslich *General System Theory* (1968).

Da wir auch noch weiteren Personen wiederbegegnen, die zuvor länger oder kürzer erwähnt wurden, sei ein Exkurs über den *Wiener Kreis* eingefügt, der nicht nur philosophisch-wissenschaftlich, sondern auch kultur-historisch eine eminente Rolle in Europa gespielt hat. Der *Wiener Kreis* steht auch für eine Repräsentanz des Neopositivismus. Danach erst wollen wir mit der Erörterung der *Allgemeinen Systemtheorie* fortfahren.

Exkurs über den Wiener Kreis und den Neopositivismus

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts war Wien, nach Karl Kraus eine „Versuchsstation für Weltuntergänge“, mit seinem anregenden geistigen Klima in Philosophie, Mathematik, Physik, Psychoanalyse und den Künsten eines der kulturellen Zentren der europäischen Moderne.

Das Mathematische Institut der Universität Wien war neben denen in Göttingen und Warschau in den Disziplinen Mathematik und Logik führend; hier lehrten u.a. als ordentliche Professoren *Philipp Furtwängler (1869-1940)*, der von Göttingen (Fritz Klein) kam, und der Österreicher *Hans Hahn (1879-1934)*. Hahn leistete wichtige Beiträge zur Variationsrechnung, Mengentheorie, Topologie und der Theorie der reellen Funktionen; sein Arbeitsgebiet war die Funktionenanalyse.

1922 wird Moritz Schlick auf den Lehrstuhl für Philosophie der induktiven Wissenschaften berufen, den zuvor Hahns Lehrer Ernst Mach innehatte.³⁶⁰ Hahn gehörte zu einer kleinen Gruppe von Gelehrten, die von Machs Positivismus beeinflusst waren und sich einmal wöchentlich in einem Wiener Kaffeehaus trafen. Obwohl Schlick als Führer der Gruppe galt, war es Hahn, der das Interesse der Mitglieder auf die Logik richtete.

1924 installierte Schlick ein formelles Kolloquium, das sich jeden Donnerstagabend im Hinterhaus des Instituts für Mathematik in der Boltzmanngasse traf. Das waren die Anfänge des Wiener Kreises, benannt nach einem Manifest, das 1929 von Rudolf Carnap, Otto Neurath (einem utopischen Sozialreformer) und Hahn veröffentlicht wurde.

Zugang zu den Sitzungen erhielt man nur durch Einladung. Zur engeren Gruppe gehörten auch der Physiker Philipp Frank³⁶¹ oder der Mathematiker Karl Menger³⁶²; zum

Materialismus und Empiriekritizismus, a.a.O., passim). Eine zeitlang wurde Bogdanov aus der KPdSU ausgeschlossen. Nachdem er 1926 Direktor des von ihm gegründeten Instituts für Bluttransfusionen geworden war, starb er 1928 bei einem wissenschaftlichen Selbstversuch.

³⁶⁰ Zu Mach siehe die Anm. 21 und 22.

³⁶¹ Zu Frank vgl. Anm. 3.

³⁶² *Karl Menger (1902-1985)*, der Sohn des Ökonomen Carl Menger, arbeitete auf dem Gebiet der Algebra und Topologie; in der Graphentheorie wurde der Mengersche Satz bekannt und als besonderes räumliches Gebilde ist der Menger-Schwamm bekannt, ein Objekt der fraktalen Geometrie. Nachdem Menger wie die meisten Mathematiker Wiens 1936 auswanderte, war er zwischen 1937 und 1946 Professor für Mathematik an der University of Notre Dame in Indiana (USA), ab 1946 Professor am Illinois Institute of Technology in Chicago, wo er bis zum seinem Tode lebte. Ein weiteres, hochmodernes Forschungsgebiet Mengers waren unscharfe Mengen (*fuzzy theory* und *fuzzy logic*).

erweiterten Kreis u.a. Egon und Else Frenkel-Brunswick, die später in den USA mit drei anderen Autoren die Studie „The Authoritarian Personality“ verfasste.³⁶³ 1926 besuchte der Physik- und spätere Mathematikstudent *Kurt Gödel* (1906-1978) die Sitzung zum ersten Mal, als sich der Wiener Kreis mit einer zweiten Lesung des *Tractatus* von Wittgenstein beschäftigte.

Hans Hahn war der Lehrer von Kurt Gödel. Bis 1928 nahm Gödel regelmäßig teil, einige Male auch der Student *Heinz von Foerster* (1911-2002), der später in den USA als Sekretär der Macy Konferenzen bekannt werden sollte.

1930 wird Gödel seine Unvollständigkeitssätze vorlegen und damit nicht nur heftige Diskussionen im *Wiener Kreis* hervorrufen, sondern auch das mathematische Weltbild der Mechanisten (Hilbert) in Frage stellen.

Rudolf Carnap (1891-1970) kam auf das Betreiben Hahns 1926 als Privatdozent für Philosophie nach Wien und wurde sofort zu den Sitzungen des Wiener Kreises eingeladen. Carnap hielt Vorlesungen über die philosophischen Grundlagen der Arithmetik, die auch Gödel besuchte.³⁶⁴ 1929 war Carnap in Davos Zuhörer eines Disputs zwischen *Martin Heidegger* (1889-1976) und *Ernst Cassirer* (1874-1945) über Kant und die Aufgaben einer an ihn anschließenden Philosophie. Für Carnap war (im Gegensatz zum ‚Metaphysiker‘ Heidegger) die Wissenschaft das Ideal von Kenntnisk Gewinn schlechthin, insbesondere hatte er dabei Mathematik und Physik im Sinn.

In der Literatur über die Logik werden drei Etappen der logischen Entwicklungen von Carnap unterschieden: in der ersten bis zu Beginn der 1930er Jahre erarbeitete er die Ideen des *logischen Empirismus* und wendete den Apparat der mathematischen Logik auf die Analyse der Begriffe und die Axiomatisierung einzelner Sätze an. Die zweite Etappe bis 1936 wird die *syntaktische* genannt. In dieser Zeit konstruierte Carnap eine logische Sprache eines erweiterten Prädikatenkalküls.³⁶⁵ Er stellte die These auf, die Logik der Wissenschaft sei die Syntax der Sprache der Wissenschaft. In der dritten Periode, die zwei bis drei Jahre später begann und die als die semantische Periode seines Schaffens bezeichnet wird, befaßte Carnap sich mit Problemen, die mit der Konstruktion einer Universalsprache der Wissenschaft zusammenhängen; er untersuchte die Semantik, d.h. die Beziehung zwischen einer Sprache und dem von ihr beschriebenen Bereich von Gegenständen und beschäftigte sich mit der Konstruktion künstlich interpretierter Sprachen.³⁶⁶

Für Heidegger dagegen waren Carnap und die Mitglieder des positivistischen *Wiener Kreises*, in dem die Fundamente für die an formaler Logik und Wissenschaftstheorie interessierte analytische Tradition gelegt wurden. Es waren für ihn Leute, die die Strenge der Forschung angeblich mit Exaktheit, Wahrheit mit Wissenschaft, Denken mit Rechnen verwechselten. „Hier“, nämlich in Carnaps Aufsatz von 1929 in der Zeitschrift *Erkenntnis*³⁶⁷, „vollzieht sich die äußerste Verflachung und Entwurzelung der überlieferten

³⁶³ Siehe Theodor W. Adorno, Else Frenkel-Brunswick, Daniel J. Levinson und R. Nevitt Sanford, *The Authoritarian Personality*, Harper and Brothers: New York 1950. In deutscher Übersetzung erschienen nur die von Adorno mitgezeichneten Beiträge (Theodor W. Adorno, *Studien zum autoritären Charakter* [hrsg. von Ludwig von Friedeburg], Suhrkamp TB: Frankfurt am Main 1973). Diese Studien sollten einen Beitrag zur Erklärung des Faschismus leisten, was schon vom Ansatz her nicht möglich ist. Faschismus ist keine psychologische, sondern eine historisch-politische Kategorie. Gleichwohl gelangen tiefe Einblicke in die Struktur autoritärer Persönlichkeiten. Die bedeutende Rolle von Frenkel-Brunswick und anderen „Wienern“ in der Emigrationszeit ist jetzt nachdrücklich begründet worden; vgl. Eva-Maria Ziege, *Antisemitismus und Gesellschaftstheorie*, Frankfurt am Main 2009, bes. S. 270ff.

³⁶⁴ Carnaps Hauptwerke sind u.a. *Der logische Aufbau der Welt* (1928; Neuauflage Hamburg 1998), *Überwindung der Metaphysik durch logische Analyse der Sprache* (in *Erkenntnis* 2, 219-241 [1931/32]) und *Logische Syntax der Sprache* (Wien 1934; 2. Auflage 1968).

³⁶⁵ Das Prädikatenkalkül bzw. die Prädikatenlogik kann hier nicht weiter erklärt werden. N.I. Kondakow, *Wörterbuch der Logik*, VEB Bibliographisches Institut (Hrsg. der deutschen Ausgabe: Erhard Albrecht und Günter Asser), Leipzig 1978, widmet diesem Begriff fast 7 Seiten (S. 391-398).

³⁶⁶ Nach Kondakow, *Wörterbuch der Logik*, S. 108

³⁶⁷ *Überwindung der Metaphysik* (siehe Anm. 364).

Urteilslehre unter dem Schein mathematischer Wissenschaftlichkeit“, so Heidegger.³⁶⁸ Carnap dagegen hielt (wie der *Wiener Kreis*) am besonderen Status der Wissenschaft für die Wahrheitssuche fest.

Vor allem Otto Neurath war es, der die programmatische Schrift „Wissenschaftliche Weltauffassung: Der Wiener Kreis“ verfasste, die aber den Charakter eines politischen Manifestes hatte und damit Kontroversen über den Inhalt bei den übrigen Mitgliedern des *Wiener Kreises* provozierte. Denen war die Schrift zu sehr politisches Manifest. Einig aber war man sich bei den Mitgliedern des *Wiener Kreises* im Unbehagen darüber, dass „die Philosophie“³⁶⁹ im Gegensatz zu den Naturwissenschaften wenig Erfolg in der Lösung von Problemen im Bereich der Metaphysik hatte.

Man war der Überzeugung, daß im Rahmen eines klar formulierten Empirismus solche Probleme mittels an neuer mathematischer Logik orientierten, analytischen Methoden gelöst werden könnten. Zu dieser Überzeugung gehörte die Auffassung, dass alle Aussagen über die Welt durch Beobachtungssätze überprüfbar sind – alle empirischen Begriffe seien auf elementare Beobachtungsbegriffe rückführbar. Eine „Meta-Mathematik“ für die Aufklärung des Wesens des Unendlichen schien notwendig. Behauptet wurde ein „zusammenhängender Mechanismus“, der sowohl in der Natur als auch im Denken zu finden sei.

Durch das Aufstellen logischer Systeme hoffte man auf Sicherheit und geordnete Verhältnisse in Mathematik, Physik und Philosophie, aber auch auf die Möglichkeit, „Weltgesetze“ aufzustellen. Das bedeutete die Anwendung von Logik für alle Wissenschaften, aber auch für die Künste, z.B. die Musik. Man wollte in einer sogenannten „Einheitswissenschaft“ „Systeme“ entwickeln, auf deren Grundlage man kommunizieren und die Welt beschreiben konnte.

Alle Anhänger einer „wissenschaftlichen Weltauffassung“ waren sich einig in der Ablehnung der offenen Metaphysik und der versteckten des Apriorismus. Der *Wiener Kreis* aber vertrat darüber hinaus die Auffassung, dass auch die Aussagen des (kritischen) Realismus und Idealismus über Realität oder Nichtrealität der Außenwelt und des Fremdpsychischen metaphysischen Charakters sind, da sie denselben Einwänden unterliegen wie die Aussagen der alten Metaphysik; sie sind sinnlos, weil nicht verifizierbar. Etwas ist „wirklich“ dadurch, dass es dem Gesamtgebäude der Erfahrung eingeordnet wird. Es gibt kein Reich der Ideen, das über oder jenseits der Erfahrung stünde.³⁷⁰

Im *Wiener Kreis* ging es um die Vision einer „universalen Weltsprache“, die Leibniz' Traum von einer *Kunstsprache* sowie eines *rationalen Kalküls* (*lingua characterica* und *calculus ratiocina*) weiterführte: logisch, mathematisch, präzise, mit der man sich sowohl transnational verständigen konnte, als auch mit Maschinen, und in der auch Maschinen mit Maschinen sprechen konnten. Das sollte eine Zeichen- und Bildsprache sein, deren Vorbild „Basic English“ war und deren abstrakte Zeichen- und Symbolketten mit mechanisierten Ableitungen viele Jahrzehnte später mit den Computersprachen Wirklichkeit wurde.³⁷¹

³⁶⁸ Martin Heidegger,

³⁶⁹ Offenbar hatte man im *Wiener Kreis* weithin keine Kenntnis von Engels Arbeiten, von Marx oder gar Lenin schon gar nicht, und Hegel dürfte man entweder auch abgelehnt oder nicht verstanden haben. Der Positivismus ist ja auch nicht mit dem Marxismus vereinbar. Daher setzten sich die meisten Positivisten gar nicht erst mit dem dialektischen Materialismus auseinander. Die große Ausnahme im *Wiener Kreis* ist allerdings der Marxist und Kommunist *Walter Hollitscher* (1911-1986), der eine Fülle von Arbeiten veröffentlicht hat (siehe die Aufstellung in Wikipedia). Er promovierte bei Moritz Schlick mit der Schrift *Über Gründe und Ursachen des Streitiges um das Kausalprinzip in der Gegenwart*, Phil. Diss., Wien 1934 (69 S.). Konstruktiv kritisch zu Hollitscher sind die Beiträge zu dem Symposium „Zwischen Wiener Kreis und Marx“. Walter Hollitscher (1911-1986) im Jahre 2001, Alfred Klahr Gesellschaft (Hrsg.), Wien 2003.

³⁷⁰ Nach: *Wissenschaftliche Weltauffassung. Der Wiener Kreis*; in Friedrich Stadler (Hrsg.) Wien und der Wiener Kreis, Springer: Wien 2001. Das „Institut Wiener Kreis“ existiert noch heute und gibt ein Jahrbuch (*Vienna Circle Institute Yearbook*) sowie verschiedene Schriften heraus.

³⁷¹ Siehe ausführlicher dazu unten unter *Kritik des Neopositivismus*.

Die neuen Arbeitsmethoden sollten auf neuer Logik, Mathematik, Physik und Interdisziplinarität basieren. Der Einzelne arbeitet an seiner bestimmten Stelle innerhalb der einen Gesamtwissenschaft. Einig war man sich in der Ablehnung von Religion und Metaphysik (etwa der des deutschnationalen Dichters Othmar Spann oder des Philosophen Martin Heidegger). Im NS-Deutschland wollte man von diesen Auffassungen, der „analytischen, hermeneutischen und positivistischen Philosophie“, offiziell nichts wissen. Diese wurden als „Vorstellungen von einer Meß- und Zählbarkeit der Welt“ und als „rein formalistisch-rechnerisches Denken, das Kalkül nicht als Hilfsmittel, sondern als die Sache selbst, als ein Absolutum nimmt“, abgelehnt - im Gegensatz etwa zum „deutschen schöpferischen Denken“.

Der *Wiener Kreis* bedeutete für die Vertreter der „deutschen Wissenschaft“ jüdische Philosophie, Physik und Mathematik: „Der Jude ist ein A-metaphysiker, und liebt in der Philosophie den Logizismus, den Mathematismus, den Formalismus und Positivismus“. Ein Vertreter der „deutschen Wissenschaft“ ist der Physiker *Phillip Lenard (1862-1947)*, Professor in Heidelberg. Schon 1922 fordert er in einem Manifest „mehr arische Wissenschaft“, und polemisiert speziell gegen Albert Einstein. 1936 erscheint sein Buch „Deutsche Physik“, in dem er zum Kampf für eine deutsche Physik auffordert – gegen jüdische Tendenzen in der deutschen Wissenschaft, gegen das „Dogmatische, die mathematische Abstraktion, den Mangel an Nutzen und Geistesakrobatik“.³⁷²

Nach dem Ende des „roten Wien“, des austromarxistischen Experiments und der Machtübernahme der Nationalsozialisten in Österreich emigrierten viele Wissenschaftler, darunter auch Mitglieder des *Wiener Kreises* wie Carnap, Neurath, Frank und Morris. Gödel emigriert 1940 nach Princeton, an das neugegründete Institute for Advanced Study, das 1930 von Caroline Bamberger Fuld, Louis Bamberger und Abraham Flexner gegründet wurde. Hier trifft Gödel u.a. auf den ungarischen Mathematiker *John von Neumann (1903-1957)*³⁷³ und Albert Einstein. Carnap emigriert 1935 ebenfalls in die USA, zunächst nach Chicago und später nach Kalifornien an die UCLA (*University of California Los Angeles*).

Die Ziele des *Wiener Kreises* waren ursprünglich nicht nur eine „Einheitssprache“, sondern auch eine interdisziplinär organisierte Wissenschaft. Die Idee der „Einheitswissenschaft“ wird nach der Emigration wichtiger Mitglieder des *Wiener Kreises* in die USA aber durch Einbeziehung in die Kriegsforschung während des Zweiten Weltkriegs verändert. Diesen neuen „Kick“ erhält sie vor allem durch das „Zusammenspannen“ ihrer Ideen mit dem amerikanischen Pragmatismus, vor allem der praktischen Anwendung im Krieg, aber auch durch das System von Kommerzialisierung und finanziellem Erfolg im amerikanischen Wissenschaftsbetrieb.

Das, was man sich damals in den 1930er Jahren in Wien zurechtgelegt hatte, wie man Wissenschaft organisieren soll, ist in den 1950er und 1960er Jahren zu Ende. In den USA beginnt man, mit ganz starker europäischer Beteiligung in den späten 1940er und dann 1950er Jahren, Interdisziplinarität anders zu sehen und zu organisieren. Die Idee von interdisziplinärer „Systemics“ oder „Systemtheorie“ kommt auch sehr intensiv über die schon genannte Wien-Verbindung, nämlich Ludwig von Bertalanffy, der später in den 1950er Jahren zusammen mit anderen in den USA die Gesellschaft für „General Systems Theory“ gründet.

Eine andere Plattform für diese Entwicklung sind die Macy-Konferenzen zu verschiedenen wissenschaftlichen Themen, z.B. zu Kybernetik.³⁷⁴

³⁷² Philipp Lenard, *Deutsche Physik* in vier Bänden, München 1936. Lenard versuchte u.a., die moderne Physik unter Zuhilfenahme der „Äthertheorie“ auf der Basis der klassischen Physik zu erklären.

³⁷³ Ein Schüler John von Neumanns sollte sehr berühmt werden: Benoît B. Mandelbrot (1924-2010) (vgl. Abb. 13 und Anm. 114).

³⁷⁴ Mit diesem Namen werden zehn interdisziplinäre Konferenzen bezeichnet, die zwischen 1946 und 1953 in den USA stattfanden. Sie wurden unter der Schirmherrschaft der Josiah Macy, Jr. Foundation (Macy-Stiftung) organisiert. Vorausgegangen war eine Konferenz über die zentrale Hemmung des Nervensystems im Mai 1942, die ebenfalls unter dem Patronat der Macy-Stiftung veranstaltet wurde. Die Macy-Stiftung wurde 1930 in den

Nicht nur wurden diese Systemsprachen entwickelt, sondern beispielsweise auch zirkuläre „Feedback-Modelle“, die nicht nur in der Technik und in der neuen Kommunikationstechnologie relevant sind, sondern die auch in die Naturwissenschaften, die Sozialwissenschaften, ja, eigentlich in alle Einzelwissenschaften Eingang finden könnten, wie man meinte. Neben Norbert Wiener ist der Neurophysiologe und Kybernetiker *Warren McCulloch (1898-1969)* die große Figur der 1940-60er Jahre für diesen Bereich. Beide sind die Organisatoren und Koordinatoren der Macy-Konferenzen über Kybernetik.

Über eine allgemeine und einheitliche Sprache von Systemdarstellungen sollte nun der Soziologe, der Mediziner oder der Techniker seinen Gegenstandsbereich als „systemisch“ beschreiben können.

Die Macy-Konferenzen über Systemtheorie versuchen zu klären, was ein System ist – dass ein System aus einer bestimmten Anzahl von Komponenten besteht – und dass diese Begrifflichkeit und der formale Ansatz sich fast zwanglos in allen Disziplinen anwenden lassen würden: in einem „sozialen System“, „ökonomischen System“ oder „psychischen System“ usw.

Dazu kam ein dritter Punkt: zur Bewegung mit „Systemsprachen“, kybernetischen „Modelleinheiten“ und der Kybernetik als der neuen Leitwissenschaft von Kontroll- und Kommunikationsprozessen kamen eine neue Architektur von Rechnern sowie vielfältige neue Möglichkeiten des „Berechnens“ und der mathematischen Darstellung dieser Modellwelten. Dieser dritte Bereich wurde für verschiedenste Richtungen wichtig, z.B. für die künstliche Intelligenz (KI oder Artificial Intelligence = AI), die Mitte der 1950er Jahre aus der Taufe gehoben wurde und sich mit entsprechenden Tagungen, Gesellschaften, Programmen und Förderungen, z.B. am M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology, *Marvin Lee Minsky, *1924*) organisiert.³⁷⁵

Historisch war es die Kombination von Logik – Denken – Kognitionsprozessen mit einer neuen Generation von Computern. Dafür waren Systemtheorie und abstrakte Sprachen nötig, mit denen an der Schnittstelle Mensch – Maschine kommuniziert werden konnte (siehe J.R. Licklider – ARPANet, Vorläufer des Internet) und Prozesse oder Dinge dargestellt werden konnten, die sich sprachlich oder über Tabellen nur schwer vermitteln lassen.

Kurze Geschichte des ARPANet:

Am 9.1.1958 fordert der damalige Präsident *Dwight D. Eisenhower (1890-1969)* in seiner Rede „Zur Lage der Nation“³⁷⁶ eine Konzentration der Anti-Missile- und Satellitentechnologie innerhalb des Department of Defense unter dem Aspekt beschleunigter Verteidigungsanstrengungen. Die Bedrohung der Welt ging für Eisenhower ganz simpel von der Sowjetunion aus: „The threat to our safety, and to the hope of a peaceful world, can be simply stated. It is communist imperialism.“³⁷⁷ Schließlich gründete Eisenhower am 7. Februar 1958 die „Advanced Research Projects Agency“

USA gegründet und fördert Forschung im Bereich der Medizin. Der Titel der Konferenz *Circular Causal and Feedback Mechanisms in Biological and Social Systems* wurde auf Vorschlag von Heinz von Foerster in *Cybernetics* mit Bezug auf die Arbeiten Norbert Wieners umgewandelt. (Nach Wikipedia, Stichwort „Macy-Konferenzen“; Aufruf am 06. September 2009). Großartig beschreibt den Gesamtprozess vor und nach Macy Michael Hagner, Vom Aufstieg und Fall der Kybernetik als Universalwissenschaft, in: ders. und Erich Hörl, Die Transformation des Humanen, Frankfurt am Main 2008, S. 38-71. Für den Hinweis danke ich Manfred Laueremann.

³⁷⁵ Die KI ist zunächst gründlich gescheitert, und wegen Nicheinhaltung von großspurigen Versprechungen und Fehlens verwertbarer Ergebnisse sind nahezu alle Forschungsgelder, hauptsächlich Drittmittel, massiv eingeschränkt, wenn nicht ganz eingefroren worden.

³⁷⁶ In der Jahresbotschaft an den Kongress vertritt Eisenhower die Ansicht, das mächtigste Mittel zur Abschreckung vor einem Krieg sei die Schlagkraft der US-amerikanischen strategischen Luftwaffe und der Marine: „The most powerful deterrent to war in the world today lies in the retaliatory power of our Strategic Air Command and the aircraft of our Navy.“ (Congressional Record vol. 104, S. 171; nach: <http://www.infoplease.com/t/hist/state-of-the-union/170.html>; Aufruf am 9. Juni 2011).

³⁷⁷ Ibid. Die Formel vom „communist imperialism“ wiederholte Eisenhower in seiner Ansprache gebetsmühlenartig.

(ARPA), eine Forschungsabteilung des Pentagon, die eindeutig als Reaktion auf den sowjetischen Sputnik 1 zu verstehen ist.

ARPA besaß jedoch keine eigenen Forschungseinrichtungen. Die von ihr initiierten Projekte wurden an Universitäten oder zivilen Forschungsinstituten durch ausgewählte Vertragspartner durchgeführt. Unter dem Direktor der ARPA (1961) *Jack P. Ruina* wird das „Command and Control Project“ zur Sammlung, Auswertung und Beurteilung strategischer Daten mit Hilfe des Computers gestartet. 1962-1964 wird *Joseph C.R. Licklider* auf Wunsch der ARPA dessen Direktor. Licklider kam vom Lincoln Lab des MIT, wo er im „Psychoakustik Laboratory“ tätig war. Später wird das „Command and Control Research Office“ in „Information Processing Techniques Office“ (IPTO) umbenannt. Licklider verfasst 1963 das „Memorandum to Members and Affiliates of the Intergalactic Network“, wo er den Mitgliedern des Intergalaktischen Netzwerkes, den Vertragspartner der ARPA, seine Visionen für ein künftiges Computernetzwerk mitteilt.

1964-1965 wird *Ivan Sutherland* Direktor der ARPA (der ebenfalls vom MIT kam). 1966-1969 wird sein Assistent bei der ARPA, *Robert Taylor*, neuer Direktor von IPTO, das zu ARPA gehört.³⁷⁸ 1966 wird *Charlie Hertzfeld* neuer ARPA-Direktor. Robert Taylor benötigt für sein 1966 begonnenes Netzwerk einen Leiter, holt *Lawrence (Larry) G. Roberts* vom Lincoln Laboratory des MIT. 1967 stellt Roberts den ersten Netzwerkplan eines „circuit-switching“ Netzwerks vor und gründet die „networking working group“. 1968 erfolgt die erste Ausschreibung für das ARPANet. 1969: Implementation von Rechnern der UCLA, des Stanford Research Institute u.a. 1969 zieht ARPA nach Arlington, Virginia um. 1972: erste öffentliche Vorführung in Washington DC – es gelang den Entwicklern, aus der *Rechenmaschine* Computer das *Kommunikationsmedium* Computer zu entwickeln: ein Netzwerk vorwiegend an mit Militär verbundenen Universitäten sowie Firmen wie MITRE und Rand Corporation, „der einflußreichsten ‚Denkfabrik‘ des Kalten Krieges“.³⁷⁹ Von dieser erhielt z.B. der Hegel-Philosoph Gotthard Günther (1900-1984) jahrelang Forschungsgelder.³⁸⁰ 1972 wird ARPA wieder umbenannt in „Defense Advanced Research Projects Agency“ (DARPA). 1974 entwickeln Bob Kahn/Vint Cerf das Internet-Netzwerk-Verfahren TCP, eine Art standardisierte Vorschrift, die für die Kommunikation zwischen den Netzwerken unerlässlich ist.³⁸¹ 1975 geht die Netzwerkverwaltung des ARPANet von der DARPA an die DCA („Defense Communication Agency“ des Verteidigungsministeriums) über, die Bedarf angemeldet hat; man will ein von den üblichen Kanälen unabhängiges Netz, um im Falle eines Atomkrieges weiter kommunizieren zu können. 1983: Splitting von ARPANet und MILNET, das in das DEFENSE DATA NETWORK integriert wird. 1989 werden die Reste des ARPANet abgebaut und demontiert, 1993 wird DARPA unter der Clinton-Administration wieder umbenannt in ARPA, 1996 wird ARPA wieder umbenannt in DARPA.³⁸²

³⁷⁸ Das eigentliche Mandat dieses Büros war es, die Forschung in Richtung auf die Computerisierung der Luftverteidigung mit Hilfe des SAGE Programms (Semi-Automatic Ground Environment; Mensch-Computer-Interaktion) auf andere militärische Kommandos und Kontrollsysteme auszudehnen. Speziell wurde das IPTO im Rahmen der SAGE Entwicklung des ersten WAN-Systems für das landesweite Radarverteidigungssystem der USA (cross country radar defense system) gegründet und bildete ein überlebensfähiges elektronisches Netzwerk, um die Schlüsselzentren des Verteidigungsministeriums (Pentagon), der Cheyenne Mountain Air Force Station und des SAC HQ (Strategic Air Command, Headquarter) zu verbinden. Taylors Mentor war J.C.R. Licklider. Taylor studierte Psychoakustik und leitete später als Systemingenieur das „NASA Headquarter Office of Advanced Research and Technology“. Das SAC HQ bestand von 1946 bis 1992, dann wurde es wegen des Zusammenbruchs der Sowjetunion nicht mehr benötigt, die Major Commands wurden re-organisiert.

³⁷⁹ Bernd Greiner, Die Dekade der Angst, Blätter für deutsche und internationale Politik 6/2011, S. 39-49, hier: S. 42.

³⁸⁰ Auch das Ehepaar Günther, das aus Hirschberg, Schlesien stammte, war 1937 emigriert und gelangte 1940 in die USA. Von Günther, der auch Science-Fiction-Bücher herausgab, erschienen 1957 die maßgeblichen Arbeiten *Das Bewusstsein der Maschinen – Eine Metaphysik der Kybernetik*, und *Metaphysik, Logik und die Theorie der Reflexion* sowie im Jahr 1959 *Idee und Grundriss einer Nicht-Aristotelischen Logik*. Später arbeitete er am Biological Computer Laboratory (BCL; vgl. Anm. 424) mit Heinz von Foerster, Warren McCulloch und Umberto Maturana zusammen.

³⁸¹ TCP: Transmission Control Protocol.

³⁸² Siehe http://www.t-h-e-n-e-t.com/html/_film/them/_them_arpanet.htm (Aufruf am 07. September 2009). Zur Geschichte des Internet unter dem Aspekt *Mediengeschichte* siehe auch: http://www.hgb-leipzig.de/~vgrass/semi-mediengesch/10_internet.html (Aufruf am 07. September 2009). Das neueste (Geheim-)Projekt X-37 B der DARPA ist eine militärische Weltraumfähre, das „Space Plane“, das z.Z. erprobt

Um die Geschichte des DARPA abschließend würdigen zu können und um zu sehen, wie schmal der Grat zwischen „reiner“ Wissenschaft und ihrer (in diesem Fall mißbräuchlichen) Anwendung ist, muß man sich ansehen, was daraus heute geworden ist. Es steht nämlich in unmittelbarem Zusammenhang mit 9/11 und ist bereits vor einigen Jahren in einem isländischen Kriminalroman verarbeitet worden.³⁸³ Auch in den amerikanischen Romanen von David Baldacci³⁸⁴ bilden die jetzt zu erwähnenden Szenarien den politischen Hintergrund, in dem dubiose Gestalten mehrerer der insgesamt 17 staatlichen Geheimdienste der USA auftreten und sich teilweise gegenseitig bekämpfen.

Nach den terroristischen Angriffen auf das World Trade Center in New York setzte in den USA eine rasante, antidemokratische Entwicklung ein, die mit der hastigen Verabschiedung des *Patriot Act* begann. Dies geschah in so großer Eile, daß einige Abgeordnete später zugegeben haben, den Gesetzestext erst hinterher gelesen zu haben, als es zu spät war, noch etwas zu ändern.³⁸⁵ Dieses als Anti-Terror-Maßnahme gemeinte Gesetz bedeutet verschiedene Einschränkungen der bürgerlichen Rechte; u.a. ermöglicht es, eine Person allein aufgrund des Verdachtes einer möglichen Bedrohung öffentlicher Interessen festzunehmen und für unbegrenzte Zeit einzusperren, ohne Anklage zu erheben, ohne den Angehörigen mitzuteilen, wo und aus welchen Gründen der Betreffende gefangen gehalten wird, und ohne daß der Verdächtige einen Anwalt bekommt.³⁸⁶ Viele amerikanische Rechtsphilosophen sehen dies als einen eindeutigen Verstoß gegen die verfassungsmäßigen Rechte der Bürger an. Der oberste Gerichtshof der USA bestätigte jedoch dieses Gesetz und die Verfahrensweise. Besonders schlimm wird es, wenn Militärbehörden erklären, daß eine Person ein feindlicher Soldat oder eine Person außerhalb von Recht und Ordnung (*unlawful combatant*) ist, wie z.B. die Gefangenen in Guantánamo auf Kuba, denn dann werden dieser Person augenblicklich sämtliche Rechte genommen, egal welcher Nation er angehört.³⁸⁷

Ein Projekt, das von der DARPA gegründet wurde, war das **Information Awareness Office (IAO)**. Aufgabe des IAO war es, innerhalb einer Datenbank alle verfügbaren Merkmale der Bürger des Staates zu suchen und diese später auf verdächtige Muster auszuwerten. Daß eine solche Datenbank immens groß sein würde, konnte man voraussehen. Das Unternehmen sollte vor allem dem Schutz vor Terrorismus dienen. Die Behörde selbst gab ihre Aufgabe wie folgt an:

„The DARPA Information Awareness Office (IAO) will imagine, develop, apply, integrate, demonstrate and transition information technologies, components and prototype, closed-loop, information systems that will counter asymmetric threats by achieving total information awareness useful for preemption; national security warning; and national security decision making.“

Zunächst wurde das IAO Anfang 2002 von Präsident Bush unter dem Namen *Total Information Awareness* ins Leben gerufen. Zum Leiter der Behörde wurde John Poindexter bestellt, der unter anderem durch die Iran-Contra-Affäre bekannt ist.³⁸⁸

Die erste öffentliche Information war im Februar 2002 in der *New York Times* zu lesen.³⁸⁹ Zu diesem Zeitpunkt war noch sehr wenig über die Ziele der neu geschaffenen Behörde bekannt. Allein die Tatsache aber, daß man Festplatten in Petabyte-Größe benötigen

wird, über dessen Funktion aber nichts Genaueres bekannt ist (WELT KOMPAKT vom 23.04.2010). Die FAZ berichtete, die Ergebnisse des Testfluges sollten bei der Entwicklung von Kampfflugzeugen helfen (FAZ vom 24.04.2010).

³⁸³ Evar Örn Jóseppson, *Dunkle Seelen*, btb: München 2007; siehe insbesondere das Nachwort, S. 395ff.

³⁸⁴ Vgl. David Baldacci, *Die Wächter*, Lübbe: Köln 2007; ders., *Die Sammler*, Lübbe: Köln 2008; ders., *Die Jäger*, Lübbe: Köln 2011. Siehe auch ders., *True Blue*, Grand Central Publ.: New York – Boston 2010.

³⁸⁵ Jóseppson, S. 395

³⁸⁶ *Ibd.*, S. 395f.

³⁸⁷ *Ibd.*, S. 396

³⁸⁸ Zur Iran-Contra-Affäre, auch *Irangate* genannt, siehe den Wikipedia-Eintrag.

³⁸⁹ "Chief Takes Over New Agency to Thwart Attacks on U.S." von John Markoff, *New York Times*, 13. Februar 2002.

würde, sorgte für starke Verwunderung und Überwachungsängste.³⁹⁰ Bürgerrechtsorganisationen, wie die *Electronic Frontier Foundation* in San Francisco (EFF), protestierten wegen der ‚Orwellschen‘ Absichten und wegen der Vergangenheit von Poindexter gegen diese Behörde.

Die Mission des IAO war es, soviel Informationen wie möglich an einer zentralen Stelle über jede Person zusammenzutragen. Dadurch sollte es der US-Regierung ermöglicht werden, auf folgende Aktivitäten jederzeit Zugriff zu haben: Internetaktivitäten, die Historie von Kreditkarteneinkäufen, Käufe von Flugtickets, Mietwagen, Medizinische Aufzeichnungen (Krankenberichte), Studienbücher, Führerscheinelizenzen, Gas-, Wasser- und Stromrechnungen, Steuererstattungen und andere Daten. Im Wesentlichen war es das Ziel des IAO, in der Lage zu sein, die gesamte Lebensgeschichte von Gedanken und Bewegungen irgendeines Individuums auf diesem Planeten auf Verlangen rekonstruieren zu können, ein Unterfangen, das damals der Bush-Administration notwendig erschien, um der Bedrohung des Terrorismus adäquat begegnen zu können.³⁹¹

Des weiteren war das Logo des IAO (Abb. 26), welches von der Rückseite des Siegels der USA inspiriert wurde, Zündstoff für Illuminaten-Gläubige und Verschwörungstheoretiker, vor allem angesichts des allsehenden Auges, das auf die Weltkugel blickt und außerdem schon auf den Ein-Dollarnoten abgebildet ist.

Nach den Kritiken am Logo wurde dieses am 19. Dezember 2002 von der Seite entfernt. Inzwischen sind alle links auf die ursprüngliche Seite, wo es noch zu sehen war, auch blockiert.

Am 16. Januar 2003 wurde von Senator Russ Feingold ein Gesetz eingebracht, das den Kongress zu einer Prüfung der Aktivitäten der IAO veranlassen sollte. Nach einer ähnlichen Eingabe eines anderen Senators sollte die IAO nicht mehr in den USA operieren dürfen. Ende Februar desselben Jahres wurde dann eine Anordnung erlassen, nach der die IAO alle Aktivitäten beenden sollte.

Die DARPA änderte am 20. Mai 2003 den Namen in *Terrorist Information Awareness*, um damit deutlich zu machen, dass man nicht Dossiers von US-Bürgern anfertigen wolle. Stattdessen solle die Behörde nur zur Terrorismusbekämpfung dienen. Trotz alledem wurde zwei Monate später beschlossen, keine Gelder mehr für die Behörde bereitzustellen.



³⁹⁰ Peta = 1000 Tera = 1 Million Giga. Zu dieser Zeit (2002) war die Größenordnung Peta-Byte für „normale“ Computerbenutzer eine astronomisch große Zahl.

³⁹¹ Quelle hierfür sowie für das Folgende:

http://www.sourcewatch.org/index.php?title=Total_Information_Awareness (Aufruf am 12. Mai 2011)

Abb. 26 Logo des IAO Dept. der DARPA. Es wurde schon im Dezember 2002, nach Etablierung des IAO anfangs desselben Jahres, wieder entfernt und ist auch auf älteren Web-Seiten des IAO nicht mehr zu sehen.

Am 14. Juli 2003 berichtete *Wired News*, daß des "... Senate's \$ 368 billion version of the 2004 defense appropriations bill, released from committee to the full Senate on Wednesday, contains a provision that would deny all funds to, and thus would effectively kill, the Terrorism Information Awareness program, formerly known as Total Information Awareness. TIA's projected budget for 2004 is \$169 million."³⁹²

Im Conference Report H.R. 2658, Department of Defense Appropriations Act, 2004 (24. September 2003, House Report 108-283) konnte man dann lesen:

- Sec. 8131. (a) Notwithstanding any other provision of law, none of the funds appropriated or otherwise made available in this or any other Act may be obligated for the Terrorism Information Awareness Program ...
- the term "Terrorism Information Awareness Program" means the program known either as Terrorism Information Awareness or Total Information Awareness, or any successor program, funded by the DARPA, or any other Department or element of the Federal Government, including the individual components of such Program developed by the DARPA.

In einem folgenden Review des Repräsentantenhauses³⁹³ wurden allerdings die Restriktionen lediglich für den „Einsatz“ und die „Implementation“ angesehen, nicht für Forschung.³⁹⁴

Reuters erhielt einen Kongressbericht, der neun Monate, nachdem der Kongress das kontroverse Computerüberwachungs-Programm des Pentagon abgeschossen hatte, zeigte, daß die US-Verwaltung fortführt, private Aufzeichnungen und Datenbanken durchzukämmen, um verdächtige Aktivitäten auszuschnüffeln. Peter Swire, oberster Beamter der Clinton-Administration, sagte:

"I believe that Total Information Awareness is continuing under other names."³⁹⁵

Als Teil des "Total Information Awareness" Programms werden verschiedene neue Technologien erforscht:

- **Effective Affordable Reusable Speech-to-text**, oder **EARS**, hat das ausgesprochene Ziel, "developing speech-to-text (automatic transcription) technology whose output is substantially richer and much more accurate than currently possible." Dieses Programm ist auf menschliche Radio- und Telephon-Konversation in einer Vielzahl von Sprachen fokussiert; es ist notwendig für die computerunterstützte Analyse der massiven Anzahl an Telefonüberwachungen, zu der das IAO ohne richterliche Anordnung das Recht hat.
- **Futures Markets Applied to Prediction**, or **FutureMAP**, ist dazu gedacht, sich "auf Markt-basierte Techniken zu konzentrieren, um Überraschungen zu vermeiden und zukünftige Ereignisse vorherzusagen." Es analysiert Daten der Weltökonomie, um politische Instabilität, Bedrohungen der nationalen Sicherheit und ganz allgemein jedes größere Ereignis in der nächsten Zukunft bereits im

³⁹² Ryan Singel, Funding for TIA. All But Dead (<http://www.wired.com/politics/law/news/2003/07/59606>; Aufruf am 15. Mai 2011).

³⁹³ Bericht Nr. 108-381: INTELLIGENCE AUTHORIZATION ACT FOR FISCAL YEAR 2004 (http://www.fas.org/irp/congress/2003_rpt/2004conf.html; Aufruf am 14. Mai 2011)

³⁹⁴ Michael J. Sniffen, Pentagon's terrorism research lives on at other agencies, Associated Press vom 23. Februar 2004 (<http://www.fas.org/irp/news/2004/02/ap022304.html>; Aufruf am 14. Mai 2011)

³⁹⁵ Democracy Now! Am 03. Juni 2004 (http://www.sourcewatch.org/index.php?title=Democracy_Now! [Aufruf am 14. Mai 2011])

Ansatz vorauszusagen. Die dezidierte Strategie des IAO für diese Abteilung umfaßt auch: "the markets must also be sufficiently robust to withstand manipulation", was auf die Absicht schließen läßt, zukünftige Ereignisse zu beeinflussen, um die Ziele der USA zu unterstützen.

- **Genisys** ist der Name eines Datenbanksystems, das als die zentrale Informationseinheit für das IAO implementiert werden sollte. Die bis dahin verwendeten Datenbanksysteme, die in der 1980er Jahren entworfen worden waren, erwiesen sich für die enormen Mengen an Daten, die es zu sammeln galt, als vollkommen unzureichend.
- **Genoa** stellt die "structured argumentation, decision-making and corporate memory to rapidly deal with and adjust to dynamic crisis management" zur Verfügung. Im wesentlichen ist dieses Programm dazu entworfen, Schlußfolgerungen zu ziehen und Entscheidungen auf der Basis von Informationen zu treffen, die menschliche Analyse („human analysis“), Firmengeschichte („corporate history“), und strukturiertes Denken miteinander vereinigen. Dieses Forschungsprojekt wurde im Fiskaljahr 2002 beendet; ihm folgte das **Genoa II** Projekt, das in effektiver Weise die Zusammenarbeit zwischen den Regierungsabteilungen automatisch regeln soll.
- **Human Identification at a Distance**, oder **HumanID**, "ist ein Programm, um automatisierte, biometrische Identifikationstechnologien zu entwickeln, um Menschen über große Distanzen aufspüren, erkennen und identifizieren zu können." Dieses Programm war dazu gedacht, ein Gesichts- und Gangart-Identifikationssystem über eine Distanz von 150 m für das Fiskaljahr 2004 zu implementieren.³⁹⁶
- **Translingual Information Detection, Extraction and Summarization**, oder **TIDES**, wird entwickelt, um Informationen in der Sprache oder im Text verschiedener Sprachen zu entdecken, zu übersetzen und zu extrahieren. Eine Demonstration der maschinellen Fähigkeiten und Integration in die TIA Systeme der DARPA wurde 2003 erwartet und xxxxxxxxxxxxxxxx. Es dient zum Beispiel dem FBI für dessen beide Systeme: *Federal Bureau of Investigation (FBI) Integrated Data Warehouse (IDW)* und *Security Concept of Operations (S-CONOPS), Investigative Data Warehouse (IDW) Program*.
- **Wargaming the Asymmetric Environment**, oder **WAE**, ist dazu gedacht, automatische Technologien zu entwickeln, die in der Lage sind, terroristische Attacken vorherzusagen und prädiktive Indikatoren durch die Überprüfung individuellen und Gruppenverhaltens in einem breiten Umfeld zu identifizieren. Das WAE wird auch Interventionsstrategien auf der Basis der Motivation spezifischer Terroristen entwickeln.

Wie schon gesagt, ist das TIA keineswegs „gestorben“, sondern es werden ganze Teile des TIA offenbar weiterhin von der *National Security Agency (NSA)* genutzt, die u.a. die Oberhoheit in Fragen der Kryptologie innehat. Keine Verschlüsselung darf so hoch sein, daß die NSA sie nicht mehr dekryptifizieren kann. Wie das US-Magazin "The National Journal" kürzlich berichtete, ist die Arbeit an zwei Data-Mining-Systemen im TIA-Projekt

³⁹⁶ Eine extreme Version für einen solchen Vorschlag wird als Kognotechnologie bezeichnet; sie stützt sich u.a. auf Nanotechnologie. Zahlreiche amerikanische Universitäten haben Forschungsprojekte für das TIA Human ID aufgelegt, die hauptsächlich von der DARPA finanziert werden. An der University of Southampton ist ein Forschungsprogramm zur „Gangarterkennung“ mit dem Titel „Automatic Gait Recognition for Human ID at a Distance“ angesiedelt, an der University of Texas in Dallas das „Human Identification Project“, die University of Colorado erprobt die Algorithmen zur Gesichtserkennung, das Georgia Institute of Technology konzentriert sich ebenfalls auf GAIT. Auch das Labor für künstliche Intelligenz des Massachusetts Institute of Technology hat natürlich ein eigenes Human ID Projekt (siehe DIE RAVEN HOMEPAGE, <http://hp.kairaven.de/miniwahr/tias-iao4.html>. Aufruf am 31. Mai 2011). Zur hoch-interessanten Technik der Gait Recognition siehe z.B. die Seminararbeit von Stefan Meyer vom 22. Januar 2004 am Lehrstuhl für Messtechnik und Bildverarbeitung der RWTH Aachen (Power-Point Vortrag; www.tvk.rwth-aachen.de/~stef/research/gait_vortrag.ppt; Aufruf am 1. Juni 2011).

nicht eingestellt, sondern an eine Abteilung der NSA weitergegeben worden. Es handelt sich dabei um das "Information Awareness Prototype System" und "Genoa II", deren Entwicklung unter den Bezeichnungen "Basketball" und "Topsail" von der US-Regierung weiterfinanziert wird.

Grundlage ist offenbar ein als geheim eingestuftes Zusatz zu dem Gesetz, mit dem die Finanzierung von TIA 2003 vom US-Kongress eingestellt worden war. Danach werden Teile des Projekts weiter gefördert, wenn sie von anderen amerikanischen Regierungsbehörden übernommen werden.

Die NSA hat Zugriff auf die Kommunikationsdatenaufzeichnungen der meisten US-Telekommunikationsunternehmen und wertet diese unter Umgehung des so genannten FISA-Gesetzes aus, um Hinweise auf terroristische Aktivitäten herauszufiltern. Das FISA-Gesetz von 1978 (*Foreign Intelligence Surveillance Act*)³⁹⁷ schreibt eigentlich vor, dass Lauschangriffe in den USA nur mit richterlicher Genehmigung erfolgen dürfen. US-Justizminister Alberto Gonzalez hatte in einer Anhörung im Februar 2006 eingeräumt, dass das FISA-Gesetz nicht in allen Fällen eingehalten worden war. Die New York Times hatte nämlich Ende 2005 enthüllt, dass die Regierung von George W. Bush trotz der Aufweichung und der erweiterten Befugnisse das Gesetz systematisch gebrochen hatte und tausendfach die Kommunikation von Amerikanern im Ausland mit den USA abhören ließ. Als die Senatoren Gonzalez fragten, warum FISA überhaupt umgangen worden sei, antwortete dieser, er könne dazu aus Gründen der nationalen Sicherheit keine Aussage machen.

Inzwischen wurde das FISA-Gesetz 2008 erneuert und soll bis 2012 gelten. Danach kann legal jeder Amerikaner, der sich nachweislich im Ausland aufhält und mit den USA kommuniziert, abgehört werden.

Zwei Hauptkomponenten des TIA-Projekts sind auf diese Weise weitergewandert – zur Advanced Research and Development Activity (ARDA), die im NSA-Hauptquartier in Fort Meade – Spitzname: „Crypto City“ – angesiedelt ist. Dabei handelt es sich zum einen um das Information Awareness Prototype System. Das war als Kernstück der TIA-Architektur gedacht und sollte sämtliche Werkzeuge zur Gewinnung, Analyse und Weiterleitung von Informationen integrieren. Laut *National Journal* wurde es in „Basketball“ umbenannt. Die zweite Komponente war Genoa II (siehe oben). Dieses läuft nun unter dem Name „Topsail“ weiter.

Gonzalez' Zeugenaussage, dass die US-Regierung verstärkten Gebrauch von FISA macht, und seine Argumentation, warum das Gesetz nur teilweise gelte, zeigt: Das Problem ist nicht nur, dass Regierungsagenten schnell handeln wollen. Die FISA-Regeln verlangen für die Genehmigung eines Lauschangriffs die altmodische Begründung eines „Verdachtsfalls“ vor dem zuständigen Gericht. Diese Regelung kann jedoch nicht greifen, wenn die NSA eine automatisierte Analyse und Auswertung von Telefon- und Email-Daten vornimmt.³⁹⁸

Wie die Klage der EFF gegen AT&T zeigt, hat die NSA Zugang zu den Schaltungen und Aufzeichnungen der meisten, vielleicht sogar aller führenden amerikanischen Telekommunikationsunternehmen. Deren Datenressourcen sind umfangreich: Im AT&T-Rechenzentrum in Kansas etwa sind 1.92 Billionen Gesprächsaufzeichnungen aus mehreren Jahrzehnten gespeichert. Mehr noch, die meisten internationalen Telekommunikationsverbindungen laufen inzwischen nicht mehr über Satelliten, sondern über unterseeische Glasfaserkabel, so dass viele Carrier internationale Telefonate über ihre Schaltrechner in den USA leiten.

³⁹⁷ Siehe z.B. Yannick Haan und Ulf Gartzke, Politischer Bericht aus den Vereinigten Staaten von Amerika, Hanns-Seidel-Stiftung e.V., Berichte aus dem Ausland 4/2008 (http://www.hss.de/uploads/tx_ddceventsbrowser/1703HSS_Bericht_Gartzke_01.pdf; Aufruf am 15. Mai 2011).

³⁹⁸ Dies und das folgende nach Mark Williams, Das Total Information Awareness Projekt – Ein digitaler Untoter, vom 27. März 2006 (<http://www.heise.de/tr/artikel/Das-Total-Information-Awareness-Projekt-ein-digitaler-Untoter-278421.html>; Aufruf am 15. Mai 2011).

Dank der Willfährigkeit der Telekom-Unternehmen kann die NSA heute deutlich mehr Kommunikationsvorgänge abfangen, und dies fast in Echtzeit. Mit Zugang zum Großteil des weltweiten Telefondatenverkehrs können die Superrechner der NSA jeden Anruf in einem Netzwerk digital absaugen und ein Arsenal an Data-Mining-Werkzeugen darauf loslassen. Eine Datenverkehrsanalyse zusammen mit der Theorie sozialer Netzwerke (sic!) erlaubt, Muster möglicher terroristischer Aktivitäten aufzudecken, die menschlichen Analysten unzugänglich wären. Das Filtern von Inhalten mit Hilfe von ausgeklügelten Suchalgorithmen und statistischen Verfahren wie der Bayes'schen Analyse sowie Methoden des Maschinenlernens ermöglichen die Suche nach bestimmten Wörtern oder Sprachkombinationen, die auf die Kommunikation von Terroristen hindeuten könnten.³⁹⁹

Ob die speziellen TIA-Technologien von der NSA in der Inlandsüberwachung der USA tatsächlich schon genutzt werden, ist noch nicht bewiesen. Die beiden Teilsysteme Topsail und Basketball ähneln aber Beschreibungen von Technologien, die ARDA und NSA einsetzen, um die Datenströme aus Telefon- und E-Mailkommunikation zu belauschen. Ein ehemaliger TIA-Projektmanager hat ausgesagt, dass die TIA-Forscher sich regelmäßig mit der ARDA ausgetauscht und eine „gute Koordinierung“ unterhalten hätten.

Diese letzte Tatsache ist besonders bedeutsam. Ganz gleich, ob nun TIA-Technologien in der Inlandsaufklärung eingesetzt wurden oder nicht – vergleichbare Technologien kamen auf jeden Fall zum Einsatz. 2002 vergab die ARDA beispielsweise Fördergelder in Höhe von 64 Millionen Dollar für ein neues Programm namens „Novel Intelligence from Massive Data“. Eine Untersuchung des US-Rechnungshofes von 2004 zeigte darüberhinaus, dass amerikanische Regierungsbehörden 199 Data-Mining-Projekte betrieben oder entwickelten. Davon waren 120 darauf ausgelegt, große Mengen an persönlichen Daten zu sammeln und auszuwerten, um das Verhalten von Individuen vorhersagen zu können. Da die als geheim eingestufte Projekte in der Untersuchung nicht berücksichtigt wurden, dürfte die tatsächliche Zahl noch weitaus höher ausfallen.

Zusätzlich zu diesen Programmen existieren bereits Data-Mining-Anwendungen in der Industrie, die etwa Kreditkartenbetrug oder Gesundheitsrisiken für Versicherungen aufspüren sollen. All diese Informationen gehen in Datenbanken ein, die früher oder später für Behörden zugänglich werden könnten.

Wie also sollte man Data-Mining-Technologien wie TIA regulieren?

Kim A. Taipale, leitender Direktor am *Center for Advanced Studies in Science and Technology Policy* in New York, wies 2006 in einem Artikel ("Whispering Wires and Warrantless Wiretaps: Data Mining and Foreign Intelligence Surveillance")⁴⁰⁰ darauf hin, dass es 1978, als FISA verfasst wurde, noch sinnvoll war, das Gesetz auf das Abfangen von klar definierten Kommunikationsvorgängen zu beschränken. Denn diese fanden damals in Telefonaten immer zwischen zwei bekannten Endpunkten statt, so dass der Kommunikationskanal abgehört werden konnte.

In heutigen Netzwerken wird die Kommunikation hingegen während des Sendens in einzelne Datenpakete, normalerweise, wie bei America Online (AOL), etwa acht zerlegt und beim Empfänger wieder zusammengefügt. Will man diese abfangen, muss man Filter an diversen Kommunikationsknoten installieren, in der Hoffnung, die richtigen Pakete herauszufischen und wieder richtig zusammensetzen. Selbst wenn man eine konkrete Kommunikationsverbindung belauschen will, muss man deshalb den gesamten Datenfluss überwachen, in den diese eingebettet ist. Angesichts dessen sei das FISA-Gesetz nicht mehr zeitgemäß, argumentiert Taipale. Denn wenn man „es in einer strengen Auslegung

³⁹⁹ Zur Zeit wird dieses Verfahren auf SPAM-Filter angewendet; die Frage des Wahrscheinlichkeitsansatzes nach Bayes ist: wie wahrscheinlich ist es, daß dieses Wort oder diese Wortkombination „gefährlich“, „unnützlich“, „unlauter“ etc., je nach Fragestellung, ist? Jeder Email-Nutzer weiß indes, daß dieses Verfahren nicht sehr genau ist; immer wieder landen Nachrichten im SPAM-Filter, die erwünscht und/oder erwartet waren. Wenn dies bei der Terroristenidentifizierung auch so sein sollte, und dafür spricht vieles, dann bekommen wir eine Ahnung, was für ein Terror dadurch erst erzeugt werden wird.

⁴⁰⁰ Bulletin on Law & Security Spring 2006, Supplement to *The NYU Review of Law and Security, Issue No. 6* "The NSA and the War on Terror" (<http://whisperingwires.info/>; Aufruf am 15. Mai 2011)

anwendet – also ohne ‚elektronische Überwachung‘ des ausländischen Kommunikationsflusses durch die USA oder dort, wo sich mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit US-Bürger abhören lassen –, dann könnte es keine automatisierte Überwachung irgendeiner Art geben.“⁴⁰¹

Taipale schlägt vor, das FISA-Gesetz nicht aufzugeben, sondern anzupassen. Elektronische Überwachung würde dann den Status einer gewöhnlichen kurzen Personenüberprüfung nach US-Recht bekommen, falls ein Verdachtsmoment vorliegt. Im Kontext automatisierten Data-Minings würde das bedeuten, dass die Überwachung abgebrochen wird, wenn der Verdacht sich als unbegründet erwiesen hat. Sollte sich der Verdacht hingegen erhärten, würde der Lauschangriff fortgesetzt, und dann müsste vom Überwachungspersonal entschieden werden, ob eine richterliche Genehmigung im Sinne des FISA-Gesetzes nötig ist, um die Identität des Belauschten zu ermitteln.

FISA und andere Gesetze zum Schutz der Privatsphäre ungeachtet der heutigen technischen Veränderungen aufrechterhalten zu wollen, betont Taipale, würde zu einem Absolutismus im Kampf um die Privatsphäre führen, der sich am Ende selbst besiegt. Ein Beispiel dafür könnte das Schicksal des *Genisys Privacy Protection* Projekts sein. Dieser Teil des TIA-Projekts war dazu gedacht, Sicherheitsbehörden gleichzeitig größeren Zugang zu Daten zu verschaffen und die individuelle Privatsphäre zu schützen, indem die Daten den Analytikern nur anonymisiert zur Verfügung gestellt wurden. Die Identität einer Person sollte erst enthüllt werden, wenn Beweise und eine entsprechende Genehmigung vorlagen. Genisys war die einzige TIA-Technologie, die gestoppt wurde, nachdem der öffentliche Aufschrei das TIA-Projekt zu Fall gebracht hatte.

Als eine weitere, beachtenswerte Maßnahme als Antwort auf 9/11 wurde im Jahre 2002 ein neues Ministerium der USA geschaffen, das **Heimatschutzministerium der Vereinigten Staaten** (engl. *United States Department of Homeland Security*, DHS).⁴⁰² Es ist mit über 200 000 Beschäftigten nach dem Pentagon und der Rentenorganisation die drittgrößte Bundesbehörde. In ihm wurden einige zuvor unabhängige Institutionen zusammengelegt, so zum Beispiel die Sicherheitskontrollen an den Flughäfen, der Zoll, die Küstenwache und die Katastrophenschutzbehörde *Federal Emergency Management Agency* (FEMA). Entgegen ursprünglichen Plänen wurden ihm jedoch nicht das FBI und die CIA unterstellt. Erster Minister des DHS war Tom Ridge. Seit dem 20. Januar 2009 ist Janet Napolitano die Ministerin.

Hauptaufgabe des DHS ist der Schutz der amerikanischen Bevölkerung und Staatsgebiete vor terroristischen und anderen Bedrohungen. Diese Aufgabe obliegt in den USA anders als in anderen Ländern somit nicht dem Innenministerium, denn das Innenministerium der Vereinigten Staaten ist nur für die Verwaltung der bundeseigenen Ländereien wie Nationalparks verantwortlich.

Das Ministerium nahm 22 bestehende Bundesbehörden in sich auf, z.B. den Katastrophenschutz (siehe unten). Diesen hatte Präsident Jimmy Carter bereits 1979 für nationale Notfälle gegründet. FEMA wurde damals aus mehreren kleinen *Agenturen* zu einer Bundesbehörde zusammengefügt und zählt heute innerhalb des Ministeriums 2600 Angestellte.

Eine weitere Vorläufer-Institution war das *United States Army Corps of Engineers* (USACE). Es ist ein Hauptkommando der US Army für das Pionier- und Bauingenieurwesen mit landes- und weltweiten Strukturen.

Die Koordinierungsstelle der Homeland Security ist das *National Operations Center* (NOC). Sitz der Behörde ist der Nebraska Avenue Complex, Washington D.C. Ein weiteres Büro unterhält man im Ronald Reagan Building im Federal Triangle. Im Weißen Haus gibt

⁴⁰¹ Ibd.

⁴⁰² Das Folgende nach Wikipedia, Stichwort „Heimatschutzministerium der Vereinigten Staaten“ (Aufruf am 10. Mai 2011)

es zur politischen Koordinierung den Heimatschutz-Rat (*Homeland Security Council*) mit John O. Brennan als Präsidentenberater für den Heimatschutz an der Spitze. Andere bedeutende Vertretungen, die unter den Verantwortungsbereich des Heimatschutzministeriums fallen, umfassen unter anderem die US-Ministerien für Gesundheit, Justiz und Energie.

Obwohl nach Mitarbeitern drittgrößtes Ministerium, ist das Budget jedoch deutlich kleiner als das der beiden größten Ministerien und beträgt etwa die Hälfte des Budgets des Landwirtschaftsministeriums.

Im Namen des Heimatschutzministeriums unterzeichnete George W. Bush im Mai 2007 die *National Security Presidential Directive 51* (NSPD 51), auch als *Homeland Security Presidential Directive 20* (HSPD 20) bekannt, eine präsidentielle Direktive zur nationalen Sicherheit, die im Falle einer nationalen Katastrophe, eines Notfalls oder Angriffs die Fortdauer der konstitutionellen Regierungsarbeit („Enduring Constitutional Government“) sicherstellen soll, indem der US-Präsident sich mit der Führung der gesamten Bundesregierung betraut, und die Kooperation zwischen der Exekutive, der Legislative, und der Judikative koordiniert.

Interessant ist der Aufbau des DHS:

unterstellte Behörden

- United States Citizenship and Immigration Services
- United States Customs and Border Protection
- United States Immigration and Customs Enforcement
- Transportation Security Administration
- United States Coast Guard (Küstenwache; durch Präsidialbeschluss oder im Falle einer Kriegserklärung durch den Kongress untersteht sie automatisch der Navy, bis der Präsident etwas anderes dekretiert)
- Federal Emergency Management Agency (FEMA)
- United States Secret Service

beratende Organe

- Homeland Security Advisory Council
- National Infrastructure Advisory Council
- Homeland Security Science and Technology Advisory Committee
- Critical Infrastructure Partnership Advisory Council
- Interagency Coordinating Council on Emergency Preparedness and Individuals with Disabilities
- Task Force on New Americans

Einrichtungen des Ministeriums

- Domestic Nuclear Detection Office
- Federal Law Enforcement Training Center
- National Protection and Programs Directorate
 - Federal Protective Service
 - National Communications System
- Directorate for Science and Technology
- Directorate for Management
- Office of Policy
 - Office of Immigration Statistics
- Office of Health Affairs
- Office of Intelligence and Analysis
- Office of Operations Coordination
- Office of the Secretary, umfaßt
 - Privacy Office,
 - Office for Civil Rights and Civil Liberties,
 - Office of Inspector General,
 - Citizenship and Immigration Services Ombudsman,

- Office of Legislative Affairs,
- Office of the General Counsel,
- Office of Public Affairs,
- Office of Counternarcotics Enforcement (CNE),
- Office of the Executive Secretariat (ESEC),
- Military Advisor's Office;
- National Cyber Security Center.

Um seine Aufgabe zu erfüllen, Bedrohungen „vorauszusehen, zuvorzukommen und abzuwenden“, benutzt das Ministerium ein fünf Stufen umfassendes, auf Farben basierendes *Homeland Security Advisory System*, um die angenommene Gefahrenlage anzuzeigen: Grün, Blau, Gelb, Orange, Rot. Eine ähnliche Skala wird schon seit den Zeiten des Kalten Krieges vom US-Militär verwendet, um den Verteidigungszustand der Streitkräfte anzuzeigen. Er wurde als *DefCon* bekannt. Das *Homeland Security Advisory System* wurde unter anderem von Michael Moore in seinem Film „Fahrenheit 9/11“ kritisiert, weil es der Regierung durch Anhebung der Gefahrenstufe ermögliche, die Medienaufmerksamkeit auf sich und von gewissen anderen Ereignissen abzulenken. Zum Beispiel wurde beim Parteikongress der Demokraten in Boston 2004 vor den Präsidentschaftswahlen die Alarmstufe angehoben, weil „Hinweise auf Anschläge“ eingetroffen seien. Beim Wahlparteitag der Republikaner im selben Jahr in New York geschah dies aber nicht.

Ein weiterer Kritikpunkt besteht darin, dass noch nie objektive Kriterien für die Warnstufen veröffentlicht wurden. Dazu wird von Sicherheitsexperten das Warnsystem hinterfragt, weil die Warnhinweise viel zu wenig konkret sind. Die Polizeikräfte werden zwar bei einer erhöhten Alarmstufe aufgestockt, doch sie erhalten nur vage Hinweise wie „möglich sind Anschläge auf das Eisenbahnnetz“. Dies ist wenig hilfreich, denn logischerweise ist es *jederzeit* möglich, dass auf Eisenbahnen Anschläge verübt werden.

Als ob das alles noch nicht unheimlich genug ist, soll jetzt noch auf eine ominöse Datenbank einer dubiosen Firma in Florida hingewiesen werden, die den Namen MATRIX trägt. Auch in dieser sollen persönliche Informationen von Amerikanern gesammelt werden.⁴⁰³ Allein der Name ist nicht glücklich gewählt, ähnlich ungeschickt wie das FBI, das ein System zur Überwachung von Internetdaten *Carnivore* (Fleischfresser) nannte.

MATRIX steht für *Multistate Anti-Terrorism Information Exchange*. Mit dem System, entwickelt von der Firma Seisint in Boca Raton, Florida, sollen, wie die *Washington Post* berichtet⁴⁰⁴, Muster und Verbindungen zwischen Personen und Ereignissen schneller gefunden werden. In die Datenbank werden Informationen der Strafverfolgungsbehörden sowie persönliche Informationen über US-amerikanische Staatsbürger eingespeist, die in käuflichen Datensammlungen verfügbar sind. Alles sei ganz harmlos, wird gesagt, weil das System nur Daten benutze, die sowieso vorhanden und verfügbar seien. Wie der Name schon sagt, soll das System später nicht nur für Florida, sondern erst einmal in insgesamt 13 Bundesstaaten (Alabama, Connecticut, Florida, Georgia, Kentucky, Louisiana, Michigan, New York, Oregon, Pennsylvania, South Carolina, Ohio und Utah) eingesetzt werden und den Datenaustausch zwischen diesen Ländern verbessern. Für das Pilotprojekt sind Virginia, Maryland, Pennsylvania und New York vorgesehen.

Dabei geht das Matrix-Projekt gar nicht auf die Initiative von Behörden, sondern auf die eines Unternehmers zurück, der entweder meinte, sich um den Staat verdient machen zu wollen, oder aber glaubte, dass mit Sicherheitstechnik auch künftig gute Geschäfte zu machen sind. Hank Asher, der Gründer der IT-Firma Seisint Inc., rief anscheinend kurz nach den Anschlägen vom 11.9. bei der Polizei in Florida an und versprach, er könne die

⁴⁰³ Florian Rötzer, Matrix ist in Florida, 6. August 2003 (<http://www.heise.de/tp/artikel/15/15388/1.html>; Aufruf am 10. Mai 2011). Der Artikel wird hier weitgehend wiedergegeben.

⁴⁰⁴ Robert O'Harrow, U.S. Backs Florida's New Counterterrorism Database, *Washington Post* vom 6. August 2003 (<http://www.washingtonpost.com/ac2/wp-dyn/A21872-2003Aug5?language=printer>; Aufruf am 15. Mai 2011)

Terroristen und andere finden, die verdächtig sind. Seisint stellte dann Florida MATRIX erst einmal kostenlos zur Verfügung. Dann wurde das System in anderen Staaten vorgeführt und wohlwollend aufgenommen. Dabei kam die Idee auf, die Datenbank mit einer Suchmaschine namens "Who" auszustatten, die im Zentrum des Projekts stehen sollte.

Das Justizministerium von Florida hat dann in das von Seisint entwickelte Programm MATRIX weitere vier Millionen Dollar gesteckt, um es landesweit zu erweitern. Und auch für das angeblich kostenlos für Florida entwickelte System hatte Seisint 1.6 Millionen \$ bewilligt bekommen. Das uns schon bekannte Heimatschutzministerium wollte dann weitere 8 Millionen investieren. Offenbar wird das System bereits kurz darauf in Florida benutzt. Bislang sollen sich 135 Polizeibehörden angeschlossen haben (Stand: 2003). MATRIX soll nach einem Dokument des Justizministeriums "den Austausch von Informationen über Terrorismus und andere kriminelle Aktivitäten erweitern und verbessern". Abgesprochen wurde das System offenbar auch mit dem demokratischen Senator Bob Graham, während dieser Leiter des Geheimdienstausschusses war. Graham und die Demokraten hatten übrigens hohe Spenden von Seisint erhalten.

Neben Virginia, Maryland, Pennsylvania und New York nimmt auch Washington D.C. an der geplanten MATRIX-Datenbank oder dem weniger monströs klingenden internetbasierten *Justice Information System* teil. Der demokratische Bürgermeister von Washington D.C., Anthony Williams, wies noch einmal darauf hin, dass es sich dabei nicht nur um Informationen zur Vorbereitung auf Notfälle handelt, sondern daß die Datenbank auch zur Bekämpfung der allgemeinen Kriminalität gedacht ist. Man würde die Informationen auf die Daten der Strafverfolgungsbehörden beschränken und nicht alle verfügbaren Daten aller Amerikaner in einer zentralen Datenbank speichern.

Das System soll, wie Margret Nedelkoff Kellems, in Washington für öffentliche Sicherheit zuständig, es beispielsweise ermöglichen, in Kraftfahrzeug-Daten nach Fotografien und Informationen über rothaarige Besitzer von roten Hondas im Umkreis von 30 Kilometern um einen bestimmten Ort herum zu suchen. Das hieße dann aber doch, dass Informationen über alle Bürger zumindest der beteiligten Bundesstaaten verfügbar sein würden. Kellems war offenbar bemüht, das mit staatlichen Geldern weiter entwickelte System von der MATRIX-Datenbank in Florida abzugrenzen, die mehr Daten enthalten soll.

Und wie schon im Fall von Poindexter bei der TIA ist auch der Experte für Computertechnologie Hank Asher eine dubiose Gestalt.⁴⁰⁵ 1999 beendete die DEA und das FBI einen Vertrag mit einer Asher-Firma, weil bekannt wurde, dass er von einem Zeugen als Pilot und Drogenschmuggler identifiziert worden ist und als Informant fungiert hat. Von der Drogengeschichte wisse man im Justizministerium, aber schließlich sei er weder angeklagt noch verhaftet worden. Seit 1993 arbeitet Asher mit den Strafverfolgern in Florida zusammen, dem Florida Department of Law Enforcement (FDLE) - unbeschadet dessen, dass das FBI und die DEA 1999 die Verträge mit seiner alten Firma DBT Online wegen seiner Verbindungen mit dem Drogenschmuggel beendeten, woraufhin Asher die Firma verkauft hatte. Trotzdem erhielt seine neue Firma Seisint in Florida zwei Verträge, ohne dass dabei eine Ausschreibung stattfand. Mit dem ehemaligen Direktor des FDLE, der gerade pensioniert wurde, ist Asher eng befreundet. Der neue Direktor hat inzwischen eine Hintergrundüberprüfung von Asher angeordnet.

Asher hat auch für andere Behörden wie dem FBI oder dem Secret Service kostenlos gearbeitet. Angeblich habe die Firma tatsächlich dabei geholfen, Verbindungen zwischen den Flugzeugentführern von 9/11 herzustellen. Bekanntlich haben einige der Flugzeugentführer unter immer noch mysteriösen Umständen in Florida Flugunterricht genommen. Auch hier gibt es Verbindungen zum Drogenschmuggel. Der deutsche

⁴⁰⁵ Siehe Lucy Morgan, FDLE hires former drug smuggler. The computer expert with strong ties to law enforcement will help the state track terrorists, St. Petersburg Times vom 2. August 2003. FDLE ist das Florida Department of Law Enforcement. (http://www.sptimes.com/Channel10/2003/08/02/State/FDLE_hires_former_dru.htm; Aufruf am

Journalist Mathias Bröckers, der für SPIEGEL-online arbeitet, erwähnt diese Verbindung in seinem ersten Buch über die Ungereimtheiten der Darstellung der Ereignisse von 9/11; Bröckers hat nahezu allein im Internet dazu recherchiert.⁴⁰⁶ Seine Thesen sind allerdings in vielerlei Hinsicht mit Vorsicht zu genießen.⁴⁰⁷ Eine sehr viel seriösere Darstellung des Geschehens und seiner Hintergründe sowie politischen Folgen liegt jetzt von Bernd Greiner vor, der am Hamburger, von Jan Philipp Reemtsma geförderten Institut für Sozialforschung arbeitet.⁴⁰⁸

Interessant ist, dass Florida 1998 mit der DBT⁴⁰⁹, der damals noch Asher gehörenden Firma, einen Vertrag über 4 Millionen Dollar abschloss, um eine Wählerliste zu erstellen, auf der sich diejenigen befanden, die von der Wahl ausgeschlossen werden können. DBT wurde später zu ChoicePoint.⁴¹⁰ Für die Präsidentschaftswahlen im Jahr 2000 wurden aufgrund der Informationen von ChoicePoint von der Innenministerin Katherine Harris einige Zehntausend Menschen – vornehmlich Schwarze, Latinos und arme Weiße, also eher Gore-Wähler – von der Wahl ausgeschlossen, die angeblich in anderen Staaten Vorstrafen hatten. In den meisten US-Bundesstaaten dürfen Straftäter aber nach Verbüßung ihrer Strafe wieder wählen. Manche der Straftäter wurden auch erst in der Zukunft verurteilt, wie damals in der amerikanischen Presse berichtet wurde. Die Liste der angeblich Vorbestraften ist angeblich aus Texas gekommen. Zwar wurde die Liste von Harris korrigiert, aber Tausende blieben weiterhin von der Wahl ausgeschlossen. Die Wahl in Florida ging gerade einmal mit 500 Stimmen Mehrheit für Bush aus. In Florida wurden zudem über 170.000 abgegebene Stimmen für ungültig erklärt. Eine Nachzählung wurde vom Obersten Gericht als nicht für notwendig befunden, das Bush daher als Sieger der Wahl anerkannte. Eine genauere Evaluation ergab allerdings, dass bei einer Nachzählung Al Gore der Gewinner in Florida und damit auch in den USA gewesen wäre.

Abschließend zur Geschichte der Computerentwicklung und ihres militaristischen Hintergrundes seien noch ein paar dürre Angaben über die Anzahl Rechner „im Netz“ während der vergangenen Jahrzehnte erlaubt:

- 1969: Vernetzung amerikanischer Forschungsinstitute zum ARPANet
- 1971: Erste E-Mail über das ARPANet
- 1981: Erster PC von IBM (Personal Computer 5150); 213 Rechner sind im ARPANet verbunden.

⁴⁰⁶ Vgl. Mathias Bröckers, *Verschwörungen, Verschwörungstheorien und die Geheimnisse des 11.9., Zweitausendeins: Frankfurt am Main 2002/2003* (28. Auflage). Vgl. auch das Folgebuch von Mathias Bröckers und Andreas Hauß, *Fakten, Fälschungen und die unterdrückten Beweise des 11.9., Zweitausendeins: Frankfurt am Main 2003* (3. Auflage).

⁴⁰⁷ Im ersten Buch von Bröckers, *Verschwörungen*, gibt es pikanterweise im Kapitel über die CIA eine kurze Passage zu unserem philosophischen Thema, in der die falsche Verwendung der Kategorie „Kausalität“ aus der grauen Vorzeit des mechanischen Determinismus zum wiederholten Male auftaucht. Dort heißt es: „Eine der Gefahren des Verschwörungsgedankens ist die Überschätzung der Kausalität, des direkten und allumfassenden Einflusses der Verschwörer, des linearen Ablaufs von Ursache und Wirkungsketten. Aus der Quantenphysik und der Chaosforschung wissen wir aber, dass es Wirkungen ohne Ursache gibt und dass gewaltige Effekte durch die ‚Störung‘ winziger, scheinbar unbedeutender Schmetterlingsflügel entstehen können. In offenen Systemen – also in der Realität, im Leben und auch in der Undercover-Welt – geht es nichtlinearer, fuzzy-hafter, chaotischer zu, als es der kriminalistischen Logik lieb sein kann.“ (Bröckers, *Verschwörungen*, S. 160). Alles, was recht ist, aber seit wann hat sich die Quantenphysik jemals mit Schmetterlingsflügeln beschäftigt? In einer Email darauf angesprochen, schrieb Mathias Bröckers mir, er habe jetzt keine Zeit, darauf einzugehen, er würde mir später antworten. Auf dieses „später“ warte ich noch heute.

⁴⁰⁸ Bernd Greiner, *9/11. Der Tag, die Angst, die Folgen*, C.H. Beck: München 2011. Ein weiteres Buch, schon aus dem Jahr 1997 (Erstveröffentlichung), das wesentlich seriöser als die Bücher von Bröckers ist, schildert die politisch-ökonomischen Hintergründe der katastrophalen Weltwirtschaft (Michel Chossudovsky, *Global Brutal. Der entfesselte Welthandel, die Armut, der Krieg*, Zweitausendeins: Frankfurt am Main 2002/2003 [17. Auflage]). Chossudovsky ist Prof. für Wirtschaftswissenschaften an der Universität von Ottawa und einer der Aktivisten der Bewegung von Seattle und Genua.

⁴⁰⁹ Im Internet findet sich eine Firma namens South Florida DBT, Inc. mit einem Copyright von 2008, die laut eigener Aussage folgendes anbietet: „*Dialectical Behavior Therapy (DBT) combines Cognitive Behavioral Therapy (CBT) strategies with mindfulness practice and helps people build ‚a life worth living.‘*“ (Aufruf am 16. Mai 2011)

⁴¹⁰ Laut Wikipedia bietet das Unternehmen, das 2004 von LexisNexis® Risk Solutions gekauft wurde, hauptsächlich Data-Mining Software an, hat 5500 Mitarbeiter und einen Umsatz von 1 Mrd. \$. Vgl. auch Handelsblatt vom 23. Juli 2010: Wer mit der Angst der Menschen Profit macht.

- 1985: 2000 Rechner sind online
- 1989: Tim Berners-Lee entwickelt am CERN in Genf die technischen Standards des World Wide Web.
- 1990: 313000 Rechner sind online
- 1993: Der erste grafikfähige Browser namens *Mosaic* öffnet das Internet auch für Laien; das CERN in Genf gibt die Nutzung des WWW für die Öffentlichkeit frei.
- 1995: 6.6 Millionen Rechner sind im Internet
- 1999: 43 Millionen Rechner sind im Internet
- 2001: 110 Millionen Rechner sind im Internet (Gründung von Wikipedia)
- 2003: 171,6 Millionen Rechner sind im Internet (Gründung von Skype)
- 2006: 395 Millionen Rechner sind im Internet
- 2009: 625 Millionen Rechner sind im Internet.⁴¹¹

Eine Graphik veranschaulicht diese Zahlen noch deutlicher, wie in Abb. 27 zu sehen ist. Ein Sättigungswert für diese exponentiell ansteigende Kurve ist nicht absehbar.

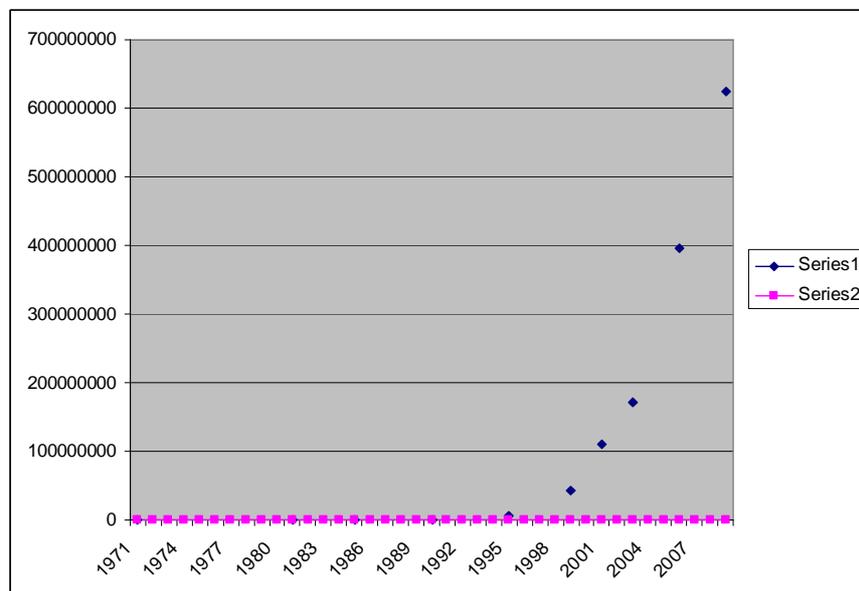


Abb. 27 Entwicklung der Anzahl der PCs „im Netz“ (Series 1) von 1971 (=1) bis 2009 (650 Millionen). (EXCEL-Graphik aufgrund der oben genannten Zahlen)

Nach diesem Exkurs, der anschaulich macht, was mit den hehren Zielen positivistischer, angeblich nur der Grundlagenforschung und Wahrheitsfindung verpflichteter Wissenschaftler alles angestellt oder was daraus werden kann, wenden wir uns wieder der Entstehungsgeschichte des Positivismus zu. Das hat den Vorteil, daß wir schon vorher eine Ahnung davon bekommen, wo die Grenzen des Positivismus hinsichtlich der praktischen Anwendung von Einzelwissenschaften liegen.

Über die Grundlagenkrise in der Mathematik, initiiert durch vier Ereignisse im Jahre 1928: das Erscheinen der „Grundzüge der theoretischen Logik“ von David Hilbert und Wilhelm Ackermann⁴¹², Hilberts Liste der „Probleme der Grundlegung der

⁴¹¹ Angaben nach: <http://www.computerwoche.de/netzwerke/web/1889589/index5.html> (Aufruf am 07. September 2009)

⁴¹² Erschienen im Springer Verlag: Berlin 1988.

Mathematik⁴¹³, und zwei Wiener Vorlesungen des holländischen Mathematikers *Luitzen Egbertus Jan Brouwer (1881-1966)*⁴¹⁴ wird an dieser Stelle nicht mehr eingegangen, weil dies zu weit in die Geschichte der mathematischen Logik oder sogar der Logik überhaupt hineinreicht. Jedoch sollte erwähnt werden, dass insbesondere eine philosophische Richtung, die „Analytische Philosophie“, sich mit *semantischen Antinomien* wie dem Satz „Alle Kreter sind Lügner“ herumschlägt – erfolglos, wie man gesehen hat. Außerdem genügt, wie Manfred Wetzel schlüssig nachgewiesen hat, zur Darstellung des mit formaler Logik nicht auflösbaren Widerspruchs der Satz „Ich lüge“.⁴¹⁵ Es müßte präziser sonst heißen „Alle Kreter lügen immer“. Dieser Widerspruch lässt sich nur unter Zuhilfenahme einer dialektischen Betrachtung lösen, die inhaltliche Logik, manchmal auch dreiwertige Logik genannt, berücksichtigt.

Als bekannteste *logische Antinomie* gilt das von Bertrand Russell 1903 veröffentlichte Paradoxon der naiven Mengenlehre⁴¹⁶:

Es ist die Menge aller Mengen, die sich nicht selbst als Element enthalten. Enthält diese Menge nun sich selbst als Element oder nicht? Angenommen, sie *enthält* sich selbst als Element; dies kann nicht sein, da sie nur all die Mengen enthält, die sich *nicht* selbst als Element enthalten, folglich, wenn sie sich selbst als Element enthielte, eine in ihr enthaltene Menge wäre, die ihrem Begriff widerspricht. Angenommen aber, sie enthält sich selbst *nicht* als eigenes Element; dies kann wiederum nicht sein, da sie in diesem Fall gemäß ihrer Begriffsbestimmung zu den in ihr als Element enthaltenen Mengen gehören muß und eine dritte Möglichkeit nicht existieren soll.⁴¹⁷ Die Menge aller Mengen, die sich nicht selbst als Element enthalten, ist daher eine *leere Menge*. Andere Möglichkeiten, leere Mengen zu definieren, sind auch: die Menge aller Zahlen, die durch Null dividiert eine reale Zahl ergeben; oder: die Menge aller natürlichen Zahlen, die kleiner als Null sind. Da es auch diese beiden letzteren nicht gibt, sind es leere Mengen.

Dem Positivismus ist es in keiner Spielart gelungen, derartige Antinomien in den Griff zu bekommen, sprich: ohne Dialektik und ohne inhaltliche oder auch dialektische Logik sowie ohne den Bezug der Begriffe zu ihren jeweiligen Gegenständen, nämlich solchen der Wirklichkeit bzw. der Realität, analytisch zu lösen. Daher wird die Realität ganz einfach ausgeblendet.

Verstandesdenken (Aufklärung) ist zwar ohne Logik nicht denkbar und Technik ohne Logik nicht entwickelbar. Aber selbst Logik bedarf aber einer Prämisse, einer Setzung, so wie in der Geometrie die Sätze von Euklid. Um Logik bei bestimmten Tätigkeiten anzuwenden – z.B. in der wissenschaftlichen Forschung oder bei technischen Entwicklungen – muß man Setzungen machen.

Z.B. kann man in der Geometrie nicht von einer „Geraden“ sprechen, wenn nicht vorher geklärt ist, was eine „Gerade“ überhaupt ist. Mit derlei Definitionen nimmt man Setzungen vor, um ein Feld überhaupt erst vermessen zu können. Dabei kann man sich nur im System ausdehnen, soweit es reicht, nicht unendlich. Der Computer z.B. aber dehnt sich unendlich aus, er hat keine Grenzen⁴¹⁸, was mit der Eigenschaft von Software zusammenhängt, abstrakt unbegrenzt zu sein. D.h., diese Technik enthält einen grundsätzlichen Widerspruch: wenn die Logik sich ins Unendliche ausdehnt, kommt sie in Konflikt mit ihren Prämissen. Gödels Unvollständigkeitstheorem markiert so „ein Loch in der Theorie“.

⁴¹³ Vortrag, gehalten auf dem Internationalen Mathematiker-Kongreß in Bologna am 3. September 1928, abgedruckt in *Mathematische Annalen* 102, 1-9 (1930)

⁴¹⁴ Ausführliches über L.E.J. Brouwer findet man in Wikipedia.

⁴¹⁵ Manfred Wetzel, Widersprüche in der Analytischen Wissenschaftstheorie, *DAS ARGUMENT* Nr. 88/1974, 862-882, hier: S. 874f.

⁴¹⁶ Bertrand Russell, *The Principles of Mathematics*, Cambridge 1903, § 106 Chapter X. The Contradiction.

⁴¹⁷ Nach Wetzel, *Widersprüche*, S. 875

⁴¹⁸ Marvin L. Minsky, *Computation: Finite and Infinite Machines*, Prentice Hall: Upper Saddle River, NJ 1967

Dazu höre man Heinz von Foerster (HvF), der bis zu seinem Tode eine außerhalb unseres Bewusstseins existierende Realität heftig ablehnte, im Interview mit Lutz Dammbeck (D) 2002⁴¹⁹:

„HvF: Ja, lassen Sie ´s mich a bisserl besser erklären. Sagen wir, es ist eine Lücke in meiner Theorie ... da kann ich nicht mehr drüber springen ... na das sind einfach neue Teilchen, die entweder grün, gelb oder ... ich weiß nicht was sind ... die ersetzen das Loch in meiner Theorie. So behaupte ich: jedes Teilchen, was wir heute in der Physik lesen, ist die Antwort für eine Frage, die wir nicht beantworten können.

D: Da fällt mir ein, bei diesem Loch in der Theorie... also ich komme von der Kunst, bin kein Mathematiker und für mich ist das eine Annäherung an eine fremde Materie und so habe ich mit großer Begeisterung vom „Gödelschen Unvollständigkeitssatz“ gelesen... ist das denn eine richtige Interpretation, daß das eine Lücke im Theoriegebäude der Mathematik nachweist?

HvF: Nein, es ist nicht die Lücke im Theoriegebäude der Mathematik, es ist eine Lücke in der Geschichte, die ich erfunden hab, um z.B. das Entstehen des Weltalls zu erklären...

D: Das heißt, der Gödelsche Unvollständigkeitssatz ist auch bloß eine Erfindung?

HvF: Ja, natürlich...

D: Und der stört sozusagen eine andere Erfindungskette...?

HvF: Genau. Ja, der Big-Bang ist ja auch eine Erfindung, nicht ... da kann man immer fragen: woher kommt dieser Big-Bang, und da können die natürlich sagen, da gibt es Teilchen, die wenn man sie genügend viele zusammensetzt, machen sie einen Big-Bang ... oder so ... na ich mach jetzt Blödel, aber so entsteht dann die Erfindung des Weltalls...

D: Meinen Sie denn, dass Ihre Kollegen, die Mathematiker und die Logiker, nehmen wir mal den Spencer Brown, dass die das als Insider, auch so betrachtet haben... also uns als Laien ist das ja als ‚heilige Schrift‘ erklärt worden...

HvF: Ja natürlich, die heilige Schrift muß das werden, was ich schreibe, denn sonst glaubt ´s mir ja niemand.“

Diese sich aus Gödels Sätzen ergebenden Fragen, der „nicht-formalisierbare Rest“, beschäftigten (und beunruhigten) die Teilnehmer der Macy Konferenzen, die sich mit der Zukunft der kybernetischen Maschine und einer kybernetischen Gesellschaft auseinandersetzten, um sich schließlich einfach darüber hinwegzusetzen.

Die Auffassung, daß das Gehirn des Menschen nichts weiter als eine Maschine sei und also wie ein Computer funktionieren müsse, was uns oben bereits bei dem Reduktionisten Tipler begegnete, wurde von dem deutsch-amerikanischen Wissenschaftshistoriker *Steve Joshua Heims (1910-2007)* stringent mit folgender Argumentation abgewiesen⁴²⁰:

⁴¹⁹ Dammbeck hatte einen Dokumentarfilm, „Das Netz“, über die Entstehung des Internet und möglicher Parallelen aus den Bereichen Kunst und Lebenskultur gedreht, der 2002 im Fernsehen zu sehen war. Der Film zeigt und interviewt Personen, die an der Entwicklung der Technologien des Internet oder deren soziologischen Theorien beteiligt waren. Als Counterpart wird die Entwicklung des technophoben Protagonisten Theodore Kaczynski, der als *Unabomber* zahlreiche Anschläge auf technikschaaffende Personen ausführte, dargestellt. In diesem Rahmen wurde u.a. eben auch Heinz von Foerster interviewt. Siehe auch Lutz Dammbeck, *Das Netz - die Konstruktion des Unabomers*, Edition Nautilus: Hamburg 2005.

⁴²⁰ S.J. Heims, *The Cybernetics Group*, MIT Press: Cambridge, MA 1991. Heims mußte in den frühen 1940er Jahren aus Deutschland emigrieren und war Zeit seines Lebens Friedenskämpfer. Mit seiner afro-amerikanischen Frau hatte er eine Tochter, deren Arbeit in der Black-Panther-Bewegung er unterstützte. Er schrieb außerdem noch ein Buch *Passages from Berlin - Recollections of the Goldschmidt Schule 1935-1939*, in dem er die Schicksale von überlebenden, jüdischen Mitschülern in verschiedenen Essays schildert.

Der zentrale Punkt in McCullochs Arbeiten war die Suche nach Mechanismen im Gehirn, die beschreiben konnten, wie kognitive Vorgänge ausgeführt werden. Aber auf Formeln aufgebaute logische Systeme, wie das Pitts-McCulloch-Modell⁴²¹, sowie Maschinen, die nach diesen Modellen funktionierten, unterliegen dem Gödelschen Theorem sowie anderen mathematischen Theoremen, die systeminterne Begrenzungen aufzeigen („inherent limitations“).

Als man begann, das menschliche Denken und sein Substrat, das Gehirn, zu beschreiben, war es für die mit mathematischer Logik vertrauten Macy-Teilnehmer eine offene Frage, ob und wie sich diese Begrenzungen zeigen würden. Ihnen schienen jedoch die vielen Paradoxa und Widersprüche im menschlichen Denken und dem Gehirn nicht gegen die Auffassung zu sprechen, daß das Gehirn auf maschinenähnlichen neuronalen Kreisläufen aufgebaut ist.

Nach Ansicht der „Mechanisten“ kann der menschliche Geist als Maschine erklärt werden. Aber: kybernetische Maschinen sind endliche, formale Systeme, auf die der Unvollständigkeitssatz angewendet werden kann.

Es gibt nämlich eine Wahrheit, die nicht von einem solchen Mechanismus „produziert“ werden kann, die nur der menschliche Geist als wahr erkennen kann. Deshalb kann eine Maschine grundsätzlich kein vollständiges und adäquates Modell des menschlichen Geistes sein. Menschen verhalten sich widersprüchlich. Wenn diese Widersprüche in einem formalen System, das als Modell des menschlichen Geistes dient, so abgebildet werden, daß das System auch widerspruchsvoll wird, dann verliert das System seinen Sinn, denn es kann nun jede Aussage abgeleitet werden, es gibt keine Möglichkeit mehr, richtig und falsch zu unterscheiden, und eine Maschine kann auch keine inhaltliche Logik oder dialektische Widersprüche akzeptieren, geschweige denn verarbeiten. Dies führt uns unmittelbar zur Kritik des (Neo)Positivismus.

Kritik des Neopositivismus

Die verschiedenen Ausgestaltungen bzw. Varianten des Neopositivismus sind im Grunde genommen in Wittgensteins *Tractatus logico-philosophicus* von 1918/21 vorweggenommen und in ihrem Kern zusammengefaßt:

„Die Gesamtheit der wahren Sätze ist ... die Gesamtheit der Naturwissenschaften. Die Philosophie ist keine der Naturwissenschaften. Der Zweck der Philosophie ist die logische Klärung der Gedanken. Die Philosophie ist keine Lehre, sondern eine Tätigkeit. Das Resultat der Philosophie sind nicht ‚philosophische Sätze‘, sondern das Klarwerden von Sätzen“.⁴²²

Später wird Schlick formulieren:

„Es ist das eigentliche Geschäft der Philosophie, den *Sinn* von Behauptungen und Fragen zu suchen, und klarzumachen. ... Der *Sinn* jedes Satzes wird in letzter Linie ganz allein durch Gegebenes bestimmt und schlechterdings durch nichts anderes.“⁴²³

Genau betrachtet, werden im Neopositivismus in eklektischer Weise verschiedene Philosophierichtungen aufgenommen und zwar individuell in verschiedenartigen Kombinationen. Daher begegnen uns auch praktisch so viele Ausprägungen wie es Vertreter gibt; dies war oben, zu Beginn des Exkurses, auch schon festgestellt worden.

⁴²¹ W.S. McCulloch und W. Pitts, A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity, Bull. Math. Biophys. 5, 115-133 (1943)

⁴²² Ludwig Wittgenstein, Logisch-philosophische Abhandlung. Tractatus logico-philosophicus, Kritische Edition, Suhrkamp: Frankfurt am Main 1998, Sätze 4.11 bis 4.112 (aus dem Gutenbergprojekt im Internet herunterladbar als .txt Datei, allerdings in Englischer Sprache).

⁴²³ Ernst Moritz Schlick, Positivismus und Realismus (zuerst veröffentlicht: 1932), in Ders., Gesamtausgabe, Band 6, Die Wiener Zeit (1926-1936), Springer: Berlin 2008, S. 313-362; auch in Michael Stöltzner und Thomas Uebel (Hrsg.) Wiener Kreis. Texte wissenschaftlicher Weltauffassung von Rudolf Carnap, Otto Neurath, Moritz Schlick, Philipp Frank, Hans Hahn, Karl Menger, Edgar Zilsel und Gustav Bergmann, Philosophische Bibliothek Band 577, Meiner: Hamburg 2006, S. 187-222, hier: S. 192 und 194.

Die Ansichten reichen von inkonsequentem, mit mechanizistischen Vorstellungen durchsetzten, subjektiven Idealismus bis hin zum Solipsismus. Mehr oder weniger vordergründig geht es immer wieder, in allen Varianten, um die Entwicklung einer anti-dialektischen Denkweise, um nur ja nicht in das Fahrwasser der materialistisch-dialektischen Philosophie hineinzugeraten; mal ging es aber auch nur darum, möglichst originell zu sein oder auch – seltener – aus völliger Unkenntnis der Hegelschen Philosophie, die ja auch nicht zu den leichtesten gehört. Man kann auch sagen, der *Wiener Kreis* vertritt einen radikalen Physikalismus, der bis in die heutige Zeit wirkt. Zudem kann man zwei weitere Feststellungen machen, die diese Einschätzung zusätzlich unterstützen: 1. die Ansichten bei einigen Vertretern ändern sich mit der Zeit, und 2. gehen häufig die Institute der jeweiligen prominenteren Vertretern, wie bei von Foerster, mit der Pensionierung oder dem Ableben ihrer Direktoren zugrunde bzw. werden nicht mehr weiter geführt. Im Falle von Heinz von Foerster wurde sogar das Institutsgebäude an der University of Illinois abgerissen.⁴²⁴ Und schließlich: der ganze *Wiener Kreis* ist im Grunde am Ende, als Friedrich Albert Moritz Schlick von einem ehemaligen Studenten, Hans Nelböck, am 22. Juni 1936 kurz vor Beginn seiner Vorlesung erschossen wird. Nelböck war ein rechtsextremer Psychopath, der wegen Morddrohungen gegen Prof. Schlick schon zweimal in eine Psychiatrische Anstalt eingewiesen worden war. Er wurde wegen des Mordes zwar verurteilt und inhaftiert (zu 10 Jahren „Kerkerhaft“), aber nach dem „Anschluß“ Österreichs 1938 schnell wieder auf freien Fuß gesetzt.

Die Vertreter des Neopositivismus behaupten, daß ihnen allen nur eins gemeinsam ist: eine „streng wissenschaftliche“ Haltung in der Philosophie, die durch systematische Anwendung der modernen mathematischen Logik erreicht werden soll. So wird der gesamte Erkenntnisprozess auf die Logik reduziert (wieder ein reduktionistischer Ansatz!). Zugleich entspricht diese Auffassung einem subjektiv-idealistischen Empirismus. Paradoxerweise hält der Neopositivismus gerade und angeblich die Überwindung dieses Empirismus für seine eigene, bedeutendste Leistung.

Neopositivisten erklären nämlich selbst, daß Mathematik und Logik überhaupt nichts über die Wirklichkeit aussagen, daß sie wesentlich inhaltsleer seien, lediglich Methoden zur Umformung von Sätzen darstellen und daher *a priori* gelten. Die Proklamation dieser absoluten Beziehungslosigkeit von Logik und Mathematik auf eine Serie apriorischer Symbolreihen und deren Umformung in sich selbst führt nicht über den primitiven Erfahrungsbegriff des traditionellen subjektiv-idealistischen Empirismus hinaus; auch wird das eigentliche Wesen von Mathematik und Logik gerade nicht erfaßt. Denn Mathematik und Logik spiegeln in abstrakter, äußerst kompliziert und vielseitig bedingter Form allgemeinste Beziehungen zwischen wirklichen Dingen und Klassen wirklicher Dinge wider.

Der Neopositivismus leugnet jedoch die Existenz des Allgemeinen und damit auch die Klassen der Dinge und kann so den Abstraktionsprozess, in dem die mathematischen und logischen Begriffe generiert werden, nicht erklären. Damit kann auch der Erkenntnisprozess nicht erklärt werden. Die gewaltigen Erfolge der Anwendung von Mathematik und Logik in der menschlichen Praxis, in der zweckbestimmten Veränderung und Nutzbarmachung der Wirklichkeit, werden unverständlich, unerklärbar und letzten Endes mystifiziert. Die Anerkennung dieser Erfolge, die auch der Neopositivismus nicht leugnen kann, bedeutet die Verlegung der Wirklichkeit in die Logik, in das Denken, in das Bewußtsein. (Und dort soll es auch bleiben!) Der Ansatz des Neopositivismus, der angeblich der Überwindung des Empirismus dient und eine wissenschaftliche Erklärung der Welt anbietet, wird nicht konsequent zu Ende geführt, denn das würde den Zweck des Unternehmens, den Schein der Wissenschaftlichkeit seiner Position zerstören sowie die anti-dialektische Stoßrichtung offen hervortreten lassen.

Diese ideologische Funktion des Neopositivismus tritt unmittelbar in der Erklärung zutage, daß alle Probleme in sämtlichen Wissenschaften, die nicht lediglich mit den

⁴²⁴ Albert Müller, Eine kurze Geschichte des BCL. Heinz von Foerster und das Biological Computer Laboratory, Österreichische Zeitschrift für Geschichtswissenschaften 11, 9-30 (2000)

analytischen Mitteln der modernen mathematischen Logik geklärt werden können, nur „Scheinprobleme“ seien; *wirklich* ist laut dieser Auffassung nur das, was sich im Bereich mathematischer Logik abspiele. Natürlich wird dann auch eine von unserem subjektiven Bewußtsein unabhängige Realität geleugnet. Das ist bei Foerster eindrucksvoll zu beobachten, wenn er in Interviews bei der Erwähnung des Wortes „Realität“ süffisant fragt: „Wo ist die Realität?! Wo ham Sie die?“⁴²⁵ Also werden Fragen, die diese Realität betreffen und nicht in das neopositivistisch-logische Schema passen, als „sinnlos“ bezeichnet.⁴²⁶ Eigentlich ist damit gemeint, Neopositivisten *wollen* solche Fragen nicht beantworten, weil sie nicht in ihr Schema passen; die Antworten, die sie geben würden oder müßten, sind zu offensichtlich falsch.

Nach Auffassung des Neopositivismus besteht die Aufgabe der Philosophie nicht mehr in der Aufdeckung der allgemein objektiven Gesetzmäßigkeiten der Wirklichkeit und des wirklichen Verhältnisses von Materie und Bewußtsein, sondern lediglich in der *logischen Analyse* der Begriffsbildung der einzelnen Wissenschaften. Die weltanschauliche Funktion der Philosophie wird so auf *Sprachphilosophie* reduziert; damit werden dann auch die Einzelwissenschaften von ihrer weltanschaulichen Grundlage getrennt.

In einer wirklich wissenschaftlichen Philosophie spielt der Begriff der Qualität eine zentrale Rolle. Der Neopositivismus eliminiert diesen Begriff einfach aus dem Bereich der Philosophie. Qualität sei etwas Privates, rein Individuelles, völlig Subjektives. In den Beziehungen der Menschen untereinander spielten nur die Strukturen eine Rolle. Die Sprache könne nur Strukturen und dabei lediglich die Stellung der Qualitäten im Gefüge dieser Strukturen erfassen. Qualitäten selbst seien nicht mitteilbar. Wieder wird objektive Erkennbarkeit geleugnet und damit die Objektivität jeder Wissenschaft; es bleibt ihre völlige Subjektivierung übrig.

Nachdem der Neopositivismus alle wesentlichen Probleme, die in der Geschichte der Philosophie jemals eine Rolle gespielt haben, als „Scheinprobleme“ hinweg eskamotiert hat, bleibt als *Gegenstand* der Philosophie nur noch die logische Analyse der Sprache übrig. Aber nicht etwa der konkreten, wirklichen Sprachen, sondern „Strukturen möglicher Reihenordnungen beliebiger Zeichenelemente“. Damit wird – ganz „logisch“ – auch noch die Sprache schließlich aus ihren objektiven Bedingungen herausgelöst und im letzten Grund *irrationalistisch* verabsolutiert. Die Herausarbeitung der Syntax solcher „Reihenordnungen“ wird als die philosophische Hauptaufgabe angesehen. Die Syntax einer solchen „Sprache“ sei die Struktur des jeweiligen Darstellungssystems. Es wird behauptet, daß der Sinn eines Satzes nicht durch die wirklichen Zusammenhänge, die er widerspiegelt, festgelegt sei, sondern durch die Klasse der aus ihr ableitbaren, nichtanalytischen Sätze. Da alle Sätze der Mathematik und der Logik analytisch sind und sich aus ihnen daher auch nur weitere analytische Sätze ableiten lassen, ergibt sich von neuem im Konkreten der Schluß, daß Mathematik und Logik objektiv leer seien, d.h. nichts über die Wirklichkeit aussagen. Q.e.d.

Die Sprache der Wissenschaften zerfalle – so die Neopositivisten – in zwei Klassen von Sätzen, syntaktische und empirische. *Syntaktische* Sätze sind Sätze über Zeichen, Zeichenreihen und deren Verknüpfung. Es wird behauptet, man habe eine besondere Entdeckung mit der Feststellung der Existenz von „quasi-syntaktischen“ Sätzen gemacht. Diese Begriffsbildung geht vom Unterschied zwischen der *Objektsprache* und der *syntaktischen* Sprache eines Gebietes aus. Die *Objektsprache* handelt von Dingen, Eigenschaften und Beziehungen der Begriffe, Sätze und Theorien über dieses Gebiet; die *syntaktische Sprache* handelt von den logischen Beziehungen der Begriffe, Sätze und Theorien über dieses Gebiet. Als „quasi-syntaktische“ Sätze bezeichnet der Neopositivismus solche Sätze, die scheinbar der Objektsprache angehören, sich aber

⁴²⁵ Aus dem Film *Das Netz*, siehe Anm. 419.

⁴²⁶ Eine vernünftige Frage als „sinnlos“ zu bezeichnen, ist ein probates Totschlagargument. Es erinnert in fataler Weise an den – ohnmächtigen und aussichtslosen – Kampf der Kreationisten und Intelligent Design-Vertreter gegen seriöse und wissenschaftlich arbeitende Vertreter der Evolutionstheorie. (Vgl. speziell zu diesem Aspekt Martin Neukamm, Populäre Fehlschlüsse und rhetorische Stilmittel, in Neukamm [Hrsg.] *Evolution*, S. 305-320).

tatsächlich in die syntaktische Sprache übersetzen ließen. So ließe sich z.B. der Satz „Fünf ist eine Zahl“ in den syntaktischen Satz „Fünf ist ein Zahlwort“ übersetzen. Damit sei der erste Satz als „quasi-syntaktisch“ bewiesen. Seine Besonderheit bestehe darin, daß er in „inhaltlicher“ Redeweise das ausdrücke, was der zweite in „formaler“ Redeweise sage. Die „quasi-syntaktischen“ Sätze handelten also nur scheinbar von außerhalb der Sprache gelegenen Gegenständen.

Später mußten die Neopositivisten jedoch zugeben, daß die oben genannte Art und Weise der Satztransformation den Sinn, den Inhalt und den Charakter des Satzes ändert. Es traten daher neben die syntaktischen Probleme auch *semantische* Probleme, bei denen das Hauptgewicht auf der Bedeutung der Wörter und Sätze lag. Daraus wurde aber nicht der Schluß gezogen, die Wörter, Begriffe und Sätze auf die Wirklichkeit zurückzuführen, obwohl man nur so die oben erwähnten Antinomien, semantische und logische, hätte lösen können; der Neopositivismus gründete die logische „Wahrheit“ keineswegs auf die Beziehungen zwischen Aussage und Wirklichkeit, sondern wieder nur auf Regeln, nämlich semantische Regeln. Mit dieser Wendung und um die Wissenschaftlichkeit aufrecht zu erhalten, wurde die semiotische Analyse der Sprache der Wissenschaften zum Inhalt der Philosophie erklärt. Einer solchen Analyse wurden nur drei Aspekte zugeschrieben: der syntaktische Aspekt – die Syntax der Sprache –, der semantische Aspekt (die „Bedeutung“ der Sprache) und der pragmatische Aspekt der Sprache, also ihr Gebrauch.

Vor allem wurde diese Wendung von der Seite der Mathematik erzwungen, also gerade auf dem Gebiet, von dem die Neopositivisten glaubten, es für sich monopolisieren zu können. Eine Ironie der Wissenschaftsgeschichte ist es, daß Gödel durch seine Forschungsarbeit unwiderlegbar nachwies, daß ein rein syntaktischer mathematischer Wahrheitsbegriff unbrauchbar ist, womit eine der ursprünglichen Grundthesen der Neopositivisten widerlegt wurde. Dies wurde oben schon erwähnt.

Der wirkliche Gehalt des Übergangs von der Syntax zur Bedeutung der Begriffe und Wörter wird dadurch bestimmt, wie diese „Bedeutung“ gewonnen wird. Solange die Bedeutung eines Wortes nur definitorisch auf andere Wörter zurückgeführt wird, deren Bedeutung als feststehend angesehen wird, wird das Problem nur von einem Wort oder Satz auf einen anderen verschoben, und jede Erklärung wird tautologisch. In letzter Instanz müssen aber die den Wörtern entsprechende Begriffe mit etwas konfrontiert werden, das selbst nicht Begriff ist und sein kann. Dies ist beim Neopositivismus eben nicht die objektive Realität, sondern das unmittelbare Erlebnis, getreu dem Machschen Ansatz. Der erwähnte Rudolf Carnap hat in diesem Sinne versucht, ein Konstitutionssystem der Begriffe auf der Grundlage des „Erlebnisgegebenem“ zu entwickeln.⁴²⁷ Dabei behauptet er, daß sich alle Beziehungen auf Ähnlichkeiten zwischen „Elementarerlebnissen“ zurückführen ließen; die „Ähnlichkeitserinnerung“ sei die Grundrelation. In diesem System ließe sich keine bewußtseinsunabhängige Realität konstituieren und es sei demgemäß „sinnlos“, von einer solchen zu reden.

Den Elementarerlebnissen entsprächen nun Elementarsätze von der Gestalt: „Jetzt ist es hier so und so.“ Die Wörter seien wesentlich nur hinweisend. Die „Wahrheit“ eines solchen Elementarsatzes sei zugleich mit seinem Verstehen gegeben; die „Wahrheit“ allgemeiner Sätze sei eine Funktion der „Wahrheit“ der Elementarsätze, die unter diesen Satz fielen.

Da dies wegen des „Erlebnis“charakters aber nur für den Augenblick gilt, in dem etwas wahrgenommen wird, haben die Aussagen solcher Sätze keinen bleibenden Wert, und sie sind – logisch – dann auch nicht beweisbar, wenn die Situation sich geändert hat bzw. einfach nur die Zeit fortgeschritten und das Erleben nicht reproduzierbar ist. Also ist der „Elementarsatz“ nicht in der Lage, die Bedeutung von Sätzen und Wörtern wirklich zu begründen. Die Neopositivisten versuchten daher, an Stelle des „Elementarsatzes“ den „Protokollsatz“ zu setzen, der eben die zuletzt angegebene Form haben sollte. Jede allgemeine Aussage einer Wissenschaft sollte dann dadurch verifiziert werden, daß aus

⁴²⁷ R. Carnap, Der logische Aufbau der Welt (1928), Meiner. Philosophische Bibliothek Band 514: Hamburg 1998

ihr „Protokollsätze“ abgeleitet würden, die dann ihrerseits mit unmittelbaren Erlebnissen verglichen würden.

Die „Protokollsätze“ sollen unmittelbare Erlebnisse bezeichnen, aber in ihnen sollen keine erst durch theoretische Verarbeitung der Wahrnehmungen gewonnene Sätze enthalten sein. *Wie* solche Sätze jedoch aussehen sollten, darüber gingen die Auffassungen weit auseinander. Alle Versuche, solche „Protokollsätze“ für ein Fundament der Wissenschaft aufzustellen, scheiterten denn auch. Die Neopositivisten mußten den „Protokollsätzen“ die ihnen zugewiesene Qualität der absolut gültigen, letzten Grundlage der Wissenschaft wieder entziehen.

Weitere Versuche, sich aus den Widersprüchen des subjektiven Idealismus gegenüber der Wirklichkeit herauszuwinden, führten daher noch tiefer in den Subjektivismus hinein, womit dann weitere Widersprüche auftraten. Es entstand nämlich sogleich die Frage: wie muß man sich verhalten, wenn ein solcher, subjektiv festgesetzter „Protokollsatz“ einer bereits erarbeiteten und durch die Praxis als richtig bestätigten wissenschaftlichen Theorie widerspricht? Gibt man die Theorie auf, so gesteht man ein, daß die „Protokollsätze“ nicht die Grundlage der Wissenschaft sind, sondern die auf die Wirklichkeit bezogene Wissenschaft die Grundlage der „Protokollsätze“ ist. Dann würde man den Weg zum Materialismus einschlagen. Das durfte jedoch nicht sein; also beließ man es bei den Widersprüchen.

Durch den zweiten Weltkrieg wurde die Tätigkeit des *Wiener Kreises* unterbrochen (siehe oben); danach gelangte der Neopositivismus als *Analytische Philosophie* in den USA, England, den skandinavischen Ländern und in Lateinamerika zu einigem Einfluß.

Deren sprachanalytische Richtung stützte sich vorwiegend auf *Ludwig Wittgenstein (1859-1951)*, auf die in seinen *Philosophischen Untersuchungen* (dem „Tractatus“) entwickelte These von den Sprachspielen. Eine dritte, von der Analytischen Philosophie nicht scharf zu trennende Strömung des Neopositivismus, die sich als *Neo-Empirismus* bezeichnet, ist vor allem um die Neubelebung des erkenntnistheoretischen Phänomenalismus sowie um die Verfeinerung des positivistischen Verifikationsprinzips und dessen Anwendung in den Sozialwissenschaften bemüht. Offen apologetischen und ausgeprägt antikommunistischen Charakter nimmt der Neo-Empirismus in Form des sogenannten *kritischen Rationalismus* an (K.R. Popper, Hans Albert u.a.), auf den verschiedentlich noch eingegangen wird.

Die positivistische Denkweise tritt sowohl in philosophisch reflektierter und zur Methode erhobener als auch in spontaner Form auf. Sie spiegelt gegenwärtige Phänomene wie die zunehmende Einzelung der Menschen, die Atomisierung der gesellschaftlichen Beziehungen, der Perspektivlosigkeit der Jugend und Arbeitslosen und deren Abwendung von der Geschichte wider. Die kreative Weiterentwicklung der Produktivkräfte zum Positiven kann gar nicht mehr gesehen oder noch weniger gelebt werden, weil sie nicht daran beteiligt werden – und doch findet eine Weiterentwicklung statt, jedoch nicht zum Wohle der wichtigsten Produktivkraft, des Menschen. Derartige Widersprüche finden ihren Niederschlag u.a. in der unterschiedlichen Haltung der Menschen zu den Natur- und technischen Wissenschaften auf der einen Seite und den Gesellschaftswissenschaften auf der anderen Seite. Die neopositivistischen Bemühungen um eine völlige Auflösung der Gesellschaftswissenschaften in behavioristisch verstandene Psychologie, in Biologie und Physik führen zur Verhinderung gesellschaftlich wichtiger Forschungen, vor allem durch ihren reduktionistischen Ansatz. Die Existenz objektiv realer Entwicklungsgesetze der menschlichen Gesellschaft soll verborgen werden, mehr noch, es wird deren Erkennbarkeit überhaupt geleugnet. Ein gewisses Maß an Agnostizismus ist daher objektiv dem (Neo)Positivismus immer inhärent.

Der Positivismus betrachtet und beschreibt die Beziehungen zwischen menschlichen Individuen oder menschliche Verhaltensweisen in konkreten Situationen außerhalb des historischen und logischen Zusammenhangs und es werden falsche kausale Beziehungen postuliert. Es werden die gesellschaftlichen Beziehungen auf der abstrakten Oberfläche

als bloße Erscheinungen wahrgenommen, als Resultate *individueller* Handlungen, und es wird die Kausalität z.T. einfach umgekehrt, Ursache und Wirkung werden vertauscht. Dies kann man gut bei Popper beobachten: die Vereinzelnung des Menschen und die Atomisierung der Gesellschaft in die Bewegungen/Handlungen einzelner Individuen sind bei ihm nicht Folgeerscheinungen, sondern wesentliche Ursache der kapitalistischen Konkurrenz. Sie sind für Popper Ausdruck einer naturgegebenen, individuellen und irrationalen „Freiheit, anders zu sein als die anderen“, mit der Mehrheit nicht übereinzustimmen und seine eigenen Wege zu gehen.“ Handeln nach einem Gesamtplan dagegen bedeutet bei ihm Konformismus der Ideen und Anschauungen, das Ende der „freien Konkurrenz des Denkens“ und damit des wissenschaftlichen Fortschritts.⁴²⁸

Der extrem antidialektische und wissenschaftsfeindliche Charakter des Positivismus, wie er sich im *Wiener Kreis* herausgebildet hat, äußert sich u.a. im Verharren auf der Ebene der Empirie und in der Scheu vor theoretischen Verallgemeinerungen oder konsistenten weltanschaulichen Interpretationen der einzelwissenschaftlichen Resultate. In der Tendenz, bestimmte einzelne Objekteigenschaften, Denkabstraktionen oder auch einzelwissenschaftliche Methoden zu verabsolutieren und schematisch, gleichsam willkürlich auf andere Gegenstands- bzw. Erkenntnisbereiche zu übertragen, sind sich Positivisten wie Neopositivisten und letztlich auch kritische Rationalisten einig.

Ein Letztes zum Problem der Sprache in der Quantenmechanik: im Gespräch mit Heisenberg u.a. spricht Nils Bohr von Begriffen, die bei der Beschreibung von Experimenten vorkommen und „deren Anwendungsbereich wir nicht genau angeben können.“⁴²⁹ In diesem Zusammenhang kam Heisenberg auf die Positivisten zu sprechen, über die er sich dezidiert äußerte:

„... ich habe einmal in einem Briefwechsel mit einem allzu eifrigen Positivisten der Wiener Schule etwas anderes behauptet. Ich hatte mich darüber geärgert, daß die Positivisten so tun, als habe jedes Wort eine ganz bestimmte Bedeutung und als sei es unerlaubt, das Wort in einem anderen Sinne zu verwenden. Ich habe ihm dann als Beispiel geschrieben, daß es doch ohne weiteres verständlich sei, wenn jemand über einen verehrten Menschen sagt, daß das Zimmer heller werde, wenn dieser Mensch das Zimmer betrete. Natürlich sei mir klar, daß das Photometer dabei keinen Helligkeitsunterschied registrieren würde. Aber ich wehrte mich dagegen, die physikalische Bedeutung des Wortes >hell< als die eigentliche zu nehmen und die andere nur als die übertragene gelten zu lassen.“⁴³⁰

Ende des Exkurses: Fortsetzung Allgemeine Systemtheorie

Ludwig von Bertalanffy führte ein neues wissenschaftliches Paradigma ein, das er als Gegenentwurf zur klassischen Physik positionierte. Er kritisierte deren deduktive Verfahren und die damit einhergehende isolierte Betrachtung von Einzelphänomenen. Für die Biologie sei diese Methode nicht adäquat. Anstelle von Einzelphänomenen, die in der Realität niemals so isoliert aufträten, seien diese Phänomene in ihrer Vernetzung zu beschreiben. Daher setzte er der isolierten Einzelbetrachtung den Systembegriff entgegen, wobei dieser Begriff eine Menge von Elementen und deren Relationen untereinander beschreiben soll. Als ein solches Modell betrachtete er die "organisierte Komplexität". Während die klassische Wissenschaft "unorganisierte Komplexität" erfolgreich beschrieben habe, stehe die theoretische Erfassung organisierter Komplexität vor neuen Herausforderungen. Organisierte Komplexität sei gegeben, wenn Einzelphänomene nicht schlicht linear logisch miteinander gekoppelt seien, sondern Wechselwirkungen unter ihnen beständen. Sei dies der Fall, könne eine exakte Beschreibung der reziproken Vernetzungsbedingungen ein Bild von der *Einheit* der Summe jener Einzelphänomene vermitteln. Die Systemlehre untersucht somit die Organisationsformen komplexer Wechselbeziehungen zwischen einzelnen Elementen. Dabei unterscheidet Bertalanffy zwischen offenen und geschlossenen Systemen. Ein geschlossenes System wird als binnenstabil und über keine Wechselwirkungen mit der

⁴²⁸ K.R. Popper, *Das Elend des Historizismus*, Mohr Siebeck: Tübingen 2003 (7. Auflage), S. 84, 142, 146f.

⁴²⁹ W. Heisenberg, *Der Teil und das Ganze - Gespräche im Umkreis der Atomphysik*, München 1981, S. 162

⁴³⁰ *Ibid.*, S. 160f.

Umwelt verfügend beschrieben. In einem solchen System gibt es – streng genommen – keine organisierte Komplexität, da sich die Elemente im Gleichgewichtszustand in mathematisch eindeutiger Weise zueinander verhalten. Ein offenes System dagegen verfügt über variabilisierte Relationen seiner Elemente, die durch nichtprognostizierbare Umwelteinflüsse verändert werden. Die interne Variabilität ermöglicht es dem System, sich in einem dynamischen Umfeld relativ zu stabilisieren (Fließgleichgewicht). Offene Systeme entfalten also im Austausch mit ihrer Umwelt eine Dynamik und variieren ihre Zustände, ohne dabei ihre Systemstrukturen vollständig ändern zu müssen oder gar zu verlieren. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass sie nicht von außen beeinflusst werden, sondern ihre interne Organisation bei Umweltveränderungen *selbst* umstellen ("Black Box"-Theorem). Dies wird als *Selbstorganisation* bezeichnet und kann als Paradigma organisierter Komplexität gelten.

Gegen das "Newtonsche Weltbild" setzte Bertalanffy seinen Gedanken einer allgemeinen, interdisziplinären Systemlehre. Auch in Wissenschaftsgebieten, die sich nicht in den Rahmen physikalisch-chemischer Gesetzmäßigkeiten einordneten – etwa der Biologie oder der Soziologie –, träten dennoch exakte Gesetzmäßigkeiten auf, die durch passend gewählte Modellvorstellungen abgebildet werden könnten.

Auch wurden die Informations- und Regelungsprozesse von L. von Bertalanffy selbst mathematisch formuliert.

Er entwickelte eine "organismische" Auffassung der Lebenserscheinungen und darin die zentrale Idee, lange vor Ilya Prigogine, des Fließgleichgewichtes, was er als wesentliche Differenz zur Mechanik sah. Von Bertalanffy begriff seine Theorie als Theorie des Lebendigen und grenzte sie von Wieners Kybernetik scharf ab, die er eine Maschinen-Theorie nannte.

Die Konzepte von L. von Bertalanffy sind also der Sache nach (Fließgleichgewicht) nicht die gleichen, wie jene der Kybernetik von Norbert Wiener. Aber gerade durch den formalen Anspruch auf "Allgemeinheit", der sich in einer mathematischen Darstellung niederschlug, die mit jener der Kybernetik identisch war, wuchsen die Systemlehre und die Kybernetik zusammen. Das war für von Bertalanffy ein Greuel, weil er ja insbesondere eine Theorie des Lebendigen wollte, die nicht mechanistisch war. Wiener hatte Erfolg (nicht zuletzt, weil er in der aufstrebenden Technologie zitiert wurde); Ludwig von Bertalanffy ist nur historisch interessant (darin widerspiegelt sich auch, dass die Deutschen zwar einen Erfinder des Computers haben [Konrad Zuse], die wirklichen Computer aber aus Amerika [von Neumann] kommen).

Der Begriff "steady state" stammt von Hill 1931. Maschinen werden dagegen einmal hergestellt und haben dann – in der Vorstellung von L. von Bertalanffy – keinen sie betreffenden Austausch mehr mit ihrer Umwelt.

Das, was von Bertalanffy "steady state" nennt, ist bei Maturana – entsprechend verschoben – die (Identität konstituierende) Organisation.

Ein Organismus ersetzt ununterbrochen sämtliche seiner "Bausteine" (sic) und bleibt dabei doch derselbe. Während bei L. von Bertalanffy technologisch noch die Energiemaschine (Verbrennung von Materie) den Diskurs der Abgrenzung beherrschte, ist es bei *Maturana* (*1928), dem berühmten chilenischen Neurobiologen, die Steuerung (Computer).⁴³¹

Deshalb spricht L. von Bertalanffy hauptsächlich von den Operationen, die die Materialität von Organismen (Wachstum, Stoffwechsel) betreffen, und Maturana von der

⁴³¹ Humberto R. Maturana, *Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living*, D. Reidel Publishing Co.: Dordrecht 1980; im Internet ist der BCL Research Report 9.0 von 1970 als Teil dieses Buches zugänglich (ibid., S. 5-58). Vgl. auch H.R. Maturana und Francisco J. Varela, *Der Baum der Erkenntnis. Die biologischen Wurzeln menschlichen Erkennens*, Goldmann: München 1987 (als TB bei Goldmann, München 1990 erschienen). *Varela* (1946-2001) war ebenfalls Neurobiologe.

operationellen Organisation der Steuerung (Kognition), die er – wie die amerikanische Kybernetik seit W.R. Ashby – als geschlossen betrachtet.

Maturana nannte seine Theorie "Autopoiesis", was man als Eigenname einer speziellen "Systemtheorie" auffassen kann. L. von Bertalanffy nannte seine spezielle Theorie des offenen Organismus "Allgemeine Systemtheorie". Und Niklas Luhmann setzte – zum Mißfallen von Maturana – noch einen drauf, indem er die Autopoiesis als allgemeine Theorie zu verstehen gab.

Entscheidend für Bertalanffys Transformation des Organismusbegriffes und für seine Begründung der Theorie und Methodik der Biologie ist auch der *Paradigmenwechsel in der Neuen Physik* am Anfang des 20. Jahrhunderts: Die Physik hat nun Themen zum Inhalt, die bis zu diesem Zeitpunkt von Lebensphilosophie und Vitalismus besetzt und in den Naturwissenschaften nur Gegenstand der Biologie waren.

Als Ausgangspunkt Bertalanffys *systemtheoretischer Organismusauffassung* dient die Unterscheidung von offenen (lebenden) und geschlossenen Systemen auf der Grundlage der *Thermodynamik*. Während geschlossene, von jeglicher Energiezufuhr abgeschirmte Systeme dem irreversiblen Prozess des Energieverlustes (Entropie) unterliegen und so dem vollkommenen Ausgleich, dem thermodynamischen Gleichgewicht zustreben, sind offene Systeme charakterisiert durch den "Widerstand", den sie aufgrund ihrer Organisation gegen die Entropie leisten. Bertalanffy formuliert eine Thermodynamik offener Systeme, welche die geschlossenen Systeme als Sonderfälle umfasst.

Der Organismus ist Bertalanffys Definition zufolge ein hierarchisch organisiertes System im Fließgleichgewicht. Die *hierarchische Organisation* ermöglicht es dabei, die einzelnen Subsysteme (Organe, Zellen etc.) zu einem "funktionierenden" Ganzen zu verbinden. Das *Fließgleichgewicht* sichert einerseits die Stabilität des Systems. Andererseits ist es die Voraussetzung für Flexibilität, Entwicklung und Anpassung, indem es relativ leicht auch gestört werden und sich auf ein qualitativ anders geformtes Fließgleichgewicht einstellen kann. Insofern – und das ist ein spezifisches Charakteristikum von Systemen weitab vom Gleichgewicht – sind offene Systeme zeitabhängig, während geschlossene Systeme zeitunabhängig sind, wenn sie das thermodynamische Gleichgewicht erreicht haben. Diese Zeit, die Einstellung eines Gleichgewichtes, ist z.B. bei physico-chemischen Reaktionen in Flüssigkeiten wie z.B. Wasser extrem kurz, im Bereich von pico-Sekunden ($ps = 10^{-6} s$) bis Mikrosekunden ($\mu s = 10^{-3} s$). Manfred Eigen, schon oben erwähnt mit seinem Hypercyclus, hatte für die Möglichkeit, solch schnelle Reaktionen der Einstellung von Gleichgewichten innerhalb so kleiner Zeitspannen messen zu können, 1967 den Nobelpreis für Chemie erhalten. Die Meßapparatur, die er konstruierte und die seit den 1970er Jahren kommerziell erhältlich ist, beruht auf einer genialen Idee, die zu zwei Meßmethoden führten:

a) der „t-jump“ Messung, d.i. die kurzfristige und drastische Erhöhung der Temperatur eines sich im thermodynamischen Gleichgewicht befindlichen Systems (etwa eine Donor-Akzeptor- oder Enzym-Substrat-Bindung oder auch einer Strukturveränderung einzelner komplexer strukturierter Moleküle, jeweils mit begleitender Änderung der Lichtabsorption); dabei wird das System, das sich in einer kleinen Quarzküvette in wässriger Lösung (ca. 1 ml) befindet, durch die Temperaturerhöhung aus dem Gleichgewicht gebracht, d.h. es ändern sich die lichtabsorbierenden Eigenschaften geringfügig. Bei einem einzelnen Molekül wird sich die räumliche Struktur ändern und es sollte sich dadurch die Lichtabsorption ändern, sonst ist die Reaktion nicht messbar. Durch eine optische Messung der Lösung in einer Quarzküvette, etwa mit UV-Licht, wird verfolgt, wie sich innerhalb der oben erwähnten Zeitspanne das ursprüngliche Gleichgewicht wieder zurück einstellt. Die Meßkurve kann nur mit einem Oszilloskop aufgezeichnet werden, weil kein anderes Gerät solche schnellen Reaktionen verfolgen kann. Vom Oszillograph wurde damals ein Foto gemacht und von Hand ausgewertet. Heute zeichnen diese Geräte die Kurve natürlich mit Hilfe eines Computers und

entsprechender Software digital auf, so daß auch die Auswertung beträchtlich erleichtert wird.

b) Bei der zweiten Methode, "stopped-flow" genannt, wird z.B. dieselbe Reaktion der Bindung zweier Stoffe untersucht, jedoch werden die beiden Komponenten unter hohem Druck sozusagen „aufeinander geschossen“; dabei wird jetzt die *Einstellung* des Gleichgewichts mit Hilfe der gleichen Apparatur verfolgt bzw. gemessen. Die Meßmethoden a und b sind in einem einzigen Gerät untergebracht.

Bei lebenden, offenen Systemen sind derartige Zeitspannen der steady-state Ein- und Verstellungen natürlich viel länger; es handelt sich ja auch nicht um Moleküle, sondern um Organismen, um Menschen, um soziale Einheiten. Darüberhinaus gehen diese Systeme nach einer gewissen Zeitspanne zugrunde, bei jedem Lebewesen ist es eine andere, das ist trivial. Bei einzelligen (??) oder Hefezellen kann man allerdings sagen, daß sie praktisch unsterblich sind, denn es läßt sich kein individueller Tod definieren. Es gibt auch eine Krebszelllinie, die sogenannten HeLa-Zellen, die ebenfalls unsterblich sind, da man sie – seit ihrer Gewinnung aus einem Zervixtumor der afro-amerikanischen Frau Henrietta Lacks an der Johns Hopkins Universität in Baltimore im Jahre 1951 – immer weiter züchten und für Versuche verwenden kann.⁴³² Andererseits sind Krebszellen keine Lebewesen

Randbemerkung: Man sieht an den Meßmethoden t-jump und stopped-flow nochmals sehr anschaulich, dass die alte Machsche Idee und die des Wiener Kreises, alle Theorie beruhe auf Daten, die durch Sinneseindrücke gewonnen wurden, sich nicht aufrechterhalten lässt bzw. schon immer eine kardinal falsche Idee war. Welcher Art sind denn die Sinneseindrücke bei einer t-jump Messung? Allenfalls die Kurve auf dem Schirm des Oszilloskops können wir unmittelbar wahrnehmen. Allein, was sich dahinter verbirgt, was die Kurve darstellt, wie das Messgerät selbst beschaffen ist, ist schon komplexe Theorie und basiert axiomatisch auf Grundannahmen, die man nur glauben kann, die man ohne Beweis voraussetzen muß; wie nämlich auch die Annahme, dass Materie unserem individuellen Bewusstsein vorausgeht, dass sie und damit die Realität unabhängig von unserem Bewusstsein existieren. Überdies zeigen die zahlreichen bekannten Sinnestäuschungen, mit denen der Göttinger und später Marburger Experimentalphysiker Prof. *Wilhelm Walcher (1910-2005)*, einer meiner akademischen Lehrer, seine Grundvorlesung der Experimentalphysik begann, dass die esoterische These, „der Mensch“ sei ein gutes, wenn nicht das beste „Messinstrument“, mit allergrößter Vorsicht zu genießen ist. Was der Mensch „sehen“ oder „fühlen“ kann, ist in den allerseltensten Fällen das unmittelbare Geschehen, das Wesen hinter den Erscheinungen schon gar nicht. Und dann führte Walcher eine Reihe von Experimenten über optische Täuschungen vor, die diese These beweisen. Wie einfach wäre wissenschaftliches Arbeiten, wenn man seine durch Hinschauen erlebten Empfindungen dazu verwenden könnte, Gesetze und Theorien zu entwickeln: „Alle Wissenschaft wäre überflüssig, wenn die Erscheinungsform und das Wesen der Dinge unmittelbar zusammenfielen.“⁴³³ Einem Baum könnte man dann ansehen, welche biochemischen Reaktionen in dieser Pflanze ablaufen und man wüsste, warum und wie sie wächst und gedeiht.

Als Newton den Apfel von nämllichem Baum fallen sah (man kann nicht annehmen, dass niemand vor ihm so etwas gesehen hatte), sah er auch nicht das Gesetz des freien Falles unmittelbar vor seinen Augen aufleuchten. Aus seinem Sinneseindruck konnte er nichts herleiten, sondern „nur“ eine Hypothese aufstellen und die geniale Idee der Massenanziehung weiterverfolgen. Es brauchte eine gehörige Anzahl physikalischer Versuche und Messungen, um das Fallgesetz auf der Basis dieser Daten neu zu bewerten – abgeleitet hatte es schon Galilei – und aus den Gesetzmäßigkeiten weiterer Daten aus

⁴³² Diese Epithelzellen waren die ersten menschlichen Zellen, aus denen eine permanente Zelllinie gezüchtet werden konnte. So wurden diese Zellen, die sich unaufhörlich innerhalb von 48 h verdoppeln, zum Beispiel zur Entwicklung des ersten Impfstoffes gegen Kinderlähmung verwendet. (Vgl. auch Friederike Lorenz, Ein bisschen Unsterblichkeit – Über die Zellen von Henrietta Lacks, DIE ZEIT Nr. 52 vom 20. Dezember 2006).

⁴³³ K. Marx, Das Kapital. Dritter Band, MEW 25, Berlin 1973, S. 825

noch anderen Versuchen allmählich eine Theorie der Massenanziehung bzw. Gravitation zu entwickeln. Diese ist so grundlegend richtig, dass sie nicht mehr falsifizierbar ist; Popper müßte eigentlich behaupten, dann sei es auch keine bewiesene, sprich: richtige Theorie, denn sie stelle sich nicht der Falsifizierbarkeit. Da sie sich bisher aber millionenfach in der Praxis „bewährt“ hat, können wir ruhigen Gewissens, das auch ein Sir Popper nicht erschüttern kann, behaupten, diese Theorie stimmt. Das gleiche könnte man für die Relativitätstheorie, die Quantentheorie, die Theorie der chemischen Bindung oder die Evolutionstheorie behaupten.

3.2.2 Rechtswissenschaften

Die Rechtswissenschaften sind für unsere Leitbegriffe „Kausalität“ und „Determinismus“ insofern ein gutes Beispiel, als in rechtlichen Auseinandersetzungen unbedingt der jeweilige kausale Hergang ermittelt werden muß, sonst kann niemand dingfest gemacht werden. Nur besteht der kausale Hergang leider meist aus einer oder mehreren Ketten von kausalen Ereignissen als Folge von menschlichen Handlungen, bei denen vielleicht auch noch Zufallsereignisse und –reaktionen eine Rolle spielen, was die Situation oft unüberschaubar schwierig gestaltet. Jedenfalls kann man einen umfassenden Tatbestand oder –hergang nur ermitteln oder definieren, wenn man die Kausalketten an irgendeiner Stelle begrenzt oder einschränkt. Tut man dies nicht, landet man im sogenannten unendlichen Regreß, d.h. bei Adam und Eva. Aber dadurch wird auch ein Element von Willkürlichkeit oder – im besten Fall – von Interpretationsfreiheit darüber eingeführt, was denn nun der eigentliche Tatbestand ist bzw. war und ob er als vollständig angesehen werden kann oder nicht. Es wird – sozusagen – ein virtuell geschlossener Handlungsraum konstruiert, in dem „alles“ stattgefunden hat. In diesem Raum ist dann allerdings gründlich zu recherchieren und der Ablauf der Ereignisse zu rekonstruieren. Dies ist der Grund, warum auf den *umfassenden Tatbestand* so viel Wert gelegt wird.⁴³⁴

Es muß jedoch diesem Kapitel auch eine kritische Betrachtung über die Begriffe „kausales“ und „finales“ Handeln vorangestellt werden; diese Begriffe tauchen nämlich durchweg in der rechtswissenschaftlichen und rechtsphilosophischen Literatur sowie auch in den meisten Abhandlungen über „Handlungslehren“ immer wieder auf. Nach dem, was bisher ausgeführt wurde, führt die Anwendung dieser Begriffe zu äußerst widersprüchlichen Szenarien. Werfen wir zunächst wieder einmal einen Blick in das angeblich ideologisch unabhängige Wikipedia. Dort ist zu lesen:

„Eine **Handlung** ist in der Rechtswissenschaft jedes von einem Willen gesteuerte menschliche Verhalten. Eine Handlung kann aus einem Tun oder einem Unterlassen bestehen. Der rechtswissenschaftliche Handlungsbegriff ist daher nicht identisch mit dem naturwissenschaftlichen.“⁴³⁵

Da fragt man sich doch gleich, welcher Handlungsbegriff damit gemeint sein könnte und wieso es überhaupt einen naturwissenschaftlichen Handlungsbegriff geben soll? Es gibt an dieser Stelle auch keinen link zu einem solchen. Nun, möglicherweise gibt es einen biologischen Begriff, der Handlungen von Tieren beschreibt. Der hätte aber in einer Rechtswissenschaft nichts zu suchen. Denn entweder sind wir immer noch im Bereich der Gesellschaftswissenschaften oder im Bereich der Psychologie mit dem Gegenstand „Theorie der Persönlichkeit“, worüber wir in der Einleitung zum Kapitel 3.2 schon einiges gesagt hatten; oder wir landen mal wieder im Biologismus, wenn menschliches Handeln biologisch erklärt werden sollte. Sehen wir einmal von diesem zunächst nur taxonomisch/definitorisch scheinenden Problem ab, dann ist die Aussage, es handele sich um „von einem Willen gesteuerte(s) menschliche(s) Verhalten“ in der Tat aufschlußreich, denn es führt uns in die richtige Richtung:

„Auffälligstes Charakteristikum menschlichen Handelns ist seine Intentionalität.“⁴³⁶

Wikipedia bleibt uns aber eine Erklärung schuldig, was ein naturwissenschaftlicher Handlungsbegriff sein könnte.

⁴³⁴ Oberkriegsgerichtsrat d.Res. im Oberkommando des Heeres von 1939-1944, *Ludwig Kaiser (1889-1978)*, ein Bruder meines Vaters, hat mir berichtet, dass ihm in seiner Juristenausbildung vor dem Ersten Weltkrieg eingeschärft wurde: „Auf den umfassenden Tatbestand kommt es an!“ Eine Entscheidung über die rechtliche Lage könne dann ganz einfach getroffen werden. Diese Aussage bekam ich nicht nur einmal, sondern ungefähr jede Woche zu hören, manchmal sehr lautstark, immer sehr eindringlich. Eine Kurzbiographie Ludwig Kaisers findet man in Wikipedia.

⁴³⁵ [http://de.wikipedia.org/wiki/Handlung_\(Recht\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Handlung_(Recht)) (l.a. 12.05.2009)

⁴³⁶ Roy Bhaskar, Über die Möglichkeit sozialwissenschaftlicher Erkenntnis und die Grenzen des Naturalismus, in *DIALEKTIK 1. Beiträge zu Philosophie und Wissenschaften. Orientierung der Philosophie*, hrsg. von Bernhard Heidtmann, Pahl-Rugenstein: Köln 1980, S. 81-108, hier: S. 96.

Schlagen wir dann ergänzend zum Handlungsbezug „Handlungslehren“ bei Wikipedia auf, so heißt es dort:

„Voraussetzung ist stets, dass eine Handlung bezogen auf einen Menschen vorliegt, so dass Ereignisse, die durch Tiere, Naturgewalten o.ä. hervorgerufen werden, grundsätzlich den Handlungsbezug nicht erfüllen. Verhalten, das im Zustand der Bewusstlosigkeit oder das durch Reflexe hervorgerufen wird, ist ebenfalls nicht unter den Begriff der Handlung zu subsumieren. Allerdings sind davon Affekte und Automatismen abzugrenzen.“⁴³⁷

Weiter wird dort ausgeführt, daß

„Die soziale Handlungslehre ... sich mittlerweile in der Strafrechtswissenschaft weitgehend durchgesetzt (hat), weil sie die bisherigen Lehren (insbesondere die kausale und finale Handlungslehre) umfaßt und alle erdenklichen Fälle (vor allem auch das Handeln durch Unterlassen) mit einschließt. Auch wenn keine Handlungslehre den Begriff der Handlung heute abschließend und allgemein gültig erklären kann, die Rechtsprechung hat sich auf keine Handlungslehre einigen können; mit der Prüfungsverlagerung der Vorsatzmerkmale in den Tatbestand wird die kausale Handlungslehre jedoch kaum noch vertreten.“⁴³⁸

In normale Sprache übersetzt heißt der letzte Satz: Merkmale von vorsätzlichem Handeln wurden in den Tatbestand verlagert und dort geprüft, was juristisch soviel heißt wie mit berücksichtigt, auf ihre strafrechtliche Relevanz hin beurteilt. Und so lesen wir dann zur kausalen Handlungslehre:

„Die (überkommene) kausale Handlungslehre sieht die Handlung als solche dann gegeben, wenn durch willensgetragenes menschliches Verhalten die Außenwelt verändert wird. Handlung ist danach jedes willkürliche menschliche Verhalten. In ihrer ursprünglichen Form rechnete diese Lehre alles Objektive zum Unrecht, alles Subjektive hingegen zur Schuld. Anders als bei der finalen Handlungslehre sind damit die vorsatztragenden Elemente im Rahmen der Schuld zu prüfen. Das führt dann dazu, dass das Unrecht des Täters nicht mehr durch den Tatbestand begrenzt wird. Die böse Gesinnung des Täters reicht zur Bejahung der Strafbarkeit aus.

Die kausale Handlungslehre steht im Widerspruch zur Strafbarkeit von Fahrlässigkeitsdelikten sowie zur Versuchsstrafbarkeit.“⁴³⁹

Die Konstruktion „kausal Handelns“ ist aber schon grundsätzlich unbefriedigend, wenn man sich die klassischen Beispiele hierzu ansieht. So führt der Rechtsanwalt Winfried Berner auf seiner Webseite „Die Umsetzungsberatung“ ein Beispiel von *Rudolf Dreikurs (1897-1972)*, einem Schüler *Alfred Adlers (1870 – 1937)*, mit folgender Situation an:

„Wenn eine Frau in einem Vortrag aufsteht und den Raum verläßt, dann ist die kausale Erklärung, dass sie hinausgeht, **weil** sie Durst hat, wenig befriedigend: ‚Die Tatsache, daß die Dame durstig war, erklärt gar nichts. Es bedeutet nicht, daß sie hinausgehen mußte. Aber wenn sie ein Glas Wasser haben will, **muß** sie hinausgehen.“⁴⁴⁰ Mit anderen Worten, aus seinem Zweck, seiner ‚Finalität‘, seiner Absicht erschließt sich das Handeln von Menschen weit besser und vollständiger als aus seinen ‚Gründen‘, seiner Kausalität.“⁴⁴¹

Das ‚Schiefe‘ an diesem Beispiel ist ja wohl, daß demnach der Grund für das Aufstehen der Frau auch gar nicht „Durst“ war, sondern eben, sich ein Glas Wasser zu holen. Also ist die Erklärung dieses Handelns gar nicht ‚kausal‘; es handelt sich mal wieder um eine kleine Kausalkette: die Frau ist durstig, das veranlaßt sie zu planen, ein Glas Wasser zu holen; daher steht sie auf und geht raus, um sich ein Glas Wasser zu holen. Ebenso gut hätte sie es aber auch bleiben lassen und den Durst ertragen können. Außerdem geht es gar nicht um eine ‚kausale‘ Erklärung des Verhaltens der Frau, sondern um die Methode,

⁴³⁷ [http://de.wikipedia.org/wiki/Handlungslehre_\(Strafrecht\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Handlungslehre_(Strafrecht)) (Aufruf am 12. Mai 2009)

⁴³⁸ Ibid.

⁴³⁹ Ibid.

⁴⁴⁰ Rudolf Dreikurs, Grundbegriffe der Individualpsychologie, Klett-Cotta: Stuttgart 1969; 2002 (3. Auflage), S. 54 (12. Auflage: 2009)

⁴⁴¹ Nach Winfried Berner, Die Umsetzungsberatung (<http://www.umsetzungsberatung.de/psychologie/finalitaet.php>; Aufruf am 12. Mai 2009)

wie das Verhalten der Frau von jemandem Dritten beurteilt werden kann oder ob es nicht beurteilt werden kann, weil zu wenig Informationen gegeben sind.

Und drittens ist diese Art von ‚Handeln‘ ganz privat, relativ trivial und uninteressant, um als Beispiel für eine menschliche Handlung dienen zu können. Sämtliche ‚Handlungen‘ der Kausalkette werden von der Frau vorgenommen, niemand anderes ist involviert, die „Außenwelt“ wird nicht verändert; lediglich das Auditorium ist leicht gestört – und auch nur möglicherweise. (Original Dreikurs nachsehen!) Dies kann man wohl kaum eine sozial relevante Handlung nennen; es findet auch nicht ansatzweise so etwas wie Kommunikation statt, ist auch nicht nötig. Es wird von der Person ein biologisches Bedürfnis geregelt, nicht mehr und nicht weniger. Strafrechtlich relevant ist es ohnehin nicht.

Wir hatten dagegen oben schon, ausgehend von Leontjew, gesehen, daß Handlungen nur im Rahmen der menschlichen Tätigkeit, der Arbeit, gesehen werden können und sich dadurch auszeichnen, daß bei der Ausführung Ziele und Motiv auseinanderfallen (können). Leontjew schreibt:

„Mit der Handlung, der ‚Haupteinheit‘ der menschlichen Tätigkeit, bildet sich demnach auch die Grundlage und ihrem Wesen nach gesellschaftliche ‚Einheit‘ der menschlichen ‚Psyche‘: der vernünftige Sinn dessen, worauf sich die Aktivität des Menschen richtet.“⁴⁴²

Damit vereinbar wäre dann nur die ‚finale‘ Erklärung; dies umso mehr, als eine ‚kausale‘, so wie sie in den – wissenschaftlich nicht befriedigenden – Handlungslehren diskutiert wird, sich nur auf ein Individuum und die Erklärung seiner Handlungen kapriziert, so wie in dem Beispiel von Dreikurs. Streng genommen, ist dieser Ansatz noch nicht einmal durchführbar; eine Handlung wird nicht dann ‚kausal‘, wenn ihre Erklärung durch die Floskel: „Er/sie hat gehandelt (dies oder jenes getan), weil...“ eingeleitet wird. Eine wirklich kausale Erklärung müsste dann alles berücksichtigen, was den Menschen in seiner relevanten Situation dazu gebracht hat, so oder so und nicht so zu handeln. Das ist aber schlechterdings nicht möglich; dazu müsste man die innersten Geheimnisse des Weltalls und der Natur, insbesondere der menschlichen Gesellschaft und der Rolle des konkreten Menschen, kennen bzw. aufgeklärt haben. In strafrechtlichen Ermittlungen interessiert dies auch nur insoweit, als geprüft wird, ob Vorsatz bestand oder nicht, ob geistige Umnachtung (Unzurechnungsfähigkeit) vorlag oder nicht, ob weitere Personen involviert waren oder nicht etc.

In strafrechtlich relevanten Handlungen kann die Frage daher nur sein: was ist passiert und wer war beteiligt? Um dies herauszufinden, lässt man sich vom Kausalitätsprinzip leiten, das als heuristisches Kriterium dient, den „umfassenden Tatbestand“ zu ermitteln.

„Tatsächlich aber vollzieht sich das Handeln der Menschen objektiv immer entweder in Übereinstimmung mit den sozialen Gesetzen oder es widerspricht ihnen, befinden sich doch die Interessen und Zwecksetzungen der Menschen in einem jeweils bestimmten Verhältnis zu diesen Gesetzen. Ein Handeln, das sich keinen bestimmten Zielen zuwendet und nicht diese oder jene Interessen verfolgt, gibt es nicht. Dabei ist es gleichgültig, ob die Klasse oder einzelne Persönlichkeit die Verknüpfung ihrer Interessen mit der historischen Notwendigkeit begreift oder nicht.“⁴⁴³

Chotjakova spricht in diesem Zusammenhang über „... zwei Reihen der Kausalität im Geschichtsprozeß...“, deren dialektischer Widerspruch nur auf die hier ausgeführte Art

⁴⁴² Leontjew, S. 206

⁴⁴³ Chotjakova, Soziale Gesetze, S. 34

und Weise gelöst werden kann: individuelles Handeln findet im und aus dem sozialen Kontext heraus statt, wobei zusätzlich gesagt werden muß, daß den sozialen Gesetzen sowie dem irreversiblen geschichtlichen Prozeß der determinierende Charakter zukommt; sie stellen das führende Element dar. Individuelles Handeln ist allenfalls relativ unabhängig, kann sich aber niemals von der Basis lösen. Auf der anderen Seite gilt:

„Würde eine relative Unabhängigkeit überhaupt fehlen, bedeutete dies die Verwirklichung des fatalistischen Schemas von der Wechselwirkung zwischen Gesetzen und Handeln. Demgegenüber würde die Verabsolutierung dieser Unabhängigkeit jede Möglichkeit gesellschaftlich bewußten Handelns ausschließen (voluntaristischer Determinismus).“⁴⁴⁴

Interessant ist auch der Handlungsbegriff bei Hannah Arendt, der gar nicht so weit von Leontjew oder Sève entfernt erscheint. In ihrem Hauptwerk über eine Theorie des politischen Handelns, 1958 erstmals in den USA unter dem Titel *The Human Condition* veröffentlicht, lesen wir:⁴⁴⁵

„Daß Freiheit wie Unfreiheit ein Produkt menschlichen Handelns ist und mit der ‘Natur’ gar nichts zu tun hat“.

„Handeln allein ist das ausschließliche Vorrecht des Menschen; weder Tier noch Gott sind des Handelns fähig, und nur das Handeln kann als Tätigkeit überhaupt nicht zum Zuge kommen ohne die ständige Anwesenheit einer Mitwelt.“

„Politik beruht auf der Tatsache der Pluralität des Menschen. [...] Politik handelt vom Zusammen- und Miteinander-Sein der Verschiedenen. [...] Der Mensch ist a-politisch. Politik entsteht in dem Zwischen-den-Menschen, also durchaus außerhalb des Menschen.“⁴⁴⁶

Und noch interessanter ist die in der Bundesrepublik Deutschland offenbar herrschende Auffassung, dass es gar keine Rechtswissenschaft mehr gibt, sie ergo auch nicht gefördert werden muß. Als nämlich Thomas Hoeren, Jura-Professor und Direktor des Instituts für Informations-, Telekommunikations- und Medienrecht der Universität Münster, sich beim Bundesforschungsministerium erkundigen wollte, „unter welches Programm ein juristisches Forschungsprojekt bei der Förderung für Geistes- und Sozialwissenschaft falle“, wurde ihm von einer jungen Dame am Telefon geantwortet, Rechtswissenschaft sei keine Geistes- oder Sozialwissenschaft. Darauf entgegnete Hoeren „ganz konsterniert“: „Aber Jura sei ja nun auch keine Naturwissenschaft. ... Eben, sagte die Dame, da müssen Sie sich mit den historischen oder philosophischen Grundlagen des Rechts beschäftigen, sonst gibt’s hier kein Geld.“⁴⁴⁷

Es ist nicht schwer einzusehen, daß eine korrekte Definition menschlichen Handelns weitreichende Folgen in der Rechtswissenschaft und noch mehr in der konkreten Rechtsprechung hätte. Hier spielt die neuerliche, ganz grundsätzliche Erörterung darüber, ob „der Mensch“ einen „freien Willen“ habe oder nicht, in Form eines Determinismus-Indeterminismus-Streits und seinen Folgen für das Strafrecht unmittelbar in die prinzipielle Frage nach Schuld und Verantwortung hinein.⁴⁴⁸

Es bietet sich daher ein weiterer Exkurs über dieses Thema an.

⁴⁴⁴ Ibid., S. 36f.

⁴⁴⁵ H. Arendt, *Vita activa oder Vom tätigen Leben*, Piper TB: München-Zürich 2006 (4. Aufl.)

⁴⁴⁶ Ibid., S. , 34,

⁴⁴⁷ Thomas Hoeren, *Vom faulen Holze lebend*, FAZ vom 30.07.2009

⁴⁴⁸ Vgl. etwa Gunnar Spilgies, *Die Bedeutung des Determinismus-Indeterminismus-Streits für das Strafrecht. Über die Nichtbeachtung der Implikationen eines auf Willensfreiheit gegründeten Schuldstrafrechts*, Verlag Dr. Kovac: Hamburg 2004.

Exkurs über die neuere Neurophysiologie und Hirnforschung

Von ähnlicher Irrelevanz wie das Beispiel der durstigen Frau bei Dreikurs sind die ‚Handlungen‘ in den Versuchen von Benjamin Libet in den 1980er Jahren über das neuronale Aktionspotential, auf die sich selbsternannte Anthropologen wie Wolfgang Singer (Mediziner) und Gerhard Roth (Biologe und Philosoph) immer wieder berufen, um ihre aberwitzigen Thesen über den deterministischen Antrieb des ‚vereinzelt Einzelnen‘ durch sein eigenes Gehirn in die Welt zu bringen.

Libets Ausgangspunkt war ein EEG-Experiment, das die Neurologen Hans Helmut Kornhuber und Lüder Deecke 1965 veröffentlicht hatten. Es zeigte, dass zwischen der Vorbereitung einer einfachen Handbewegung im Motorkortex und ihrer tatsächlichen Ausführung etwa eine Sekunde verstreicht. Libets Alltagserfahrung war, dass die empfundene Zeit zwischen Handlungswunsch und -ausführung sehr viel kürzer ist.

Ziel seines Versuchs war es daher, möglichst exakt festzustellen, wann der Proband eine bewußte ‚Handlung‘entscheidung trifft, ab wann der motorische Kortex die Ausführung der Handlung vorbereitet und wann die betreffende Muskulatur tatsächlich aktiviert wird. Ein Elektromyogramm (EMG) erlaubte eine genaue Messung der Muskelaktivität; auch zur Messung des Bereitschaftspotentials im Kortex existierte mit dem EEG, dem Elektroenzephalogramm, der Messung der Hirnstromaktivität, eine etablierte Meßmethode.

Allerdings erschien es problematisch, den Zeitpunkt der Willensentscheidung festzustellen, da jedes äußere Zeichen des Probanden zwangsläufig mit jener Latenzzeit behaftet wäre, die der Versuch ja erst ermitteln sollte. Libet entschied sich dafür, seine Versuchspersonen auf eine schnell laufende Uhr blicken zu lassen, die er durch einen Lichtpunkt auf einem Oszilloskop realisierte, der innerhalb von 2.56 Sekunden (s) einen vollständigen Kreis beschrieb. Nach Beendigung des Experiments sollten die Probanden die Stellung der Uhr zum Zeitpunkt ihrer Entscheidung berichten.

Um die Exaktheit dieses Verfahrens zu überprüfen, wurde in einem Vorexperiment eine Hautpartie der Probanden elektrisch gereizt; diese sollten mittels der Oszilloskop-Uhr den Zeitpunkt der Stimulierung feststellen. Hierbei ergab sich eine hinreichend geringe Varianz bei einer mittleren Abweichung von -50 Millisekunden (ms) gegenüber dem wahren Zeitpunkt des Reizes.

Im eigentlichen Versuch wurden die Probanden darum gebeten, einen völlig beliebigen Zeitpunkt zu wählen, um die rechte Hand zu bewegen, sowie sich den Stand der Uhr zu jenem Zeitpunkt zu merken. In einigen Fällen sollten sie einem auftretenden Handlungswunsch möglichst spontan nachkommen, in anderen zwischen Handlungswunsch und Ausführung bis zu einer Sekunde verstreichen lassen, die Bewegung also gewissermaßen vorausplanen.

Bei der Auswertung der Meßergebnisse wurde der Nullpunkt der Zeitskala stets auf den Beginn der Muskelaktivierung gelegt, der anhand des EMG zweifelsfrei festzustellen war. Dieser Bezugspunkt diente der Mittelung von 40 EEG-Aufzeichnungen des jeweils gleichen Probanden. Eine solche Durchschnittsbildung ist aufgrund des geringen Signal-Rausch-Verhältnisses bei EEG-Versuchen üblicherweise nötig, um die Daten überhaupt auswerten zu können.

Relativ dazu waren die gemessenen Zeiten im Mittel wie folgt:

- Bei -1050 ms trat das Bereitschaftspotential auf, wenn der Proband eine Vorausplanung der Bewegung berichtete;
- Bei -550 ms setzte das Bereitschaftspotential von spontanen Handlungen ein;

- Der berichtete Zeitpunkt des Handlungswunsches lag in beiden Fällen gleichermaßen bei –200 ms.

Das Bemerkenswerte an diesem Ergebnis ist, dass der Zeitpunkt, zu dem der subjektive Handlungswunsch empfunden wird, in jedem Fall deutlich *nach* dem Punkt liegt, an dem der motorische Kortex die Bewegung vorzubereiten beginnt. Akzeptiert man das Vorexperiment als Hinweis darauf, dass die Versuchspersonen in der Lage waren, den bewußt empfundenen Handlungswunsch korrekt zu datieren, so folgt daraus, dass der Handlungswunsch die Aktivierung des Motorkortex nicht kausal verursachen konnte.

Die spannende Frage wäre jetzt aber, was hat die Aktivierung des Motorkortex denn dann verursacht, wenn es nicht der Handlungswunsch war? Schließlich wurde doch den Probanden vorher gesagt, sie sollten ihren Arm anheben? Und irgendwann haben sie das dann getan. Das Fatale ist, daß in allen neurophysiologischen Arbeiten meist von einem „Ereignis“ die Rede ist, wenn es eigentlich eine menschliche Handlung sein soll. Ist „Ereignis“ ein adäquater Begriff, um eine Handlung zu bezeichnen? Auf keinen Fall! Selbst wenn man meist als „Ereignis“ bezeichnete „Events“ wie etwa Konzerte oder andere kulturelle Veranstaltungen betrachtet, sind diese nur für die Zuhörer oder Zuschauer „Ereignisse“. Wenn man den Vorgang nämlich aus der Perspektive des oder der Veranstalter(s) betrachtet, sind es keine Ereignisse mehr, sondern wohlgeplante Performances, meist noch mit einer gewaltigen und hoch-komplexen Logistik verbundene Spektakel; man denke nur an André Hellers Aktivitäten oder an ein Michael Jackson-Konzert oder ganz einfach an eine gelungene Theateraufführung.

Befremdlich mutet es daher an, wenn David Donaldson, ein Hauptvertreter der amerikanischen Schule der xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

So konstatiert auch der Verfasser des Wikipedia-Eintrags „Libet-Experimente“:

„Libets Experimente gelten nicht für das episodische Gedächtnis – denn für eine Handbewegung ist keine moralisch begründete Entscheidungsfindung notwendig.“⁴⁴⁹

Dies ist aber schon im Ansatz widersprüchlich, denn eine eigentliche Handlung (s.o.), d.h. eine, die sich sozial auswirkt bzw. in einem sozialen Umfeld (es gibt ja auch kein anderes), mindestens einem einzigen menschlichen Gegenüber, würde sich mit diesem Gegenüber ebenfalls auseinandersetzen müssen. Was dem ersten als Handlung zugestanden wird, muß dem zweiten auch erlaubt sein; so werden auch von dem zweiten Menschen, um in der „Elementarzelle“ zu bleiben, möglicherweise Handlungen ausgehen. Das könnten dann auch welche sein, die, im negativen Fall, die Handlung des ersten zunichte machen könnten, oder, im konstruktiven Fall, seine Handlung(en) positiv verstärken.

Die Kaprizierung einiger Neurophysiologen auf das einzelne, konkrete Gehirn geht auf diese Weise abenteuerlich in die falsche Richtung; wir haben oben versucht zu zeigen, wie sich das Individuelle derart verwoben mit dem gesellschaftlichen Umfeld, also der individuelle Mensch in seiner Auseinandersetzung eben nicht mit der Umwelt, sondern mit der Natur **und** anderen Menschen im Arbeitsprozeß auseinandersetzt, daß man das Gehirn dabei ausschließlich als das Verarbeitungsorgan all dieser Prozesse ansehen muß, nicht als allein handelndes Subjekt.

⁴⁴⁹ Aber selbst mit solchen unbedachten, beinahe apodiktischen Äußerungen muß man vorsichtig sein. Die Erinnerung an den erhobenen Arm zum „Hitlergruß“ läßt einen darüber grübeln, ob wirklich jede Handbewegung so harmlos ist, daß ihr keine moralisch begründete Entscheidungsfindung zugrunde liegt.

Meiner Meinung nach auf den Punkt gebracht hat diese Tatsache in kaum zu übertreffender Klarheit mal wieder ein Schriftsteller, und zwar Tom Wolfe über das Ich, einen Hochschullehrer dozieren lassend, der Delgado zitiert: „... Delgado (war) nicht nur ein experimentierender Neurobiologe, er war auch Arzt und als solcher auf der Suche nach Methoden, das Wohlbefinden des Menschen und ihr Verhalten durch die ‚physische Kontrolle des Gehirns‘ zu verbessern. So lautet der Titel des einzigen Buchs, das er je geschrieben hat, auch wenn er zahlreiche Experimente in mindestens hundert wissenschaftlichen Monografien dargelegt hat: *The Physical Control of the Mind*. Die gewaltigen philosophischen Implikationen seiner Untersuchungen waren ihm dabei von Anfang an bewusst. Er vertrat die Position, dass unsere – und damit meine ich unser aller – Vorstellung vom menschlichen Geist wenig Ähnlichkeit mit der Realität hat. Wir stellen uns den Geist – notgedrungen – als eine Art Kommandozentrale im Gehirn vor, die wir das Selbst nennen, und diesem Selbst unterstellen wir einen freien Willen. Delgado hat diese Vorstellung eine ‚nützliche Illusion‘ genannt. Er postulierte eine ganze Reihe von neuronalen Schaltsystemen – und von den meisten ahnt das Tier namens Mensch nichts. Sie arbeiten parallel, um die Illusion eines selbst zu schaffen – eines ‚Ich‘, eines ‚Individuums‘ mit einer Seele und einem freien Willen. Für ihn war das Ich nichts anderes als ein ‚vergängliches Konglomerat aus Materialien der Umgebung‘. Es ist keine Kommandozentrale, sondern vielmehr ein Wochenmarkt, eine Einkaufspassage oder eine Hotellobby, wo auch andere Menschen mit ihren Ideen, ihrer geistigen Atmosphäre und der Zeitgeist – um Hegels über zweihundert Jahre alten Terminus zu gebrauchen – ein und aus gehen, und man kann die Türen nicht vor ihnen verschließen, weil sie zu einem selbst werden, weil man sie selbst sind. Nach Delgado setzen andere Neurobiologen Begriffe wie Selbst und Geist und natürlich den Begriff der Seele in Anführungszeichen. Delgados Konzeption vom Selbst als dem Produkt eines physikalischen Mechanismus ist dabei, sowohl die Philosophie als auch die Psychologie gründlich umzukrempeln.“⁴⁵⁰

Bis heute streitet man sich von berufener und unberufener Seite, ob eher das ‚Milieu‘ oder das ‚genetische Erbe‘ (also in letzter Konsequenz doch wieder die DNA) die Persönlichkeit eines individuellen Menschen bestimmt. Meiner Meinung nach ist diese Frage vollkommen falsch gestellt, weil sich beides gar nicht auseinanderhalten läßt: beide Dynamiken entwickeln sich untrennbar miteinander verbunden zur mehr oder weniger ausgereiften Persönlichkeit.

„Das Bemühen, die Persönlichkeit, ein *historisch-gesellschaftliches Gebilde*, in einer *biologisch begründeten* Theorie wiederzugeben, gehört selbst zu den Verirrungen, deren relativ unangefochtene Fortdauer schon zur Genüge zeigen müßte, daß die Psychologie noch ganz und gar nicht zur Reife gelangt ist“,

schrrieb Sève 1972.⁴⁵¹ Sie ist heute noch nicht viel weiter, und auch die Versuche, den gesellschaftlichen Bedingungen und Gegebenheiten in einer ‚Sozialpsychologie‘ Rechnung zu tragen, in der dann aber die konkrete Einmaligkeit der Individuen nur noch mit Zufall erklärt werden kann, stellen einen unzureichenden und die Wechselwirkung nicht berücksichtigenden Ansatz dar, der ebenfalls schon von Sève ganz prinzipiell kritisiert wurde:

„Bisher hat die Psychologie meist gemeint, den Gesellschaftswissenschaften, wenn nicht gar dem historischen Materialismus weitgehend Genüge getan zu haben, wenn sie die bestimmende Rolle der *sozialen Faktoren* bei der Herausbildung der menschlichen Persönlichkeit proklamierte. Eine in Wirklichkeit höchst naive und peinlich widerspruchsvolle Proklamation, denn allein schon dadurch, daß man die gesellschaftliche Welt des Menschen, die gesellschaftlichen Verhältnisse *als äußere Wachstumsfaktoren – als Milieu ... – eines demnach als natürlich vorherbestehend* gefaßten Individuums betrachtet, läßt man offenkundig werden, daß man nicht begriffen hat, daß die gesellschaftlichen Verhältnisse nicht äußere Wachstumsfaktoren, sondern das Wesen der Persönlichkeit sind. Bisher sind in

⁴⁵⁰ Tom Wolfe, *Ich bin Charlotte Simmons*, Heyne: München 2007, S. 550f.

⁴⁵¹ Lucien Sève, *Marxismus und Theorie der Persönlichkeit*, Frankfurt am Main 1972, S. 218, 241

der Psychologie die Konsequenzen aus dieser Idee längst nicht *vollständig* gezogen worden, selbst nicht in Arbeiten, die sich zum Marxismus bekennen.“⁴⁵²

Gerade in diesen Zeiten erlebt die Soziobiologie eine zweite Welle der Propagierung, eine Art Auferstehung. Man braucht nur aufmerksam in eine große Tageszeitung zu schauen, hinter der sich sowieso und schon immer ein kluger Kopf verbirgt, und kann dann dort einen „Grundkurs in Soziobiologie“ belegen, der Anfang 2007 mit der 18. Folge abgeschlossen war und dessen sämtliche früheren Teile im Internet nachzulesen sind.⁴⁵³ Das paßt ganz ausgezeichnet zur gegenwärtigen Neurophysiologie in Gestalt der Hirnforschung, als deren Repräsentanten Wolfgang Singer, der Leiter des Frankfurter Max-Planck-Instituts für Hirnforschung und Gerhard Roth, Direktor des Instituts für Hirnforschung an der Universität Bremen⁴⁵⁴ und Direktor des Hanse-Wissenschaftskollegs in Delmenhorst, gelten können. Deren Thesen handeln ja ebenfalls weitgehend von einem durch rationale Überlegungen und gesellschaftliche Prozesse, in die jeder Mensch eingebunden ist, unbeeinflussbaren, ja deterministischen Entscheidungsismus, demzufolge der ‚Mensch‘ (wieder dieses abstrakte Wesen) nur den ‚Entscheidungen‘ folgt und folgen kann, die sein Gehirn jeweils schon bis zu einer halben Sekunde vorher für ihn getroffen hatte.⁴⁵⁵ Da wird jetzt sogar das Gehirn von seinem Träger, dem konkreten Menschen, losgelöst und verselbständigt, und gleichzeitig wird behauptet, hier würde die neurophysiologische Forschung jetzt fortfahren, wo Sigmund Freud einst nicht weiterkam, und die Probleme der Psychologie der Persönlichkeit würden so nebenbei auch noch gelöst werden.⁴⁵⁶ Man wird gespannt sein, wann diese modernen Reduktionisten merken, dass sie sich in derselben Sackgasse befinden wie seinerzeit Sigmund Freud.

Nach einem kurzen Ausflug der individualistischen Ideologien scheinbar ins Soziale wie in der Soziobiologie, die allerdings augenblicklich nach Erscheinen von Edgar O. Wilsons Standardwerk⁴⁵⁷ in den USA – wen wundert’s – sogleich ganz pragmatisch als neue psychiatrische Methode operationalisiert wurde⁴⁵⁸, zieht sich die neuere Hirnforschung offenbar wieder ins individuelle Gehirn zurück und sucht nun dort die Gründe für menschliches Verhalten.⁴⁵⁹ Dort wird sie aber nichts finden, denn auch das ontogenetisch

⁴⁵² Sève, a.a.O., S. 159

⁴⁵³ Eckart Voland, *Lernfähig, aber nicht belehrbar. Über die Aufgabe des Gehirns: Ein Grundkurs in Soziobiologie*, 18. Folge, FAZ vom 31. Januar 2007; der gesamte Kurs ist nachzulesen unter www.faz.net/soziobiologie. Der FAZ muß man aber zugute halten, dass sie über Jahre hinweg immer wieder Beiträge veröffentlichte, die heftigste Kritik aus unterschiedlichsten Disziplinen an den Thesen von Singer und Roth übten. Von diesen Beiträgen sei hier nur der von Martin Stingelin, Literaturwissenschaftler an der Universität Basel, aus dem Jahr 2004 hervorgehoben, in dem er sich mit der kurzen und sarkastischen Schrift von Dürrenmatt „Das Hirn“ beschäftigt. Diese ist jedoch in Wahrheit ein Traktat über Auschwitz (abgedruckt in Friedrich Dürrenmatt, *Turmbau. Stoffe IV-IX*, Zürich 1998, S. 233-263).

⁴⁵⁴ Gerhard Roth, *Das Gehirn und seine Wirklichkeit. Kognitive Neurobiologie und ihre philosophischen Konsequenzen*, Frankfurt am Main 1994/2000⁸; ders., *Aus Sicht des Gehirns*, Frankfurt am Main 2003; ders., *Das Gehirn und seine Freiheit*, Göttingen 2006.

⁴⁵⁵ Wolfgang Singer, *Keiner kann anders als er ist: Wir sollten aufhören, von Freiheit zu reden*, FAZ vom 8.1.2004, erneut abgedruckt als *Verschaltungen legen uns fest. Wir sollten aufhören, von Freiheit zu sprechen*, in Christian Geyer (Hrsg.) *Hirnforschung und Willensfreiheit. Zur Deutung der neuesten Experimente*, Frankfurt am Main 2004, S. 30-65.

⁴⁵⁶ So dezidiert Gerhard Roth, z.B. in seinem Vortrag *Wie das Gehirn die Seele macht* während der 51. Lindauer Psychotherapiewochen April 2001 (www.Lptw.de). Eine fundierte Kritik an den Thesen Roths über den ‚freien Willen‘ aus der Sicht eines Arztes hat der erfahrene Augsburger Psychiater Ingo-Wolf Kittel geschrieben („Determiniert zu hirnrigen Konstruktionen.“ Stellungnahme zu dem Bericht von Gerhard Roth "Das Problem der Willensfreiheit - Die empirischen Befunde.“ In: *Information Philosophie* 5/2004, S. 14-21; vgl. auch Helmut Mayer, Ach, das Gehirn. Über einige neue Beiträge zu neurowissenschaftlichen Merkwürdigkeiten, in *Neue Rundschau* 114/4 [2003]; diese Beiträge können aus dem Internet heruntergeladen werden). Prinzipielle Kritik an der *Interpretation* der Versuche von Benjamin Libet übt u.a. Daniel C. Dennett, *Freedom evolves*, London 2003. Als Beispiele für innerfachliche Kritik mag dies hier genügen. Die Diskussion hält an.

⁴⁵⁷ Edgar O. Wilson, *Sociobiology. The New Synthesis*, New York 1975; vgl. auch ders., *Biologie als Schicksal. Die soziobiologischen Grundlagen menschlichen Verhaltens*, Frankfurt am Main-Berlin-Wien 1978.

⁴⁵⁸ Vgl. beispielhaft Michael T. McGuire/Lynn A. Fairbanks (Hrsg.) *Ethological Psychiatry. Psychopathology in the context of evolutionary biology*, New York-San Francisco-London 1977, darin vor allem den Artikel von Glenn E. Weisfeld, *A Sociobiological Basis for Psychiatry*, S. 111-125.

⁴⁵⁹ Die meisten Hirnforscher sehen als Beginn dieser Entwicklung John C. Eccles mit der 3-Weltenhypothese an (*Das Gehirn des Menschen*, München-Zürich 1976; Original: *The Understanding of the Brain*, New York 1973),

manifestierte, konkrete Gehirn eines Individuums hat sich im sozialen Kontext erst herausgebildet, ist so und so ‚geworden‘. Es haben sich dabei sogar biologische Entwicklungen in sogenannten epigenetischen Prozessen vollzogen, indem sich neue ‚somatische Gene‘ gebildet haben, die nicht auf der DNA-Ebene im rekombinanten, d.h. unmittelbar vererbten Chromosomensatz vorhanden waren.⁴⁶⁰ Das soziale Handeln der Menschen sollte durch „eine biologische Betrachtungsweise menschlichen Verhaltens“ ersetzt werden, so der Klappentext von Wilsons zweitem Buch⁴⁶¹. Die Hirnforscher geben denn auch zu, dass alle Prozesse der *Entstehung* des *Gehirninhalts* in ihren Thesen keine Berücksichtigung finden können. Und schon gar nicht kann auf einer individualistisch-biologischen Ebene erklärt werden, wie denn die Informationen und Erfahrungen, aufgrund derer komplexe Entscheidungen getroffen werden, ins Gehirn hineingekommen sind.

Gelegentlich wird das Gehirn sogar für die Ursache von Gedanken gehalten. Der Wissenschaftsjournalist Helmut Mayer konstatiert anlässlich einer Buchrezension ganz prägnant hierzu: „Vor allem aber spricht nichts dafür ..., im Gehirn ‚Ursachen‘ für Gedanken zu suchen. Gedanken haben viele Ursachen, aber das Gehirn zählt nicht dazu.“⁴⁶²

Die Hirnforschung ist ein Gebiet der *Biologie*, sie kann das Wesentliche des Menschen nicht erklären, das gerade kein biologisches ist. Die fatale Kaprizierung von Verhaltensforschern wie Friedrich Hacker⁴⁶³, Konrad Lorenz, seinem Schüler Irenäus Eibl-Eibesfeldt, dem Affenforscher Desmond Morris⁴⁶⁴, dem erwähnten Ameisenforscher Wilson u.v.a. auf das Individuum mit seinen angeblich angeborenen Verhaltensweisen, zu denen sie auch ‚Aggression‘ zählen, um die Ursachen von Kriegen zu psychologisieren und damit nur zu verschleiern, sowie der Wahn, solche Verhaltensweisen dann auch in der Natur gewissermaßen zu ‚entdecken‘, führt nur dazu, das Augenmerk auf immer wieder *gleiche* oder *ähnliche Verhaltensweisen* bei Mensch und Tier zu fokussieren anstatt auf die wesentlich interessanteren, aber eben auch schwieriger zu bestimmenden *differentia specifica*.

Bei dem erwähnten Neurobiologen Gerhard Roth ist sogar ein doppelter, wenn nicht gar mehrfacher Reduktionismus, nämlich über mehrere Ebenen von Wissenschaftsgebieten, festzustellen. In einem Interview reduzierte er die Biologie der Hirnforschung, die selbst schon, wie erwähnt, ein Produkt des biologischen Reduktionismus ist, also der Reduktion ‚des Menschen‘ auf die biologische Funktion seines Gehirns, noch einen Schritt weiter, nämlich auf Physik. Auf das Statement des Interviewers „*Leben an sich läßt sich ja zumindest bisher nicht mit einfachen physikalischen Formeln erklären*“ antwortet Roth:

*„Sicher. Eine Zelle ist etwas, was von der Physik und von der Chemie her eher exotisch ist. So etwas wie eine Zelle kommt sonst in der Natur nicht vor. Trotzdem gehöre ich zu den Leuten, die Geist und Bewusstsein letztendlich als physikalische Zustände verstehen. Das heißt, mit den Mitteln der Physik beschreibbare und verstehbare Zustände. Nichts desto weniger sind sie exotisch. Wir brauchen dazu eine Physik, die es noch nicht gibt, die aber ganz offensichtlich nicht die derzeitigen Naturgesetze sprengt.“*⁴⁶⁵

die ursprünglich Sir Karl Raimund Popper entwickelt hatte (vgl. K.R. Popper/J.C. Eccles, *Das Ich und sein Gehirn*, München 1977).

⁴⁶⁰ Solche entstehen nicht nur im Zentralnervensystem (ZNS), sondern auch bei der Ausformung des Immunsystems nach der Geburt; vgl. z.B. Erhard Geißler, *Genetik und das Wesen des Menschen*, in *Vom Gen zum Verhalten. Der Mensch als biopsychosoziale Einheit*, hrsg. von Erhard Geißler und Herbert Hörz, Berlin 1988, S. 309-321.

⁴⁶¹ Wilson, *Biologie als Schicksal*, a.a.O., Rückseite des Buchumschlags.

⁴⁶² Helmut Mayer, *Am Gehirn sollt ihr sie erkennen*, FAZ vom 17. September 2007, S. 37.

⁴⁶³ Friedrich Hacker, *Aggression. Die Brutalisierung der modernen Welt*, Fritz Molden: Wien-München-Zürich 1971 (2. Aufl.); ders., *Terror. Mythos, Realität, Analyse*, Fritz Molden: Wien-München-Zürich 1973; ders., *Materialien zum Thema Aggression*, Rowohlt-TB: Reinbek 1974; ders., *Das Faschismus-Syndrom*, ECON: Düsseldorf 1990.

⁴⁶⁴ Vgl. aus der Vielzahl von Büchern nur: Desmond Morris, *Der nackte Affe*, Droemer Knauer: München 1999

⁴⁶⁵ "Es könnte sein, daß wir völlig blind sind" Der Gehirnforscher Prof. Gerhard Roth zu Intelligenz, Bewußtsein und der Physik des Geistes, Volker Lange, *MorgenWelt* 02-99 (www.morgenwelt.de)

Spricht diese Aussage schon für sich, so ist noch bemerkenswert, wie sich die Ebenen der Naturbetrachtung seit der Entwicklung der Quantentheorie verschoben haben und bei Roth nochmals brechen: nicht „die Zelle“ ist ‚normal‘ bzw. ein ‚normales‘ Naturprodukt, das in der Evolution hervorgebracht wurde, sondern offenbar nur Physik und Chemie sind es, die Zelle aber ist ‚exotisch‘ und offenbar auch kein Gegenstand für die Biologie. Für Quantenphysiker war und ist der *Kosmos* ein exotisches Gebilde, das wohl, ist er doch kaum mit unserer ‚normalen‘ Anschauung zu verstehen; und die Elementarteilchen sind es ebenfalls, wenn Physiker angesichts der heute bekannten, jedoch meist nur extrem kurzlebigen Partikel, liebevoll vom „Elementarteilchenzoo“ sprechen. Jedoch sind auch die chemischen Objekte für unsere Anschauung der „dinglichen Welt“ (Singer) nicht allzu anschaulich und kommen in der Natur ebenfalls meist nicht vor, sondern sind im wahrsten Sinn des Wortes ‚Kunststoffe‘. Auch eine Atombombe kommt in der Natur nicht vor und spaltbares Uran muß erst mühsam angereichert werden. Also sind eher diese Bereiche als exotisch zu bezeichnen als eine Zelle, die von der *Biologie/Biochemie* sehr wohl gut verstanden wird und keinesfalls als exotisch angesehen wird.

Erfrischend ist es dagegen, wenn man sogar in einem Kriminalroman aus Stockholm eine deftige Kritik des Biologismus samt politischen Implikationen sozusagen en passant, nämlich in den Gedanken einer der Protagonistinnen über Verschwörungstheorien, geboten bekommt:

„Das 20. Jahrhundert war das Jahrhundert der Demokratie, aber auch das Jahrhundert, in dem man die Demokratie am intensivsten bekämpfte, vor allem aus dem Innern der Demokratie heraus. Wie bekam man – und *man* war natürlich der Markt, die größte und eigentlich einzige Ideologie der Gegenwart, ein vollkommen uniformes und absolut unflexibles Denksystem, das auf Gewinnmaximierung beruhte –, wie bekam man die Leute dazu zu glauben, sie seien im Besitz der Macht, während sie gleichzeitig der Macht beraubt wurden? Natürlich dadurch, dass man sie am Denken hinderte. Jedes Marketing dreht sich darum, die Menschen dazu zu bringen, das Denken einzustellen und sich stattdessen auf verschiedene Formen wohldurchdachter Idealbilder einzulassen. Ein Image zu verkaufen. Weiter? Massive Anhäufung direkt verdummender Fernsehunterhaltung, die jeden Teenager veranlasste, Programmchef im Fernsehen werden zu wollen, Starrummel, Porno, Sporthysterie, Denken in ethnischen Bahnen, der Zwang, seine Zeit unablässig für absurde Wahlen zu verwenden, von der Müllabfuhr bis zum Stromlieferanten, die Beschränkung jedes wirtschaftlichen Denkens auf die eigene Brieftasche, die immer stärker mit den Börsenkursen gekoppelt war, und schließlich der Biologismus, den Sara Svenhagen als die Krönung der Idee auffasste, die um jeden Preis verbreitet werden musste: dass wir keine Macht über unser Leben haben. Jetzt waren unsere Hirne endlich matschig genug, unser Selbstvertrauen zerrüttet genug, um den Todesstoß zu empfangen: den Gedanken, dass es eigentlich keine Rolle spielt, was wir tun oder was mit uns geschieht – alles in unserem Leben wird sowieso von unseren Genen gelenkt. Das war der Todesstoß, und er setzte von allen Flanken ein, in allen Medien gleichzeitig. Was du auch tust, glaube nicht, dass du etwas an deiner Situation ändern kannst. Sie ist durch eine endlose Kette von Generationen vor dir festgelegt. Hast du einen älteren Verwandten, der pädophil ist, so weißt du, dass du selbst pädophil wirst. Es gibt also keine Veranlassung, der Versuchung zu widerstehen. Es ist sowieso vergeblich.“⁴⁶⁶

Ende des Exkurses: Fortsetzung Rechtswissenschaften

Doch zurück zur Rechtswissenschaft und deren philosophischen Grundlagen. Wo ist jetzt der objektive Zufall zu verorten, wo und in welcher Weise macht er sich bemerkbar und wirft alles über den Haufen, sogar menschliches ‚intentionales‘ Handeln? Was für eine Rolle spielt die Kausalität in der Erforschung menschlichen Handelns, insbesondere, wenn es strafrechtliche Konsequenzen haben kann? Können Einzelne für zufällige Ereignisse bestraft werden?

Wir bewegen uns jetzt wieder auf einem ganz anderen Terrain als in dem Kapitel zur Systemtheorie, die – zumindest in der Luhmannschen Systemtheorie – den Menschen als

⁴⁶⁶ Arne Dahl, *Falsche Opfer*, München 2005, S. 241 f. (Arne Dahl ist ein Pseudonym; der Autor heißt Jan Arnald [*1963], und ist u.a. Redakteur bei Aiolos, Zeitschrift für Literatur, Theorie und Ästhetik, die in Stockholm erscheint, sowie ein ausgewiesener Jazzkenner).

handelndes Subjekt vollkommen ausblendete; folgerichtig mussten oder müssen sich deren Vertreter auch keine Gedanken machen, was Handlungen sind und wie sie entstehen, worauf sie sich erstrecken und was für Folgen sie zeitigen. Daher auch der Einschub über die neuere Hirnphysiologie, in der ja auch keine subjektiv-wahrnehmbare Handlungen mehr postuliert werden, sondern eine „willensunabhängige“ Steuerung durch unser Gehirn.

In der Rechtswissenschaft jedoch geht es primär um Handlungen von konkreten Menschen, wenn auch das Subjekt der Handlung nicht immer ein Individuum ist; da kann man sich nicht so ohne weiteres herauswinden. Umso widersprüchlicher scheint mir zu sein, dass ausgerechnet in dieser Wissenschaftsdisziplin so häufig und so ausführlich Luhmann zitiert wird. Entweder haben die Rechtsgelehrten Luhmann und seine Systemtheorie, überhaupt seine Botschaft nicht verstanden oder Luhmann hat uns alle auf den Arm genommen.

Insofern schließen sich die Rechtswissenschaften hier ganz logisch an das Kapitel Systemtheorie an; aber nicht nur von dieser her, sondern von der Geschichte der Mathematik, genauer: der Statistik und der stochastischen Prozesse, wie z.B. der Brownschen Molekularbewegung, her gibt es einen nahtlosen Übergang zu diesem Kapitel. Der nur dialektisch zu definierende Begriff „objektiver Zufall“ wurde nämlich nicht erst in der Quantenmechanik in das naturwissenschaftliche Weltbild eingeführt, sondern schon etliche Jahre früher durch einen Mathematiker in die Finanzökonomie. Dieser Mathematiker hatte ausgerechnet den Verlauf der Kurse an der Pariser Börse studiert.⁴⁶⁷ Daher müssen wir an dieser Stelle noch einmal weiter ausholen und uns diesen Entwicklungsstrang näher ansehen.

Louis Bachelier, der überdies an der Pariser Börse arbeitete, hatte im Jahre 1900 an der Sorbonne eine Dissertation über Börsenspekulation geschrieben.⁴⁶⁸ Diese Arbeit wurde jedoch von Henri Poincaré so kritisch betrachtet, dass sie alsbald der Vergessenheit anheim fiel. Bachelier hatte behauptet, die in den 1880er und 1890er Jahren an der Pariser Börse notierten Terminkurse für Staatspapiere verliefen nach einem zufälligen Muster und erlaubten daher einem Spekulanten keine systematischen Gewinne. Genauer war damit gemeint: diese Kurse verliefen nach einem stochastischen Prozeß, heute als *Wiener Prozeß* bekannt.⁴⁶⁹ Dieser geht nämlich auf Albert Einstein und Norbert Wiener zurück. Einstein hatte im „annus mirabilis“ 1905 auch eine Arbeit über die Brownsche Bewegung von Blütenpollen auf einer Wasseroberfläche veröffentlicht; diese Theorie wurde später auf die Bewegung von Molekülen im thermodynamischen Gleichgewicht in einer Flüssigkeit übertragen. Man kann daher mit Fug und Recht sagen, dass Bachelier der eigentliche Begründer der Random-Walk-These oder These des Zufallsverlaufs der Aktienkurse ist. Benoît Mandelbrot hält Bachelier denn auch für ein verkanntes Genie, der seiner Zeit weit voraus war.⁴⁷⁰ Der bekannte US-amerikanische, aus Zagreb stammende Mathematiker *William Feller (1906-1970)* nennt daher diesen Prozeß auch den *Wiener-Bachelier-Prozeß*.⁴⁷¹ Feller hatte u.a. bei David Hilbert in Göttingen studiert.

Die Random-Walk-These besagt ganz schlicht und wie schon bekannt, dass *post hoc ergo propter hoc* auch hier nicht gilt. Zeitlich aufeinanderfolgende Preisänderungen sind statistisch voneinander unabhängig und entsprechen daher in ihrem Erscheinungsbild einer durch einen Zufallsgenerator erzeugten Zahlenreihe.⁴⁷² D.h. nicht, dass keine Muster gebildet werden; sie sind aber erst *hinterher* erkennbar, so dass auch einem Roulettspieler nichts anderes übrig bleibt, als Glück zu haben.

⁴⁶⁷ Siehe Klaus Schredelseker, Grundlagen der Finanzwirtschaft, ein informationsökonomischer Zugang, Oldenbourg: München-Wien 2002, S. 407ff.

⁴⁶⁸ Louis Bachelier, *Théorie de la Spéculation*, Gauthier-Villars: Paris 1900 (Annales de l'École Supérieure, Série 3, Tômex VII, S. 21-86)

⁴⁶⁹ Siehe auch den Beitrag in Wikipedia zum Stichwort „Wiener Prozess“.

⁴⁷⁰ B. Mandelbrot, Bachelier, Louis, in: *The New Palgrave Dictionary of Economics* 1987, Vol. 1, S. 168

⁴⁷¹ W. Feller, *An Introduction to Probability Theory and Its Applications*, Vol. II, John Wiley: New York 1971

⁴⁷² Henry V. Roberts, Stock Market „Patterns“ and Financial Analysis: Methodological Suggestions, *The Journal of Finance* 14, 1-10 (1959)

Wir hatten angemerkt, dass lange Zeit nach Bachelier (1900) die streng ableitbare These vom Random-Walk der Aktienkurse in der Versenkung verschwunden war. Erst mit dem Vortrag des renommierten britischen Statistikers *Maurice George Kendall (1907-1983)* auf der Jahrestagung der Royal Statistical Society im Jahre 1953 etablierte sich die Random-Walk-These.⁴⁷³ Kendall stellte fest, dass alle Versuche, in Wertpapier- und Warenkonten irgendwelche zyklischen Bewegungen feststellen und dann Vorteile daraus ziehen zu wollen, zum Scheitern verurteilt sind. Kendall traute allerdings seinen eigenen Ergebnissen nicht und empfand volle Sympathie für diejenigen Ökonomen, die sie für abwegig hielten.

Es spricht vieles dafür, dass es zahlreiche Versuche gibt, den „Random-Walk“, der auf die meisten Menschen – so z.B. auch sogenannte „Systemspieler“ in der Spielbank – äußerst desillusionierend wirken muß, einzugrenzen, wenn nicht irgendwie doch zu umgehen. Meist geschieht dies jedoch in krimineller Absicht und kann es auch nur, da sich der objektive Zufall per definitionem nicht beeinflussen oder steuern lässt. Was liegt da näher, den Kurs an der Börse zu manipulieren?

Die portugiesischen Autoren Paulo de Sousa Mendes⁴⁷⁴ und António João Miranda⁴⁷⁵ haben in einem umfangreichen Artikel über „Kausalität als heuristisches Kriterium, dargestellt am Beispiel von Kursmanipulationen am Finanzmarkt“⁴⁷⁶ in geradezu rechtsphilosophischer Weise aufgezeigt, daß es innerhalb von Verfahren aufgrund von *Eignungsdelikten* zur Begründung der Verurteilung des Angeklagten von Nutzen sein kann – wenn auch nicht notwendig ist –, wenn der Richter beweisen kann, daß die zur Diskussion stehende Tat die Verletzung des geschützten Rechtsgutes verursacht hätte, auch wenn eine solche Verletzung sich nicht ereignet hat. Dieser Argumentation wollen wir nun folgen.

Zunächst – zum Verständnis – zwei wichtige juristische Definitionen:

Materielles Recht ist die Summe der Rechtsnormen, die Entstehung, Veränderung und Abschaffung von Rechten regeln.

Das Gegenstück zum materiellen Recht ist das **formelle Recht**, dessen Regelungen sich insbesondere auf die gerichtliche Feststellung (**Prozessrecht**) und Durchsetzung des materiellen Rechts beziehen. Zum Teil wird daher auch das Begriffspaar materielles Recht/Prozessrecht verwendet.

In der Einführung zu der Arbeit von Mendes und Miranda werden zunächst ebenfalls einige Begriffe definiert:

a) Definition von Eignungsdelikten

Eignungsdelikte sind solche, in denen eine Handlung verboten wird insofern, als sie *geeignet* ist, ein bestimmtes Rechtsgut zu verletzen. Dies kann man juristischen Ausdrucksweisen wie »... zu gefährden geeignet ist« oder entsprechenden entnehmen, die in einigen Tatbeständen auftreten. Die effektive Verletzung des geschützten Rechtsgutes ist jedoch nicht Bestandteil der Struktur von Eignungsdelikten.⁴⁷⁷ Nicht

⁴⁷³ M.G. Kendall, *The Analysis of Economic Time-Series – Part I: Prices*, Journal of the Royal Statistical Society A (General) 116, 11-34 (1953). Eine umfassende Theorie stochastischer Prozesse hat dann erst Kolmogoroff entwickelt (siehe Hans-Joachim Girlich, A. N. Kolmogoroff [1903 – 1987] und die Ursprünge der Theorie stochastischer Prozesse, Universität Leipzig, Mathematisches Institut, Leipzig 2003).

⁴⁷⁴ Jurist der portugiesischen Aufsichtskommission für den Wertpapiermarkt (*Comissão do Mercado de Valores Mobiliários*, CMVM), Stipendiat der *Fundação para a Ciência e Tecnologia* (Stiftung für Wissenschaft und Technologie).

⁴⁷⁵ Volkswirtschaftler der CMVM.

⁴⁷⁶ Der Artikel findet sich in deutscher Übersetzung im Internet als pdf-Datei:

http://www.univie.ac.at/ri/IRIS2004/ArbeitspapierIn/Publikationsfreigabe/Mendes_Miranda_Phil/Mendes_Miranda_Phil.pdf (Aufruf am 19. August 2009).

⁴⁷⁷ Vgl. grundlegend in seiner Dissertation Andreas Hoyer, *Die Eignungsdelikte*, Duncker & Humblot, Berlin 1987, S. 198. Hoyer ist Lehrstuhlinhaber für Strafrecht und Prozeßrecht, Direktor des Instituts für Wirtschafts-

erwähnt bei Mendes und Miranda sind folgende, typische Eignungsdelikte, die es ebenfalls wert wären, sie näher zu betrachten, wozu aber der Platz nicht ausreicht (die Aufzählung ist wahrscheinlich nicht vollständig; wenn nichts anderes angegeben ist, dann handelt es sich um deutsche Gesetzgebung):

- „Autofahren unter Alkoholeinfluß“ (§ 316 StGB), bei dem ja nicht unbedingt etwas passieren muß; bestraft wird man trotzdem.
- „Körperverletzung .. mittels einer das Leben gefährdenden Behandlung“: Die Rechtsprechung behandelt ... [dies] im Ergebnis als "Eignungsdelikt" (§ 224, 1 StGB). Danach braucht die Behandlung das Leben nicht konkret zu gefährden, es genügt, daß die Art der Behandlung nach den Umständen des Einzelfalls abstrakt dazu geeignet ist.
- „Verabreichen gesundheitsgefährdender Stoffe an Kinder“ (Art. 136 Alt. 1 Schweizerisches StGB)
- „Volksverhetzung“ (§ 130 StGB)⁴⁷⁸ und „Auschwitzlüge“ (StGB §§ 9 Abs. 1 3. Alt., 130 Abs. 1, 2, 185, 189)⁴⁷⁹
- „Stalking“ als Eignungsdelikt (§ 238 StGB): Die Tat müsse nach einer *ex-ante*-Beurteilung die Gefahr in sich tragen, dass das Opfer auf Grund des vom Täter entfalteten Terrors in wesentlichen Belangen nicht mehr so leben kann wie zuvor.⁴⁸⁰
- „Vortäuschen einer Straftat“ (§ 145 d StGB)⁴⁸¹
- „Geldwäsche“ (§ 261 StGB; Art. 305^{bis} Schweizerisches StGB).

b) Risikoregulierende Normen⁴⁸²

Im Prinzip ist dem Einzelnen freigestellt, was er sein oder tun möchte, solange er nicht auf die Rechte der anderen einwirkt.⁴⁸³ Es ist leicht, die anderen zu respektieren, denn es reicht aus, daß der Einzelne *bon gré mal gré* (wohl oder übel) eine Art von bedingungslos imperativem mosaischen Gesetz – »du sollst nicht töten!«, »du sollst nicht stehlen«, usw. – befolgt und Abstand davon nimmt, andere durch seine Handlungen verletzen zu können. Zudem heißt in diesem Zusammenhang »du sollst« nicht, »du kannst ruhig ab und zu mal töten/stehlen ..., aber eigentlich sollst Du es lieber nicht tun«. Besonders in der englischen Sprache kann das zu Verwirrungen führen, weil gerade hier, beispielsweise in Gesetzeswerken und/oder Richtlinien »you should« immer bedeutet: »du mußt«.

Jedoch gibt und gab es immer schon Bereiche, in denen die Wechselwirkung zwischen einzelnen Menschen unumgänglich ist. Außerdem nimmt die Wechselwirkung in dem

und Steuerrecht einschließlich Wirtschaftsstrafrecht, an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Im Systematischen Kommentar zum Strafgesetzbuch (StGB) finden sich zahlreiche Kommentierungen von ihm.

Früher wurden die Eignungsdelikte „abstrakt-konkrete Gefährdungsdelikte“ genannt (vgl. H. Schröder, Abstrakt-konkrete Gefährdungsdelikte?, JuristenZeitung 28, 522-525 [1967]).

⁴⁷⁸ Vgl. Ralf Poscher, Neue Rechtsgrundlagen gegen rechtsextremistische Versammlungen – Zu den verfassungsrechtlichen Grenzen der Entpolitisierung der Versammlungsfreiheit, Neue Juristische Wochenschrift (NJW) Heft 19, 1316-1319 (2005)

⁴⁷⁹ Siehe u.a. BGH: Verbreitung der „Auschwitzlüge“ im Internet, MultiMedia und Recht (MMR) Heft 4, 228-233 (2001)

⁴⁸⁰ Holger Nimtz, Der neue Straftatbestand gegen Stalking, Kriminalistik-Skript 7, 496 (2007) und 9, 575 (2007); Nikolaos Gazeas, »Stalking« als Straftatbestand – effektiver Schutz oder strafrechtlicher Aktionismus?, Kritische Justiz 3, 247-268 (2006); ders., Der Stalking-Straftatbestand - § 238 StGB, Juristische Rundschau Heft 12, 497-505 (2007).

⁴⁸¹ Hierzu liegt eine Monographie vor: Martin Saal, Das Vortäuschen einer Straftat als abstraktes Gefährdungsdelikt, Duncker & Humblot, Berlin 1997

⁴⁸² In seiner Habilitationsschrift hat Lothar Philipps die Form der Sollenssätze analysiert, durch die die Normen ausgedrückt werden, welche die den technischen Möglichkeiten und den gesellschaftlich typischen Handlungen immanenten Risiken regulieren (vgl. L. Philipps, Der Handlungsspielraum, Klostermann: Frankfurt a.M. 1974, S. 83-94). Im Folgenden gehen Mendes und Miranda dieser Analyse in ihren generellen Zügen nach und wir folgen ihnen kritisch.

⁴⁸³ Vgl. Isaiah Berlin, Two Concepts of Liberty (1958), in I. Berlin, Four Essays on Liberty, Oxford University Press: Oxford 1969; derzeit in: Henry Hardy (Hrsg.) Liberty, Oxford University Press: Oxford 2002, S. 166-217, insb. S. 169 (auch zu finden unter <http://www.nyu.edu/projects/nissenbaum/papers/twoconcepts.pdf>).

Maße zu, in dem die Gesellschaften komplexer geworden sind, bis hin zu dem Punkt, daß jeder Einzelne Gefahr läuft, auf Schritt und Tritt mit anderen zusammenzuprallen. Hier kann schon nicht mehr gesagt werden, dass die Form, andere zu respektieren, darin bestehe, auf keinen Fall mit ihnen zu tun zu haben. Im übrigen hört die Gesellschaft nicht auf, an Komplexität zu gewinnen, und die Risiken in der gegenwärtigen technisierten Gesellschaft nehmen neue und überraschende Dimensionen an. Die modernen Risiken können allerdings nicht gänzlich ausgeschaltet werden, da sonst gesellschaftlicher Fortschritt und Wohlstand beeinträchtigt sind.⁴⁸⁴ In diesen Bereichen kann nicht behauptet werden, daß die Form, den anderen zu respektieren, darin bestünde, nicht in dessen Rechte einzuwirken, was eine Verhinderung des Fortschrittes und des gesellschaftlichen Wohlstands nach sich zöge. Da dem so ist, müssen gefährliche Berufe und Tätigkeiten existieren, aber sie erfordern besondere *Sorgfaltsnormen*, die den Maßstab des Risikos in Bezug auf Rechte und Güter Dritter festlegen, d.i. das *erlaubte Risiko*. Die Sorgfaltsnormen gehen natürlich letzten Endes aus dem Umfeld dieser Berufszweige hervor. Jedoch muß – laut Lothar Philipps –

„[die] moderne Rechtsordnung sich die Möglichkeit vorbehalten, solche Abgrenzungen von Risikobereichen auf ihre Bestimmtheit und Gerechtigkeit hin zu überprüfen und gegebenenfalls soziale Regeln [Kunstregeln, Regeln sportlicher Fairness oder dergleichen] durch positiv-rechtliche zu ersetzen. Denn durch technische Anlagen wird die Gefährlichkeit menschlichen Handelns so gesteigert, dass subjektiv leichte Fehlhandlungen zu Katastrophen führen können. Komplizierte technische und medizinische Vorgänge sind überdies auch für den, der sich ihrer bedient, oft undurchsichtig und in ihrer Gefährlichkeit schwer abzuschätzen. Der Gesetzgeber hingegen kann sich nicht mehr auf die Unschuld des Nichtwissens berufen, da die heutigen Methoden der Statistik ihm erlauben, Risiken weit besser zu berechnen und zu vergleichen als früher. Zudem würden die potentiellen Opfer sich ohne rechtlichen Schutz oft auf weitgehende Selbstgefährdungen einlassen, weil ihr Informationsstand schlechter ist, oder weil sie sozial abhängig sind. Denn es ist zu bedenken, dass auf Seiten des potentiellen Verletzers wie auch seiner Interessenverbände oft ein Interesse daran besteht, den Grad des erlaubten Risikos zu erhöhen, und den Handlungsspielraum zu erweitern: den Bereich der gefährlichen, aber ihm Nutzen bringenden Handlungen auszudehnen oder den der schützenden, aber Kosten verursachenden einzuschränken.“⁴⁸⁵

Die risikoregulierenden *Sollenssätze* sind nicht bedingungslos imperativ. Sie formulieren im Gegenteil ein handlungsbezogenes konditionales Programm, welches die *wenn-dann-Form* benutzt.“⁴⁸⁶

Offenbar hat sich Philipps von Niklas Luhmann inspirieren lassen, um die wenn-dann-Form als paradigmatische Struktur der Sollenssätze herauszustellen, durch welche die Rechtsnormen in komplizierten Handlungs- und Entscheidungsbereichen zum Ausdruck kommen. Luhmann zufolge ist das moderne Recht eine „konditionale Programmierung“, welche die Bedingungen vorgibt, unter denen gewisse Entscheidungen getroffen werden müssen:

„Es bringt damit 'Tatbestand' und 'Rechtsfolge' in einen Wenn-Dann-Zusammenhang [...]. Ein solches Programm hat je nach Adressat ein verschiedenes Gesicht. Für den Handelnden lautet es: Wenn die Bedingungen X gegeben sind, darfst du (bzw. darfst du nicht bzw. darfst du nicht nicht) x handeln. Für den Richter lautet es: Wenn der Tatbestand X und x nachgewiesen wird, entscheide y; wenn der Tatbestand X und nicht-x nachgewiesen wird, entscheide z.“⁴⁸⁷

⁴⁸⁴ Zu den verschiedenen Modellen der Risikogesellschaft aus herrschender, juristischer Sicht vgl. Cornelius Prittwitz, *Strafrecht und Risiko*, Klostermann: Frankfurt am Main 1993, S. 49. Über den Umgang mit Risiken selbst siehe z.B. *Risiko – Unser Umgang mit der Angst*, Tagungsband des 7. Fuldaer Elektrotechnik-Kolloquiums, 18. Oktober 2002, hrsg. von Timm Grams (FH Fulda), Fulda 2002. Auch auf dieser Tagung tauchte sehr häufig der Name Luhmann auf. Zu Risiken in der gentechnischen *Forschung* siehe Bernhard Gill, Johann Beizer und Gerhard Roller, *Risikante Forschung. Zum Umgang mit Ungewissheit am Beispiel der Genforschung in Deutschland. Eine sozial- und rechtswissenschaftliche Untersuchung* (im Programm „Recht und Verhalten“ der VW-Stiftung), rainer bohne Verlag: Berlin o.J. (440 S.).

⁴⁸⁵ Vgl. Philipps, S. 84

⁴⁸⁶ Niklas Luhmann, *Ausdifferenzierung des Rechts*, Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft: Frankfurt am Main 1999, S. 140

⁴⁸⁷ *Ibid.*

Nach Luhmann brächte dieselbe konditionale Programmierung somit eine Erwartungsabfolge hervor, je nachdem, ob es als Handlungsprogramm eines Einzelnen oder als Entscheidungsprogramm eines Richters oder einer Verwaltungsbehörde eingesetzt wird. Jedoch folgt Philipps Luhmann nicht in der Idee der Erwartungen, sondern spricht deutlich von *Pflichten*. Philipps neigt vielmehr, im Gegensatz zu Luhmann, zu einer *deontischen Logik* und daher kommt es, daß er beständig von Sollenssätzen spricht. Im übrigen beinhaltet die typische deontische Logik (*standard deontic logic*) einen *modus ponens*, d.h. aus A und $A \rightarrow B$ folgt B , wobei umgangssprachlich „wenn A , dann B “ gesagt werden kann. Andererseits behandelt Philipps nur Sollenssätze, durch welche die Normen ausgedrückt werden, die sich an Einzelne richten – die traditionell als *Verhaltensnormen* bezeichnet werden.⁴⁸⁸

Diese Sollenssätze übermitteln den Handelnden Botschaften wie etwa folgende: „Wenn man p tut, soll man auch q tun“ oder „es ist verboten, p zu tun und (dabei) q zu unterlassen“ und „man soll q tun oder (aber) p unterlassen“ und andere mögliche.⁴⁸⁹ Es gibt zudem noch Sollenssätze, in denen die verbotene oder gebotene Handlung nicht an das anfängliche Verhalten des Adressaten der Norm geknüpft ist, aber es ist nicht nötig, dies hier noch zu komplizieren. Die Normen und die Sollenssätze unterscheiden sich – nach Philipps – in folgender Weise voneinander: „die Norm ist die gemeinsame Bedeutung äquivalenter Sollenssätze, d.h. solcher, die man wechselseitig ableiten kann. Oder, wenn man auf ‚Bedeutung‘ verzichten will: Die Norm ist die Klasse äquivalenter Sollenssätze.“⁴⁹⁰

An dieser Stelle: Grundsätzliches zur *deontischen Logik*.

Dies muß abgeleitet werden: a) historisch, b) inhaltlich; denn die meisten der bekannten und bedeutenden Rechtsphilosophen dieser Richtung waren Nazis bzw. die zudegedachte deontische Logik führt sehr leicht (oder immer) dahin (siehe Mally, Braun, Anm. 482). Also kann inhaltlich irgendwas damit nicht stimmen, und wenn es schlicht die ethischen Implikationen sind. Oder das System der deontischen Logik ist derart formal und damit unzureichend, dass es mit beliebigen Inhalten gefüllt werden kann. Eine Situation, die in der herrschenden Ideologie kapitalistischer Systeme ja nicht unbekannt ist.

⁴⁸⁸ Mendes und Miranda, S. 3. Sie führen hier in einer Fußnote Johann Braun, Rechtsphilosophie im 20. Jahrhundert. Die Rückkehr der Gerechtigkeit, Beck: München 2001, S. 88, an. Prof. Dr. jur. Braun (*1946) lehrt an der Universität Passau und hat sich mit seinem zuletzt erschienenen Buch, Wahn und Wirklichkeit. Über die innere Verfassung der Bundesrepublik Deutschland, Hohenrain: Tübingen 2008, als rechtsextrem zu erkennen gegeben. Dieses Buch wird in sämtlichen einschlägigen Buchversandhäusern angeboten.

⁴⁸⁹ Vgl. Philipps, S. 84

⁴⁹⁰ Ibid., dort Fußnote 111

Und dann: nach Fukushima können wir hier nicht mehr so argumentieren, wie bei Mendes&Miranda. Sowieso muß alles umgeschrieben werden.

Etwa in dem Sinne: es handelt sich bei dem Problem Kernenergie angesichts der Katastrophe nicht um ein Restrisiko, das man also in Kauf nehmen könnte, sondern um eine bewußt ungenügende Einschränkung des Risikos, weil sonst die Anlagen zu teuer geworden wären. Tepco hat den Sicherheitsfaktor nur auf ein Erdbeben der Stärke 8.0 ausgelegt, aber das jetzige hatte 9.6 und das war nicht unwahrscheinlich. Werden dagegen die Atommeiler für ein Beben der Stärke z.B. 10.0 ausgelegt, ist die ganze Kernenergie offenbar nicht mehr wirtschaftlich (unter kapitalistischen Bedingungen, versteht sich).

Dazu kommt, daß noch nicht einmal ein realistisches Disaster-Szenario entworfen worden war, was bei jeder Software-Entwicklung bei staatlichen (behördlichen) Inspektionen abgefragt wird, wo doch nur Daten verloren gehen können, was zwar teuer wird, aber keine menschenbedrohende Katastrophe darstellt. Bei Fukushima jedoch wurden elementarste Szenarien nicht durchgespielt: Die Kühlsysteme müssen so ausgelegt sein, gerade wenn nur Erdbeben bis zur Stärke 8.0 zugrunde gelegt wurden, daß sie sogar unter den dann eingetretenen Zuständen, einschließlich Tsunami, noch funktionieren oder Ersatzsysteme, insbesondere der Kühlung, zugeschaltet werden können. Wie man gesehen hat, ist nichts davon in eine Risikoanalyse einbezogen, geschweige denn *eingebaut* worden.

In gewissen Risikobereichen nehme die *dann-Komponente* der vorhergenannten Sollenssätze Kennzeichen eines *kausal* gefaßten Satzes an, meinen Mendes und Miranda.⁴⁹¹ Das können wir ab hier jedoch nicht so stehen lassen, denn es handelt sich nur dann um eine kausale Verknüpfung⁴⁹², wenn der Fall wirklich eintritt. Besser gesagt, besteht die dann-Komponente in diesen Fällen in einer Beschreibung des objektiven Charakters der verbotenen oder gebotenen Handlung (z.B. Maßnahmen, Verfahren, Instrumente und dergleichen) und zeigt so auf, wie die typischen Gefahren der *wenn*-Komponente korrespondierenden Handlung einzudämmen sind. Wir wollen daher im Folgenden – in Abweichung von der Argumentation von Mendes und Miranda – das angeblich *kausale* Programm durch den Begriff *intentionales* Programm ersetzen. Schließlich passt auch die Gegenüberstellung kausal <-> final nicht so recht, denn – laut Aristoteles – ist ja auch die *finale* Betrachtung eine mögliche Variante von Kausalität (*causa finalis*). Damit wäre die Begrifflichkeit tautologisch und gar nicht abgrenzbar. Die Erforschung des kausalen *Hergangs* einer Rechtsverletzung bleibt davon allerdings unberührt.

Das Ziel der verbotenen oder gebotenen Handlung ist für jeden gewissenhaften Ausleger des Rechts leicht zu fassen, aber diese ist inzwischen an eine Rechtsnorm verwiesen worden, die der Gesetzgeber aus gegebenem Anlaß hervorgebracht hat. Dieser normative Stil überträgt sich in eine Standardisierung der Präventions- und Schutzmaßnahmen, die der Ausübung gewisser riskanter Tätigkeiten zugeordnet sind. Die Realisierbarkeit dieser Standardisierung hängt jedoch von der Möglichkeit ab, alle normalen Risiken dieser Tätigkeiten erfassen zu können und daß die entsprechenden Sorgfaltnormen weitgehend erschöpfend sind. Es ist keineswegs zufällig, dass einem der Straßenverkehr einfällt, um ein Beispiel für standardisierte konditionale Verbote oder

⁴⁹¹ Vgl. Philipps, S. 86

⁴⁹² Mendes und Miranda übernehmen allerdings diese Begrifflichkeit unbesehen.

Gebote zu geben, zumal der Straßenverkehr lediglich auf Regeln angewiesen ist, deren Schwierigkeitsgrad den eines „Mensch-ärgere-dich-nicht“-Spiels nicht wesentlich übersteigt: die Automobile bewegen sich auf abgegrenzten Fahrbahnen wie auf den Linien des Spiels, die Fahrer warten an den Ampeln darauf, losfahren zu können, so wie man darauf wartet, mit Würfeln dran zu sein, usw. In anderen Risikobereichen kann die dann-Komponente der Sollenssätze nicht mehr durch einen Satz mit *intentionaler* Bedeutung ausgedrückt werden, sondern vielmehr durch *final* bestimmte Sätze.⁴⁹³ Die Gründe, die den Gesetzgeber zur Programmierung von Handlungen Einzelner durch die Angabe von Zielen führen, beziehen sich im allgemeinen auf Schwierigkeiten, die gefährlichen und hochgradig anspruchsvollen Tätigkeiten und Berufen eigen sind, in denen die Kreativität und Vielseitigkeit des Handelnden über jegliche Routine vorherrschen muß. Folglich spezifiziert die dann-Komponente nun nicht, welche Maßnahmen, Verfahren oder Instrumente anzuwenden seien, zumal die eventuellen Spezifikationen auf groteske Weise versagen würden, da sie angesichts der mannigfaltigen Gefahrenmöglichkeiten nur unzureichend sein können. Wenn wir weiterhin bei dem trivialen Beispiel des Automobilverkehrs bleiben, stellen wir uns die Situation eines Erdbebens vor, in dessen Folge die zuständigen Institutionen die Straßeninfrastruktur in einem erklecklichen Maße wiederherstellen konnten, wobei es den Behörden zukam, anschließend folgende Angabe über Radio auszustrahlen: „die Strassen sind wieder befahrbar, die Autofahrer *sollten jedoch erhöhte Vorsicht walten lassen*“. Der angeführte Sollenssatz ist nicht dem Gesetz entlehnt, aber wir hätten keine Schwierigkeit, eine Unzahl von Sollensätzen gesetzlichen Ursprungs auszumachen, in denen die dann-Komponente ebenfalls finalen Wert besäße. Es sind Sätze, die dem Adressaten die Erreichung eines Zieles auferlegen, die ihm aber nicht sagen – und ihm ebensowenig sagen könnten – welches die Mittel seien, die er zur Erreichung dieses Zieles anzuwenden habe. Er hat sich aus den konkreten Schwierigkeiten selbst zu befreien, wobei an seine allgemeine Kenntnis der Naturgesetze appelliert wird. Das Bildnis vom Spiel „Mensch-ärgere-dich-nicht“ ist nun nicht mehr anwendbar, denn die Spieler müssen jetzt ihr Fortkommen außerhalb der Linien improvisieren; das Würfeln ist nun nicht mehr nötig, aber auch nicht möglich.

Die Kriterien der Bewertung der Rechtmäßigkeit der konditionalen Handlungen unterscheiden sich sehr, je nachdem ob ihre Erfüllung einem intentionalen Programm entspricht oder aber einem finalen. Was das intentionale Programm anbelangt, so wird, falls die vorgeschriebene Handlung ausgeführt wird, der Handelnde seine Pflicht erfüllt haben. In diesem Falle bleibt die Rechtmäßigkeit gewahrt, selbst wenn eine Verletzung des Rechtsgutes auftrat, obschon die *ratio legis* der hier behandelten Sorgfaltsnorm der Schutz dieses Rechtsgutes ist. Es ist, wie es im Volksmund heißt: „wo kein Kläger, da kein Richter“, weil der Gesetzgeber die Schuld in Bezug auf alle innerhalb der Grenzen des erlaubten Risikos aufgetretenen Verletzungen auf sich nimmt, sei es, weil man entdeckt, daß gewisse Verletzungen sich aus außergewöhnlichen Umständen ergeben, die die elementare Vorsicht übersteigen, sei es, weil man bestimmte Verletzungen aus der Sicht der Erhaltung der persönlichen Freiheit des Handelnden, oder aus der Sicht der gesellschaftlichen Bedeutung der gefährlichen Tätigkeit bzw. des Berufes, oder aber aus der Sicht der Unangemessenheit des wirtschaftlichen Aufwands, der mit risikofreien Tätigkeiten einherginge, als *sozialadäquat* ansieht.⁴⁹⁴ Der Handelnde kann nur dann nicht einfach routinemäßig die vom betreffenden Handlungsprogramm vorgeschriebenen Schritte befolgen und einem Verantwortungsausschluß vertrauen, wenn die Erfüllung der normalerweise erlaubten Handlung im konkreten Fall ganz offensichtlich die Verletzung des geschützten Rechtsgutes mit sich bringt.⁴⁹⁵ So hat beispielsweise der Autofahrer nicht das Recht, einen Fußgänger zu überfahren, nur weil Letzterer es wagt, seinen Fuß bei Rot auf die Fahrbahn zu setzen, die Ampel aber grün für die Automobile zeigt.

Was das finale Programm betrifft, so hängt die Rechtmäßigkeit der konditionalen Handlungen von der Erreichung der vom Gesetzgeber gewünschten Ergebnisse seitens

⁴⁹³ Vgl. Philipps, S. 85

⁴⁹⁴ Ibd.

⁴⁹⁵ Vgl. Philipps, S. 86, dort Fußnote 112.

des Handelnden ab, die Fähigkeit des Handelnden zur Auswahl der angemessensten Mittel und zur Beseitigung der Bedingungen, welche die Umsetzung der vorgegebenen Ziele beeinträchtigen könnten, vorausgesetzt.

Die aufgezeigten Unterschiede zwischen den intentionalen⁴⁹⁶ und den finalen Programmen sind entscheidend für das Verständnis der gesetzgeberischen Techniken, die gefährliche soziale Bereiche berühren, insbesondere wenn es darum geht, Strafgesetze zu erklären, wie im folgenden zu sehen sein wird.

c) Die Typizität bei abstrakten Gefährungsdelikten, insbesondere bei Eignungsdelikten⁴⁹⁷

Die vom gesetzlichen Recht formulierten Delikttypen beschreiben die Handlungen, die aufgrund ihrer Widrigkeit gegenüber beliebigen Verhaltensnormen strafbar sind.

Die Entscheidung für die eine oder andere Form eines Delikttyps von abstrakter Gefahr ist Spiegelbild der politischen Auswahl des Gesetzgebers in der Programmierung von gefährlichen Tätigkeiten oder Berufen: entweder das intentionale oder das finale Modell.

In den klassischen abstrakten Gefährungsdelikten ist die Gefahr selbst nicht gesetzliches Tatbestandsmerkmal, obwohl – wie wir schon sahen – die Annahme der Gefahr, entsprechend des *id quod plerumque accidit*, dem Gesetzgeber als ausreichender Anlass für das Verbot oder Gebot von in Frage stehenden Handlungen gedient hat. Dieses Fehlen eines Bezugs auf die Gefahr ist nicht verwunderlich, denn es ist schon zu verstehen gegeben worden, dass die tatbestandsmäßige Handlung einer auf der Auferlegung von routinemäßigen Maßnahmen, Verfahren und Instrumenten beruhenden Norm entgegenläuft. Letztlich sind für industrialisierte, kapitalistische Gesellschaften Routinen kennzeichnend, in denen die sozialen Beziehungen durch die Teilung der Arbeitsaufgaben und die Verschiedenheit der Tätigkeiten geprägt sind, und das soziale System einfachen, spontanen und effizienten Antworten seitens der Einzelnen entbehrt. Dieser Umriss des Tatbestands der abstrakten Gefahr befriedigt daher die Notwendigkeit der Risikoregulierung in funktionell differenzierten Systemen, in denen von jedem einzelnen Handelnden verlangt wird, daß er sich ausschließlich auf das konzentrierte, was ihm zusteht, und auf nichts anderes.

Bei den abstrakten Eignungsdelikten ist die *Gefahr* Tatbestandsmerkmal und bedarf als solches des *gerichtlichen Beweises*. In diesem Fall widerspricht die tatbestandsmäßige Handlung einer Norm, die auf einen Erfolg zielt, zu dessen Erreichung der Gesetzgeber sich vom Handelnden erhofft, daß er alles in seiner Macht stehende tue, *rectius* ein Ziel. Daher ist der Handelnde aufgefordert, Rechenschaft darüber abzulegen, ob er **unangemessene** Handlungen zur Erreichung der guten Ziele oder zur Verhinderung der schlechten Ziele ausgewählt hat.⁴⁹⁸

⁴⁹⁶ Natürlich ist der falsche Gebrauch des Begriffs *kausal* als Programm in der bürgerlichen Rechtsphilosophie weit verbreitet, aber dies sollte uns nicht zwingen, sich dem anzuschließen.

⁴⁹⁷ Mendes und Miranda folgen hier der Position von Claus Roxin, der die Mehrzahl der gesetzlichen Tatbestände, die das Merkmal der „Eignung“ beinhalten, als abstrakte Gefährungsdelikte klassifiziert (vgl. C. Roxin, Strafrecht-Allgemeiner Teil 3, Beck: München 1997, Bd. 1, § 11, Rn 135). Ganz im Gegenteil dazu sieht Hoyer die Eignungsdelikte als *tertium genus* zwischen der abstrakten und der konkreten Gefahr an.

⁴⁹⁸ Luhmann betrachtete die finalen Programme als schwierig, in rechtlich-gesetzliche Form zu bringen, weil sie *per definitionem* mit der Beschreibung der verbotenen oder gebotenen Handlungen unvereinbar waren, so daß dem Gesetzgeber keine andere Möglichkeit blieb, als auf die Fähigkeit der Einzelnen zu vertrauen, die Handlungen zur Erreichung der erhofften Ziele auswählen zu können, aber um welchen Preis? Deshalb glaubte Luhmann, daß die finale Orientierung „dem Polizeistaat des Ancien Régime zueigen war, aber auch den Staaten der sozialistischen Planwirtschaft oder derjenigen, deren vorrangigste Aufgabe darin bestand, das industrielle Wachstum zu verhindern [...], und dennoch, aufgrund ihrer Vagheit als grundlegende Orientierung in funktionell differenzierten Systemen untragbar sind“ (Giménez Alcover, 276, FN 6).

Die Analysen Luhmanns datieren aus den 1960er bis 1980er Jahren. Luhmann verfolgte die Idee der Reduktion von Komplexität im sozialen System der Gesellschaft. Die Reduktion der Komplexität war – behaupten Mendes und Miranda – Garantie für ein wirtschaftliches Wachstum und den gesellschaftlichen Fortschritt im Rahmen von Nationalstaaten, die durch ein internationales Handelsregime geschützt wurden, welches 1944 in Bretton Woods eingeführt wurde. In der Zwischenzeit haben sich die Industriegesellschaften beträchtlich gewandelt. Das System von Bretton Woods verstärkte eine internationale wirtschaftliche und kommerzielle Ausdehnung ohnegleichen und hat möglicherweise gar einer Entwicklung Platz gemacht, die am Ende die Nationalstaaten selbst unterhöhlt hat, in dem Maße, in dem jenes System die Anzahl von Ländern erhöhte, in welchen

Von nun an werden lediglich Eignungsdelikte behandelt.

d) Die Vollendung von Eignungsdelikten

Mendes und Miranda sagen hierzu folgendes: „Eignungsdelikte sind *Delikte mit vorverlegtem Vollendungszeitpunkt*, die so genannt werden, weil die formelle Vollendung sich in ihnen diesseits und unabhängig von der Verletzung des geschützten Rechtsgutes vollzieht. Vielleicht erschreckt uns der Umstand, dass die effektive Verletzung des geschützten Rechtsgutes nicht Tatbestandsmerkmal der Eignungsdelikte ist, so dass die Bestrafung für die vollendete Tat letztlich unabhängig von dieser Verletzung ist. Was war politischer Anlaß für den Gesetzgeber, die Eignungsdelikte als Delikte mit vorverlegtem Vollendungszeitpunkt zu formulieren, die sich so von den *Verletzungsdelikten* unterscheiden, deren Vollendung – formell und materiell – sich über die Verletzung des geschützten Rechtsgutes vollzieht (z.B. den Tod des Opfers in Tötungsdelikten)? Schließlich dienen beide Deliktkategorien der Umgehung von Zweckprogrammen... Jedoch gibt es weitaus mehr Erklärungen für diesen Unterschied. Es reicht aber aus, hier ein paar anzuführen: die Eignungsdelikte entstehen in der Schaffung von *systemischen Risiken*, deren materielle Vollendung, so sie denn stattfindet, auch noch von der Wechselwirkung der vielfältigen Intervenienten und der Kombination unzähliger natürlicher Faktoren abhängt, wohingegen die Verletzungsdelikte in der Schaffung *bevorstehender Gefahren* besteht, deren materielle Vollendung, so sie sich denn vollzieht, sich so gut wie immer plötzlich ereignet. Hinzu kommt, dass die Eignungsdelikte für gewöhnlich durch die Schaffung von Risiken für *überindividuelle Rechtsgüter* ausgezeichnet sind, während die Verletzungsdelikte in einem Angriff auf *individuelle Rechtsgüter* bestehen, um nicht zu sagen, dass der Täter eines Verletzungsdeliktes, so es denn vorsätzlich getätigt wird, gleichsam ein Jäger ist, der nur darauf wartet, das Wild aufs Korn zu nehmen. Es wäre somit nicht angebracht, dass die formelle Vollendung eines Eignungsdeliktes auf die Verletzung des geschützten Rechtsgutes warte, denn dies führte dazu, dass der *Zufall* sich unangemessen darin abhebt, den Angeklagten aus der Verantwortung zu nehmen, falls die von ihm geschaffene Gefahrenquelle durch Eingreifen von Personen oder Einschaltung von Gegenständen aus dem Kreise der zahlreichen, die immer im Gefolge einer verbotenen Handlung in Situationen systemischen Risikos für überindividuelle Rechtsgüter auftauchen, neutralisiert worden wäre.“⁴⁹⁹

Investitionen hochgradig rentabel wurden, und erlaubte so die allmähliche Verlagerung von Unternehmen, beginnend bei der arbeitskraftintensiven Industrie, über die kapitalintensiven und danach die technologischen Industrien, um – in den neunziger Jahren – mit der Informationsindustrie und Finanzdienstleistern abzuschließen. Hinzu kommt, daß die wissenschaftlichen und technologischen Fortschritte in hohem Maße die Kosten der Produktionsverlagerung von einem zum anderen Ort reduziert haben und die arbeitskraftintensiven Industrien in Niedriglohnländer, die Technologieindustrie in Hochlohnländer, die hochgradig lukrativen Industrien in Länder mit geringer Steuerbelastung usw. geführt hat. Die Fortschritte in Informations- und Kommunikationstechnologie erlaubten, dass eine zunehmende Anzahl transnationaler Unternehmen nicht nur die ganze Welt als einen einheitlichen Markt ansehen, sondern auch als eine einzige Gruppe von untereinander verbundenen Regionen in der Ko-Produktion von Gütern. Und viele, viele andere Faktoren könnten hier noch als Erklärungen zum Siegeszug der Globalisierung der Wirtschaft angeführt werden, im übrigen dem Modell *market-driven* folgend. Lediglich einer unter ihnen sollte hier nicht unangeführt bleiben. Es ist offensichtlich, daß wir den Kollaps der Sowjetunion und der Ostblockstaaten 1989 erinnern mußten, welcher der Implosion eines staatlichen und geplanten Wirtschaftsmodells gleichkam, das als konkreter Gegensatz zum Modell *market-driven* diente; es bleibt jedoch noch immer zu wissen, ob die Ursachen dieser Implosion nicht letztlich mehr der Diskreditierung der betreffenden politischen Regime denn ihrer entsprechenden wirtschaftlichen Mißerfolge zuzuschreiben sind... (vgl. Colin Leys, *Market-driven Politics. Neoliberal Democracy and the Public Interest*, Verso: London 2001, S. 8-13). In den 1990er Jahren war die Globalisierung bereits etabliert. In einer globalen Ökonomie ist die finale Programmierung erneut unverzichtbar für die Nationalstaaten geworden, die sich bewähren möchten, und die Rechtsordnung kann sich leider nicht länger auf die konditionale Programmierung berufen und nur auf Routinen vertrauen. Der abgedroschenen Formel von der Reduktion von Komplexität stellt sich nunmehr die dramatische Notwendigkeit für jeden Nationalstaat entgegen, daß die Gesellschaft und ihre Subsysteme beweglich, innovativ und vielfältig einsetzbar werden, um den Preis einer Bewertung der größeren individuellen Autonomie.

⁴⁹⁹ Mendes und Miranda, Kausalität, S. 7

Der Angeklagte kann sich daher nicht der Bestrafung entziehen, indem er sich einfach auf die fehlende Verletzung des Rechtsgutes beruft.⁵⁰⁰

e) *Der Beweis der abstrakten Geeignetheit der Handlung zur Verletzung des geschützten Rechtsgutes*

Bei den Eignungsdelikten ist die ausdrückliche Klausel der abstrakten Gefahr ein *normatives Tatbestandsmerkmal*, wie schon erwähnt wurde.

Der gerichtliche Beweis der abstrakten Geeignetheit der Handlung zur Verletzung des geschützten Rechtsgutes ist zunächst jedoch *kognitiver Natur*, sie unterliegt ebenso dem Beweis über sowohl *theoretische* als auch *empirische Beweismethoden*. Man beachte: das Urteil in Bezug auf abstrakte Geeignetheit ist im Prinzip eine von Fachleuten angestellte *Wahrscheinlichkeitsaussage*. Nun kombiniert die Berechnung von Wahrscheinlichkeiten die theoretischen Instrumente der Mathematik mit der verfügbaren empirischen Information. Es bleibt zu wissen, welche die dem vorliegenden Zusammenhang – in dem die *quaestio facti* in einem historisch vollkommen einzigartigen Ereignis besteht, und der aufgrund seines Charakters niemals nach Belieben der Fachleute mit den normalen Techniken der Probenahme wiederholt werden kann – am besten angemessene Interpretation der Wahrscheinlichkeit ist. Im Falle der Eignungsdelikte variieren die tatbestandsmäßigen Handlungen je nach Zusammenhang sehr, was den Vergleich mit beobachtbaren (oder beobachteten) statistischen Daten in einer zahlreichen Abfolge von tendenziell unendlich wiederholbaren Experimenten erschwert, zumindest wenn die gewählten Stichproben derart allgemein wären, dass sie nicht länger die für den Test unabdingbare Strenge aufweisen. Die Interpretation von Wahrscheinlichkeiten im Sinne von *Häufigkeiten* homotypischer Ereignisse dient also nicht der Aufzeigung der abstrakten Geeignetheit der Handlung zur Verletzung des geschützten Rechtsgutes.⁵⁰¹

Die uns interessierende und einzig mit der Analyse nicht wiederholbarer Ereignisse vereinbare Interpretation ist vielmehr jene Vorstellung von der Wahrscheinlichkeit als *Glaubwürdigkeitsgrad*, die das bayessche Paradigma auszeichnet.⁵⁰² Immer wird es

⁵⁰⁰ Diese Auffassung hat der Bundesgerichtshof (BGH) in Karlsruhe beständig vertreten (siehe Hoyer, Eignungsdelikte, S. 238).

⁵⁰¹ Der sog. klassischen Definition (de Moivre, Laplace) zufolge ergibt sich die Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses aus dem Quotient der Anzahl der günstigen Fälle und der Anzahl der möglichen Fälle, wobei die Möglichkeit vorausgesetzt wird, *a priori* alle Ergebnisse in einer endlichen Anzahl von sich gegenseitig ausschließenden und gleichermaßen möglichen Fällen zu klassifizieren (z.B. die zwei Seiten einer Münze, die sechs Flächen eines Würfels oder die 52 Karten eines Kartenspiels usw.). „Die Interpretation von relativen Häufigkeiten (Venn, von Mises, Reichenbach usw.), von den Statistikern der ersten Hälfte des [20.] Jahrhunderts einstimmig angenommen und noch heute von der Mehrzahl als korrekt angesehen, basiert auf der statistischen Regelmäßigkeit der relativen Häufigkeiten – die empirisch festgestellt werden – und gibt vor, daß die Wahrscheinlichkeit eines gegebenen Ereignisses gemessen werden kann, indem die relative Häufigkeit desselben Ereignisses in einer zahlreichen Aufeinanderfolge von identischen und unabhängigen Proben oder Experimenten beobachtet wird. Wenn beispielsweise im Falle einer 'unregelmäßigen' Münze, bei der die klassische Definition nicht angewendet werden kann (die Fälle 'Kopf' oder 'Zahl' sind nicht im gleichen Maße möglich), sich nach 1000 Würfeln 540 mal 'Kopf' einstellt, so kann gegebenenfalls behauptet werden, daß die statistische oder empirische Wahrscheinlichkeit des Ereignisses 'Zahl' mit $540/1000 = 0,54$ beziffert werden kann“ (C. D. Paulino, M. A. A. Turkman und B. Murteira, *Estatística bayesiana*, Stiftung Calouste Gulbenkian, Lissabon 2003, S. 5). Es existieren außer dieser noch andere Definitionen des Wahrscheinlichkeitskonzeptes. Einen schönen Überblick über die Geschichte der Wahrscheinlichkeitstheorien geben Oscar Sheynin, *Theory of Probability. A Historical Essay*, Berlin 2009 (Zweite durchgesehene und erweiterte Auflage) und Ivo Schneider, (Hrsg.) *Die Entwicklung der Wahrscheinlichkeitstheorie von den Anfängen bis 1933. Einführungen und Texte*, Wissenschaftliche Buchgesellschaft: Darmstadt 1988.

⁵⁰² Nach Meinung von Lindley kam der Ersatz des klassischen Paradigmas durch das bayessche Paradigma einer wahren wissenschaftlichen Revolution im Sinne von Thomas S. Kuhn gleich (Dennis V. Lindley, *The 1988 Wald Memorial Lectures: The Present Position in Bayesian Statistics*, *Statistical Science* 5, 44-65 [1990]). Die Saat des bayesschen Ansatzes zu Inferenzproblemen wurde von Richard Price gelegt, als er 1763 das postume Werk des Rev. *Thomas Bayes (1702-1761)* mit dem Titel *An Essay Towards Solving a Problem in the Doctrine of Chances* veröffentlichte (*Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 53, 370-418; deutsche Übersetzung von H.E. Timerding in *Ostwald's Klassiker der exakten Naturwissenschaften* Nr. 169, Leipzig 1908, S. 12-20; wieder abgedruckt in I. Schneider, a.a.O., S. 135-144, Anm. 501). Bayes, dessen Ansatz mit dem Begriff *Subjektive Wahrscheinlichkeit* zu charakterisieren ist, hatte darüber nachgedacht, wie wahrscheinlich es ist, dass Gott existiert. Die für das Verständnis der bayesschen Philosophie so wichtige Vorstellung von der Wahrscheinlichkeit als einem Glaubwürdigkeitsgrad hat eine lange Geschichte [siehe dazu H. E. J. Kyburg und H. E. Smokler (Hrsg.) *Studies in Subjective Probability*, John Wiley and Sons: New York 1964]. Anscheinend ist Bernoulli in seinem Werk *Ars Conjectandi* einer der ersten Autoren gewesen, der Wahrscheinlichkeit als

bezüglich der in Betracht stehenden Parameter des Eignungsdelikts *a priori* mehr oder weniger stichhaltige Information geben, sei es, dass der Richter selbst über sie verfügt, sei es, dass die Fachleute, auf die der Richter in jedem Falle zurückgreifen kann, über sie verfügen. Die Frage zu wissen, wie man diese Information von im wesentlichen *subjektiver* Natur gewinnt und gegebenenfalls quantifiziert, um sie so in eine *a priori* zur Einführung der bayesschen Methodologie brauchbare Verteilung umzuformen, stellt ein Thema dar, welches schon reichhaltig in der einschlägigen wissenschaftlichen Literatur abgehandelt wurde.⁵⁰³

Es ist klar, dass die Fachleute dem Richter niemals sagen, welcher der Glaubwürdigkeitsgrad sei, ab dem er selbst zu entscheiden habe, dass die in Frage stehende Handlung abstrakt *gefährlich* war für das geschützte Rechtsgut. Der Richter muss zum Schluß für sich allein bestimmen, welcher der *annehmbare* Glaubwürdigkeitsgrad ist: ob es ausreichend ist, dass das Ereignis *A* (aus seinem Gesichtspunkt) genauso wahrscheinlich ist wie *nicht-A*, ob es erforderlich ist, dass *A* wahrscheinlicher als *nicht-A* ist, oder was auch immer ... Im übrigen hat sich der Gesetzgeber selbst nicht in Bezug auf die Wahrscheinlichkeiten geäußert und hat die Entscheidung in dieser Materie vollständig dem Richter überlassen.⁵⁰⁴ Was kann der Richter mehr tun als die Information bezüglich der Kriterien des *risk management* und der Entscheidungstheorie aufzufinden, die ihn in dem behandelten Risikogebiet leiten können? Hierbei verläßt der Richter das Terrain des *theoretischen Wissens*, welches das *risk measurement* auszeichnet, um sich dann im Terrain des *praktischen Wissens* zu positionieren. Letztlich ist es ein praktisches Wissen, das gleichermaßen *herstellendes Können* (wie etwa die Analyse von wirtschaftlichen Kosten *versus* Nutzen) wie *praktische Ein- und Umsicht* (wie die Bedeutung des gefährdeten Rechtsgutes, die mehr oder weniger hohe Anzahl potentieller Opfer usw.) aufweist.⁵⁰⁵ Diese letztere ethische Komponente rechtfertigt vollkommen die Beschreibung der abstrakten Gefahr als ein normatives Tatbestandsmerkmal, obwohl sie ebenso lediglich deskriptive Gesichtspunkte beinhaltet, wie wir schon gesehen haben.

Vertrauensgrad innerhalb eines gegebenen Satzes, von dem man nicht weiß, ob er wahr oder falsch ist, definierte (Jakob Bernoulli, *Wahrscheinlichkeitsrechnung – Ars conjectandi* [Basel 1713], übers. von Robert Hausner, University of Michigan Library 2006). Gleichermäßen bekannt ist, daß De Morgan in seiner *Formal Logic* bekräftigt: (1) die Wahrscheinlichkeit ist mit dem Glaubwürdigkeitsgrad gleichzusetzen; (2) die Glaubwürdigkeitsgrade sind meßbar; (3) die Glaubwürdigkeitsgrade können als ein bestimmter Komplex von Gefühlen aufgefaßt werden (*Augustus De Morgan [1806-1871]*, mit Boole Begründer der formalen Logik, *Formal Logic or The Calculus of Inference, Necessary and Probable*, London 1847 [1926]). Die Vorstellung der Kohärenz eines Systems von Glaubwürdigkeitsgraden ist dem Anschein nach explizit von Ramsey eingeführt worden, demzufolge die Einstellung eines Einzelnen, wenn er auf die Wahrhaftigkeit eines gegebenen Satzes zählt, mit dem Glaubwürdigkeitsgrad, welchen er diesem Satz zuordnet, im Zusammenhang steht (Frank P. Ramsey, *Truth and Probability*, 1926; abgedruckt in: Ramsey, *The Foundations of Mathematics and other Logical Essays*, Ch. VII, hrsg. von R.B. Braithwaite, Kegan, Paul, Trench, Trubner & Co.: London, Harcourt, Brace and Company: New York 1931, S. 156-198). Wenn er erklärt, daß die bedingten Chancen (*odds*) – Wahrhaftigkeit des Satzes versus seine Nichtwahrhaftigkeit – $r : s$ seien, dann ist der Glaubwürdigkeitsgrad des Satzes, aus der Sicht des Einzelnen, $r / (r + s)$. Nach Ramsey steht einem kohärenten Einzelnen keine einzige Menge von Wetten in einer Gruppe von Sätzen zu, falls dieser zu einem zutreffenden Vor-Urteil führt. Der bedeutendste Vertreter des subjektiven Wahrscheinlichkeitskonzeptes ist jedoch Finetti (Bruno de Finetti, *Foresight: Its Logical Laws, Its Subjective Sources* [Übersetzung des französischen Artikels von 1937] in Kyborg und Smokler, a.a.O., S. 93-158) (Paulino et al., S. 8-9). Die Liste der Anhänger von Bayes hat bis heute nicht zu wachsen aufgehört. Die Attraktivität dieser Methode liegt darin, dass die subjektive Überzeugung vom Eintreten eines Ereignisses bei einmaliger Durchführung des Zufallsversuchs interpretiert wird (Brockhaus; nach Mathias Jamin, *Bayessche Statistik für Physiker, Vorlesungsnotizen*, Physik-Department der TU München, Garching 2004, S. 4).

⁵⁰³ Zur Anwendung Bayesscher Logik in der Medizin, z.B. bei der genetischen Beratung, wie wahrscheinlich es ist, ob ein Patient ein Gen trägt, das ein Risiko für eine Krankheit darstellt, siehe Harvey Motulsky, *Intuitive Biostatistics*, Oxford University Press: New York 1995, speziell das Kapitel 16 Bayes' Theorem in Genetics, S. 149-152.

⁵⁰⁴ Vgl. Schröder, S. 522.

⁵⁰⁵ Vgl. beispielsweise M. Klopfer, *Handeln unter Unsicherheit im Umweltstaat*, in C. F. Gethmann und M. Klopfer (Hrsg.) *Handeln unter Risiko im Umweltstaat*, Springer: Berlin-Heidelberg-New York 1993, S. 55-98, insb. S. 56-60.

f) Der Ausschluß der Zurechnung bei fehlender Schaffung eines unerlaubten Risikos

Der Angeklagte wird immer dann seiner Bestrafung entgehen können, wenn er beweisen kann, dass seine Handlung nicht von vornherein irgendeine signifikante Möglichkeit mit sich gebracht hätte, das geschützte Rechtsgut zu verletzen, weil er *ausreichend umsichtig* war, die *vorhersehbare Gefährdung*⁵⁰⁶ Dritter bis zur Grenze des Tolerierbaren zu mildern, selbst wenn der objektive Charakter der ausgeführten Handlung die möglichen deskriptiven Tatbestandsmerkmale erfüllt.

g) Die Verletzung des geschützten Rechtsgutes

Stellen wir uns nun Situationen vor, in denen die Verletzung des Rechtsgutes sich tatsächlich ereignet hat. Aus dem vorangegangenen folgt nicht, dass das Auftreten dieser Verletzung im konkreten Fall vernachlässigt werden sollte, wann immer die abstrakte Geeignetheit der vom Angeklagten ausgeübten Handlung festgestellt wird. Zugestandenermaßen wird der Angeklagte nun größere Schwierigkeiten haben, die abstrakte Geeignetheit seiner Handlung für die Herbeiführung einer bestimmten Verletzung in Frage zu stellen, falls diese Handlung wirklich die Verletzung verursacht hat. Tatsächlich weist die Verursachung der Verletzung des Rechtsgutes im allgemeinen darauf hin, dass der Handelnde eine finale Verhaltensnorm übertreten hat. Grundsätzlich hätte der Handelnde sich im Einklang mit einer von vielen, der Vermeidung oder Verhinderung dieser Verletzung angemessenen Weisen verhalten müssen, und hätte deshalb nicht auf *jene* Weise handeln sollen. Mithin ist seine Handlung die Ursache für die Verletzung des Rechtsgutes. Das aber muß bewiesen werden.

Die Verteidigung kann vielleicht die Gültigkeit der Urteile über die abstrakte Geeignetheit, auf der Grundlage von Glaubwürdigkeitsgraden *a priori*, in Frage stellen. Überraschend oder nicht mag die Anklage in diesem Punkt mit der Verteidigung übereinstimmen, und der Richter selbst mag sich auf dieses Argument stützen, um zur Betrachtung des konkreten Falles überzugehen! Wieso ist dieses Argument nicht polemisch? Die Fachleute der Bayesschen Statistik geben uns eine ausreichend klare Antwort:

„Das bayessche Theorem ist für viele eines der wenigen Resultate der Mathematik, die sich das Lernen aus Erfahrung zu beschreiben vorgenommen hat, will heißen, die Änderung der anfänglichen Einstellung in Bezug auf 'Vorläufer', 'Ursachen', 'Eventualitäten' oder 'Zustände', nachdem die zusätzliche Information erhalten wurde, dass ein (oder mehrere) gewisses Ereignis sich ereignet hat (also nachdem Erfahrungs- oder Beobachtungsdaten erhalten wurden).“⁵⁰⁷

Die Verteidigung wird sodann mit allen Mitteln versuchen zu sagen, dass im untersuchten Fall eine *konkrete Unmöglichkeit* der Verletzung des Rechtsgutes bestanden hat. Der Sinn dieser Taktik der Verteidigung ergibt sich aus der Tatsache, dass das *Gefahrenkonzept* selbst, sei es abstrakt oder konkret, gewöhnlich als eine – entweder subjektive oder objektive – *Wahrscheinlichkeit* der Verletzung des Rechtsgutes definiert ist, die nicht gegeben ist, falls konkret auch noch die geringste Möglichkeit ausgeschlossen werden kann, dass die Verletzung eintritt: „[die] konkrete Unmöglichkeit, dass jemand einer Gefahr ausgesetzt wird, wirkt als Grund für den Tatbestandsausschluß dieses Verhaltens.“⁵⁰⁸

Man wird schon deutlich sehen, woher eine Einengung des Verteidigungsspielraums rühren kann, etwa, wenn man beweisen kann, dass tatsächlich die in Frage stehende Handlung das Rechtsgut verletzt hat: der effektive Kausalzusammenhang ist in der Praxis Bestätigung für die Wahrscheinlichkeit, dass besagte Verletzung auftritt. Sei dies auch

⁵⁰⁶ Dieser Meinung ist Hoyer, S. 201.

⁵⁰⁷ Paulino et al., S. 10.

⁵⁰⁸ Silva Dias, S. 524, dort Fußnote 5.

die einzige Möglichkeit für ihr Auftreten, so ist dies doch genug, eine solche konkrete Unmöglichkeit zu dementieren, welche als Ursache für den Tatbestandsausschluß dient.

Auf gut Glück wird dann die Verteidigung alles daran setzen, Beweise für den Kausalzusammenhang zu widerlegen. Sie wird vor allem anführen, dass die Existenz einer Ursache-Wirkungs-Beziehung zwischen einer Handlung und einem Erfolg in komplexen Zusammenhängen, in denen unzählige Intervenienten teilnehmen und ungezählte Zwischenereignisse auftreten, nicht bewiesen werden kann. Die Verteidigung wird versucht sein, die Anklage rhetorisch zu zerpfücken, und dies im Angesicht eines Richters, der es vorzöge, dass die Diskussion sich auf Fakten beschränkt. Es ist die Hoffnung der Verteidigung, ihr Schäfchen ins Trockene zu bringen, indem sie, so gut es eben geht, das Verfahren so weit wie möglich kompliziert, was die Tatsachen betrifft. In der Praxis würde der Angeklagte so den Freispruch erzielen, entsprechend dem Grundsatz *in dubio pro reo*. Schließlich wäre dies auch vollkommen berechtigt, da man bei „unzähligen Intervenienten“ und „ungezählten Zwischenereignissen“ eine stattliche Anzahl von objektiven Zufällen erwarten kann.

Warum es besser ist, die Ereignisse zu untersuchen, als lediglich die Geeignetheit der verbotenen Handlung zur Verletzung des geschützten Rechtsgutes abstrakt zu diskutieren

a) Die Mehrdeutigkeit der Kraft

Die Geeignetheit ist nicht etwas, was in der Gestalt eines Ereignisses dargelegt werden kann, dessen Wahrhaftigkeit (oder Falschheit) im konkreten Fall direkt bekräftigt wird. Sie ist ebensowenig eine Form freigesetzter Energie, deren physikalische Größe im konkreten Fall gemessen werden kann. Weshalb nun kann die *konkrete Geeignetheit* weder beschrieben noch gemessen werden? In Wirklichkeit ist sie die Beschaffenheit einer Sache, die das Vermögen hat, eine andere Sache zu transformieren, oder das Vermögen hat, sich selbst in eine andere Sache zu verwandeln. Dies bedeutet, daß sie eine *Kraft* ist (gr. δύναμις). Es ist nun so, dass die Mehrdeutigkeit des Begriffes *Kraft* die Philosophen zumindest seit Aristoteles beunruhigt.⁵⁰⁹

Dieselbe Mehrdeutigkeit der Kraft verunsichert daher ebenso die Rechtswissenschaftler. Die Kraft ist mit der *Verwirklichung* (gr. ενεργεια) korreliert, über die sich erstere vollzieht.

Diese Verwirklichung führt zu einer vollendeten Tätigkeit, deren Substanz beschrieben und bekräftigt werden kann. Um eine Kraft aufzuzeigen, ist es angeraten, ihre Verwirklichung und die ihr folgende vollendete Tätigkeit in Betracht zu ziehen. Der Gang der Ereignisse beinhaltet konkrete Daten, deren Analyse – insbesondere, wenn sie von Fachleuten vollzogen wird – eine äußerst nützliche *empirische* Beweismethode für die Motivation der Überzeugung des Richters liefert, ohne gleichzeitig anders geartete Beweiselemente, die auf repräsentative Weise innerhalb des Prozesses erworben wurden, außer acht zu lassen.

b) Definition der effizienten Kausalität

Der Gang der Ereignisse wird auch in der Rechtswissenschaft im Rahmen einer Beziehung von *Ursache* und *Wirkung*, entsprechend dem Konzept der *effizienten Kausalität* aus der aristotelischen Tradition begriffen.

Mendes und Miranda definieren Kausalität als die Menge aller derjenigen Bedingungen, ohne die ein Erfolg nicht eingetreten wäre.⁵¹⁰ „Jedoch dient diese Definition zu nicht mehr

⁵⁰⁹ Vgl. Aristotle, *Metaphysics – A Revised Text with Introduction and Commentary* by W. D. Ross, Bd I und II, Clarendon Press: Oxford 1997, S. 318-323 (*Met.* 1019^a 15-1019^b 34) und 239-273 (*Met.* 1045^b 27-1051^a 33).

⁵¹⁰ Im Folgenden verstehen sie Kausalität der Einfachheit und Korrektheit halber als die *effiziente* Kausalität.

als zur Schlussfolgerung, als dass das kleinste Staubkorn im gesamten Universum die Bedingung für seine Existenz vorfände“, räumen sie ein.⁵¹¹ Es bestehe daher kein Zweifel daran, dass die Notwendigkeit besteht, aus der Gesamtheit des Universums diejenigen Bedingungen auszuwählen, die die geschlossenen Systeme darstellen, mit welchen wir uns in der Praxis auseinandersetzen.

Niemand wird es allerdings wagen zu sagen, daß irgendeine Bedingung, die in die Verwirklichung eines Erfolges einfließt, materiell von größerer Bedeutung sei als die anderen.⁵¹² In einer logisch-analytischen Sichtweise ist es jedoch – entgegen der Meinung von Stuart Mill – zulässig, als *Ursache* lediglich einen für sich alleine unzureichenden, aber nicht überflüssigen Bestandteil einer nicht notwendigen, aber hinreichenden Menge der Bedingungen des Erfolges zu bezeichnen. Dies ist die berühmte *INUS-Bedingtheit* (*Insufficient but Non-redundant part of an Unnecessary but Sufficient condition*), die von Mackie als logische Definition der Ursache singulärer Ereignisse vorgeschlagen wurde.⁵¹³ Letztlich wird die INUS-Bedingung abhängig vom Bestandteil des kausalen Prozesses variieren, der unsere Aufmerksamkeit erregt. So ereignete sich beispielsweise der Brand eines Hauses durch das Zusammenkommen von Umständen wie etwa einem Stapel ungeordneter Papiere, einem Luftzug und einer glimmenden Zigarette am Rand des Aschenbechers, geschweige denn von den im Gebäude selbst verwendeten Materialien und der Gegenwart von Luftsauerstoff, welche die notwendigen Bedingungen für jeglichen eventuell sich ereignenden Brand in diesem Raum sind. Die vergessene Zigarette war eine INUS-Bedingung für den Brand, aber auch der Papierstapel und der Luftzug waren gleichermaßen INUS-Bedingungen für denselben Brand. Können wir angesichts dessen sagen, dass die glimmende Zigarette die Brandursache war? Gesetz, dass dieser Teil des kausalen Vorgangs uns besonders interessiert, da wir ja nach einer Erklärung für das Ereignis suchten, die das in den Fokus nimmt, was den *Unterschied* zwischen einer höllischen Unordnung und einem Haus in Flammen ausmacht, könnten wir dies bejahen.⁵¹⁴ Eine Erklärung dieser Art diene allem voran der Zuschreibung der Kausalität (Intentionalität?) auf das Verhalten einer Person.⁵¹⁵

c) Ein Modell der Entwicklung der Welt

„Die Welt besteht in der Zeit und ist der Veränderung durch menschliche Handlungen und das Vorkommen anderer Ereignisse ausgesetzt, welche wir als Einwirkungen der Natur charakterisieren können.⁵¹⁶ Der Zustand der Welt wechselt daher von einem Augenblick zum

⁵¹¹ Mendes und Miranda, S. 15

⁵¹² Im Kern der effizienten Kausalität hatte Aristoteles selbst verschiedene Unterscheidungen etabliert (genauer gesagt im Kern jeder der vier Erklärungsarten von Kausalität), wie etwa die Ursache als solche und die zufällige Ursache. In den *Disputationes Metaphysicae* (*Opera Omnia* 1597) führte Francisco Suárez in die effiziente Kausalität noch viele andere Unterscheidungen ein, wie etwa die *causa per se* und die *causa per accidens*, die Hauptursache und die instrumentelle Ursache, die Primär- und die Sekundärursache usw. (vgl. F. Suárez, *On Efficient Causality – Metaphysical Disputations* 17, 18 and 19, übersetzt von Alfred J. Freddoso, Yale University Press: New Haven-London 1994, S. 11-34). Heutzutage betrachtet man diese Unterscheidungen mit großem Mißtrauen, so als ob sie reine Kategorien des Denkens seien, die nichts darstellen.

⁵¹³ Vgl. John Leslie Mackie, *The Cement of the Universe*, Clarendon Press: Oxford 1980, S. 62

⁵¹⁴ Vgl. H. L. A. Hart und T. Honoré, *Causation in the Law*, Clarendon Press: Oxford 1985, S. 29. Mackie stimmt mit Hart und Honoré überein (vgl. Mackie, S. 118-120).

⁵¹⁵ Vgl. Hart und Honoré, S. 72 f. Zu diesem Sachverhalt vgl. Martin Binns, *Inus-Bedingungen und strafrechtlicher Kausalbegriff*, Nomos: Baden-Baden 2001, passim.

⁵¹⁶ An dieser Stelle merken Mendes und Miranda an: „Wir wollen nicht die Fragestellung ansprechen, ob menschliche Handlungen Ereignisse sind, wie Davidson behauptet (vgl. Donald Davidson, *Essays on Actions and Events*, Clarendon Press: Oxford 1982, insb. 105-148)“. Dem können wir uns nur anschließen. In der Tat ist der Umgang mit dem Begriff „event“ im amerikanischen Umfeld verheerend, z.B. bei der Food and Drug Administration (FDA), die Arzneimittel, Medizinische Produkte und Lebensmittel für den US-Markt zulässt. Unter „adverse event“ (AE) wird dort alles verstanden, was rund um ein Arzneimittel herum auftritt und in irgendeiner Weise für den Menschen schädlich ist, aber nicht nur Nebenwirkungen, sondern buchstäblich *jedes Ereignis*, jeder Unfall auf der Straße oder im häuslichen Umfeld, jeder Sturz von der Treppe in einem Krankenhaus sowieso, jede ärztliche Fehlleistung oder jeglicher Kunstfehler bei einer Operation, wenn solche AEs in klinischen Prüfungen oder unter Verordnung eines Medikaments oder Medizinproduktes auftreten. Der Begriff bedeutet eine derartige Inflation von Ereignissen, dass das „wahre“, besser: relevante, Nebenwirkungsspektrum darunter verborgen erscheint und mühsam aus der jeweiligen Datenbank erst wieder herauspräpariert werden müsste, wenn es denn gefordert wäre. Leider hat dieser Kontrollwahn, alles zu erfassen, schon massiv auf Europa übergegriffen und verunsichert Ärzte und Patienten nicht unbeträchtlich.

anderen. Unsere Eingebung sagt uns, dass in jedem Augenblick die *Gegenwart* und die *Vergangenheit* unabänderlich sind (selbstverständlich bedeutet dies nicht, dass sie in aller Genauigkeit bekannt seien), die *Zukunft* jedoch bleibt offen. Dies hindert uns dennoch nicht daran, unsere Mutmaßungen in Bezug auf das anzustellen, was sich in einem bestimmten, dem aktuellen Augenblick t nachfolgenden Augenblick t' ereignen wird (d.h. was *wahrhaftig* werden wird), vorausgesetzt dass zwischen t und t' bestimmte Ereignisse festgestellt wurden, oder aber in Bezug auf das, was sich *notwendigerweise* oder *möglicherweise* in der Zukunft ereignen wird. Die Entwicklung der Welt kann anhand einer Darstellung als *Baumdiagramm* skizziert werden, dem wir alle nötigen Informationen zuschreiben können.⁵¹⁷ (Abb. 28)

In einem bestimmten Augenblick gibt eine *Kugel* den *gegenwärtigen Moment* wieder.⁵¹⁸

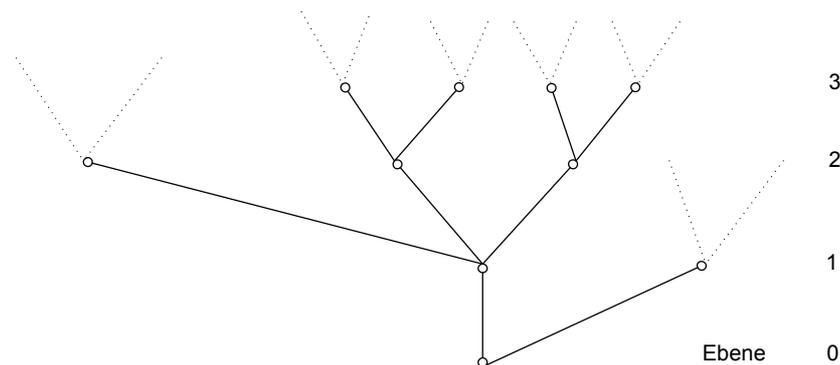


Abb. 28 Baumverzweigungsdiagramm zur Veranschaulichung der Entwicklung von Prozessen in der Welt (nach Mendes und Miranda, Kausalität); an jedem Verzweigungspunkt können zufällige Wege beschriftet werden und man findet sich in einem anderen Feld wieder.

Selbstverständlich folgt – in dem Maße, in dem wir in der Zukunft fortschreiten, unseren jetzigen Moment im Baumdiagramm voranbewegend – die Definition eines *bestimmten Ablaufs* (bedingt durch menschliche oder natürliche Einwirkungen) *unter Eliminierung aller anderen, möglichen Alternativen*.⁵¹⁹ In jedem neuen Moment (in der graphischen Darstellung: von jedem Punkt aus) sehen wir, wenn wir in die Vergangenheit zurückschauen, die Vergangenheit als eine durchgehende Linie ohne Lücken (sie ist aber *nicht linear*).⁵²⁰ Wenn wir andererseits in die Zukunft blicken, so sehen wir diese als

(Vgl. P.M. Kaiser, Gibt es jetzt nur noch AE, keine „Nebenwirkungen“ mehr? Was ist relevant für die Arzneimittelsicherheit?, Deutsche Zeitschrift für Klinische Forschung Heft 1/2, 50-56 [2006]).

⁵¹⁷ Mendes und Miranda schulden an dieser Stelle Dr. José Carmo, Professor an der Abteilung für Mathematik der Universität Madeira, ihren Dank für seinen Vorschlag eines semantischen und graphischen Modells der Entwicklung der Welt, basierend auf der verzweigten Zeitlogik. Deartige Baumdiagramme, basierend auf der Theorie der erwartbaren Wahrscheinlichkeit (Bayes) und/oder objektiv zufälligen Prozessen, werden in großer Zahl angewendet: in der Genetik bzw. den Mendelschen Gesetzen; in der Analyse von Verwandtschaftsbeziehungen und der Populationsgenetik; in der biologischen Evolution u.v.a.m.

⁵¹⁸ Der aktuelle Moment muß nicht Null entsprechen, denn dieser ist lediglich der Anfangsaugenblick, über den wir Information besitzen. Siehe auch schon den *Exkurs über die Zeit*, S. XX-YY.

⁵¹⁹ Mendes und Miranda (S. 15, Fußnote 45) bemerken hierzu: „Um falschen Interpretationen bezüglich der Idee vom Baum der Weltentwicklung zuvorzukommen, ist es angebracht zu sagen, dass wir lediglich ein semantisches Modell anreißen wollten, welches – begleitet von den gebräuchlichen informellen Annahmen des Richters, die ihm einerseits über den *sensus communis*, andererseits durch das Vor-Urteil des rechtlichen Problems nahegebracht werden – die Systematisierung des zur Etablierung eines Kausalzusammenhangs notwendigen Gedankenganges *entsprechend der zugrundeliegenden Theorie* ermöglicht, welcher Art sie auch immer sei. Man sage daher nicht, dass der Baum der Weltentwicklung den bekannten Fehlschritt begeht, als Ursache das anzunehmen, was nicht mehr als ein simpler Vorläufer in der Zeit ist (anders gesagt: *post hoc, ergo propter hoc*).“

⁵²⁰ An dieser Stelle widersprechen Mendes und Miranda sich selbst, wenn sie behaupten, diese Linie, nämlich die der Vergangenheit, sei „linear“: in Wirklichkeit ist sie eine Zick-Zack-Linie, der realisierte Weg ist eine Linie, die von Zufällen und Notwendigkeiten bestimmt war und dauernd die Richtung gewechselt haben muß. An jedem Kreuzungspunkt des Baumdiagramms eröffnete sich ein neues Möglichkeitsfeld; die Richtung, die dann

einen Baum (die Zukunft ist *verzweigt*, entsprechend den Verzweigungen der offenstehenden Alternativen in diesem Moment). Daher ist aber auch die Vergangenheit verzweigt, wenn man sich die nicht-realisierten Wege wieder hinzudenkt.⁵²¹

Der zeitliche Abstand, der zwischen der Tat, die Verfahrensgegenstand ist, und der Verhandlung liegt, gibt dem Richter selbst die Möglichkeit zur Kenntnisnahme der Ereignisse, welche wirklich dieser Tat folgten. Falls der Richter sich *hypothetisch* im Moment der Tat, der Verfahrensgegenstand ist, positionieren möchte (indem er seinen gegenwärtigen Moment im Baum zurückversetzt), so kann er den Verlauf dieser Zurückbewegung farblich markieren (beispielsweise in rot). Dieser kleine Kunstgriff wird es dem Richter erlauben, im nachhinein die *Zukunft des Präteritums* klar und deutlich als eine Linie zu sehen, die sich von den nicht aufgetretenen Verläufen unterscheidet. Der rot markierte Ablauf der Ereignisse wird also die konkrete Geeignetheit eines betrachteten Verhaltens dafür, einen bestimmten Erfolg hervorzurufen, herausstellen, falls er in diesem Ablauf eintritt. Diese Offensichtlichkeit ergibt sich schlicht und einfach aus der Feststellung, dass der Erfolg im historischen Sinne eine Möglichkeit darstellte, die sich u.a. hätte verwirklichen können.

Dies alles lässt sich schließlich auf eine *rein deskriptive* Annäherung an die konkrete Gefahr zusammenfassen, wobei die Kenntnis sowohl der Abfolge der Ereignisse, welche in dem Verletzungserfolg mündeten, als auch des entsprechenden Kausalprozesses gefragt ist, und außerdem alle bekannten Umstände nach der Hervorbringung des Erfolges in Betracht gezogen werden, selbst wenn diese Umstände im Tatmoment nicht erkennbar gewesen sind. Roxin war der erste Strafrechtler, der vertrat, dass die Beurteilung der konkreten Gefahr durch den Richter die aufeinander folgenden Aspekte in Betracht ziehen und selbst die Umstände einbeziehen sollte, die nur *ex post* erkannt werden können.⁵²²

Inzwischen haben viele Autoren die Position von Roxin angenommen. Vor Roxin war das konkrete Gefahrenurteil häufig mit dem Urteil der *objektiven Vorhersehbarkeit* verwechselt worden, welches von der *Adäquanztheorie* vorausgesetzt wurde. Es trifft zu, dass die Frage darüber, zu wissen, ob eine konkrete Gefahr zum Zeitpunkt der Begehung der Handlung vorhersehbar war, zur Bestimmung der Reichweite der Verantwortung des Handelnden für die Konsequenzen seiner Handlung von Interesse ist. Die Vorhersehbarkeit und die konkrete Gefahr sind unterschiedliche Konzepte, und das konkrete Gefahrenurteil kann jedoch von der Adäquanztheorie unabhängige Anwendungen haben.

Die Adäquanztheorie wurde im ausgehenden 19. Jahrhundert von dem Physiologen *Johannes von Kries (1853-1928)* begründet.⁵²³ Von Kries etablierte zum ersten Male die Idee, dass im rechtlichen Bereich der statistische Wahrscheinlichkeitsgrad des Auftretens eines bestimmten Ereignisses darüber aufklären könnte, ob ein Handelnder das fragliche Ereignis – unter Rückgriff auf das gesamte Erfahrungswissen der Menschheit – in relevanter Weise verursacht hatte oder nicht, insbesondere in Fällen von Körperverletzung mit Todesfolge.

schließlich realisiert wurde, oder der eingeschlagene Weg, konnte nicht vorhergesehen werden, er ist das Resultat einer Vielzahl von zufälligen und notwendigen Komponenten.

⁵²¹ Das Baumdiagramm basiert auf der verzweigten Zeitlogik, aber sie ist in der Praxis dem von Lennart Åqvist und Philip Mullock, *Causing Harm – a Logico-Legal Study*, Walter de Gruyter: Berlin/New York 1989, S. 42-61, vorgeschlagenen Modell sehr ähnlich. Insbesondere in der Verzweigung zeigt sich, dass die Zeitlinie, *ex post* gesehen, ebenfalls (gedacht) verzweigt sein muß, also nicht linear sein kann. Nur, man sieht die anderen Möglichkeiten der Verzweigung, die anderen Äste des Baumes, nicht mehr, weil sie nicht realisiert wurden oder sich nicht realisiert haben. Es resultiert daher ein Zick-Zack-Weg und keine lineare Strecke; überdies findet alles im dreidimensionalen Phasenraum statt. Die Wirklichkeit ist drei- bzw. vierdimensional, denn für jede Wegstrecke benötigt man eine gewisse Zeit.

⁵²² C. Roxin, *Pflichtwidrigkeit und Erfolg bei fahrlässigen Delikten*, Zeitschrift für die gesamte Staatsrechtswissenschaft (ZStW) 74, 411-444, insb. 432 (1962)

⁵²³ Zu J. von Kries siehe auch *Wikipedia*, Stichwort: *Geschichte der Wahrscheinlichkeitsrechnung*.

Mit Ludwig Traeger nahm die Adäquanztheorie eine neue Gestalt an.⁵²⁴ Diese ist die meistzitierte Arbeit über Kausalität in der deutschen Zivilrechtsprechung.⁵²⁵ Es reicht hier aus anzuführen, dass Traeger vertrat, ein Handelnder habe sich nur dann für einen tatbestandsmäßigen Erfolg zu verantworten, wenn die „vorhandenen Bedingungen, die zu diesem Zeitpunkte dem einsichtigsten Menschen erkennbar waren, ferner die dem Täter selbst außerdem noch bekannten“, wenn „sie generell begünstigender Umstand eines Erfolgs von der Art des eingetretenen ist“, entsprechend dem Kriterium einer objektiven Vorhersehbarkeit *ex ante*.⁵²⁶ Im aktuellen deutschen Strafrecht werden inzwischen in dezidierter Weise Handlungen nur dann als rechtswidrig eingestuft, wenn der Erfolgseintritt **nicht vom Zufall abhängig** ist; aus der strafrechtlichen Betrachtung wird der Zufall ausgeschlossen, weil „nur Erfolge zugerechnet werden, die als ‚Werk des Täters‘ erscheinen.“⁵²⁷ Zufall wird im Institut für Kriminologie und Wirtschaftsstrafrecht der Universität Freiburg wie folgt definiert:

„Zufall sind alle Umstände, auf deren Eintritt man (bei wertender Betrachtung) nicht vertrauen kann.“⁵²⁸

Die Theorie der „adäquaten Verursachung“, die anfänglich als juristische Kausalitätstheorie angesehen wurde, hat erst dank Larenz eine korrekte systematische Einfügung als Materie der *objektiven Zurechnung* erlangt.⁵²⁹ Die wunderbare philosophische Begründung von Larenz hat ihn aber nicht selbst dazu geführt, über die Schlussfolgerungen hinauszugehen, zu denen schon Traeger mittels seiner Formeln der „adäquaten Verursachung“ gelangt war. Die Bedeutung von Larenz verdankt sich allem voran – den relativ spärlichen von ihm erzielten praktischen Ergebnissen zum Trotz, wenn man sie mit den schon zuvor von Traeger erzielten vergleicht – der Tatsache, dass er unter den ersten Anzeichen der Hegelschen Moralphilosophie die bestehende Verquickung zwischen Handelndem und Handlung, gleichsam ein *Werk* des Handelnden, erklärt und hierin die vorhersehbaren Konsequenzen seiner inzwischen vollendeten Tat einbezieht.⁵³⁰

Es muß jedoch an dieser Stelle auch erwähnt werden, daß Larenz schon vor und während des „Dritten Reichs“ sich nicht nur der Ideologie des Nationalsozialismus angenähert hat, sondern Mitglied der sogenannten Kieler Schule war, als die man eine Gruppe nationalsozialistischer Rechtsgelehrter an der Christian-Albrechts-Universität bezeichnet, die nach der Machteinsetzung Hitlers besonders stark von jüdischen und besonders unliebsamen Professoren ‚gesäubert‘ worden war; diese ‚Säuberung‘ wirkte sich quantitativ derart aus, daß das Durchschnittsalter der Professoren an der rechtswissenschaftlichen Fakultät dieser Universität von 53 Jahren 1933 auf 35 Jahre 1935 gesunken war.⁵³¹

⁵²⁴ L. Traeger, *Der Kausalbegriff im Straf- und Zivilrecht*, Lippert: Naumburg a.S. 1904, Nachdruck 1929, *passim*. Siehe auch Gustav Radbruch, *Die Lehre der adäquaten Verursachung*, Guttentag: Berlin 1902 (Es handelt sich um seine Dissertation bei *Franz von Liszt [1851-1919]* in Berlin).

⁵²⁵ Vgl. Hart und Honoré, S. 471, dort Fußnote 29; Hermann Lange und Gottfried Schiemann, *Handbuch des Schuldrechts. Schadensersatz*, J.C.B. Mohr: Tübingen 2003 (3. Aufl.) (siehe dort zitierte Literatur).

⁵²⁶ Traeger, S. 159

⁵²⁷ Prof. Dr. Roland Hefendehl & MitarbeiterInnen, Institut für Kriminologie und Wirtschaftsstrafrecht der Universität Freiburg, Vorlesung Strafrecht AT (Allgemeiner Teil), WS 2008/2009; § 8 Die Lehre vom Tatbestand, VI. Handlungs- und Erfolgsunwert im Tatbestand (strafrecht-online.org).

⁵²⁸ *Ibid.*

⁵²⁹ Karl Larenz, *Hegels Zurechnungslehre und der Begriff der objektiven Zurechnung. Ein Beitrag zur Rechtsphilosophie des kritischen Idealismus und zur Lehre von der "juristischen Kausalität"*, Dissertation Göttingen 1927; gedruckt: A. Deichertsche Verlagsbuchhandlung Dr. Werner Scholl: Leipzig 1927, *passim* (Faksimile: Scientia Verlag Aalen, 1970).

⁵³⁰ *Ibid.*, S. 76

⁵³¹ Jörn Eckert, *Was war die „Kieler Schule“*, in: Franz Jürgen Säcker (Hrsg.) *Recht und Rechtslehre im Nationalsozialismus*, Baden-Baden 1992, S. 37-70, hier: S. 54

Dieser Umstand ist lange bekannt, so daß es verwundert, mit welcher Unbekümmertheit Mendes und Miranda derartige Rechtsgelehrten zitieren (s.a. an anderer Stelle).⁵³² Larenz gab als Mitwirkender bei der nationalsozialistischen Studienreform bei Unrechtshandlungen die Idee der Kausalität vollkommen auf und ersetzte sie durch ihren gemeinschaftswidrigen Zweck.⁵³³ So hat Larenz in seinem Werk „Vertrag und Unrecht“ von 1936/1937 als Geltungsgrund der Verträge an die Stelle des übereinstimmenden Willens zweier Individuen das Interesse der Volksgemeinschaft gesetzt. Diese gemeinschaftsorientierte Privatrechtskonzeption habe noch lange Zeit in Gestalt des „faktischen Vertrags“ fortgewirkt, meint der Rechtswissenschaftler Dr. Ralf Frassek, Privatdozent an der Universität Halle.⁵³⁴ Und der Direktor am MPI für ausländisches und internationales Recht, Prof. Dr. Ernst-Joachim Mestmäcker, berichtet über Larenz gar, er habe seine „dogmatischen Fertigkeiten“ dazu benutzt, die schlimmsten Parolen der Nazis sogleich in das Privatrecht einzufügen: während § 1 des Bürgerlichen Gesetzbuches (BGB) sage: „Die Rechtsfähigkeit des Menschen beginnt mit der Vollendung der Geburt“, habe Larenz vorgeschlagen, diese grundlegenden Normen neu zu formulieren. „Die Rechtsfähigkeit der Menschen sei nicht eine Qualität des Menschen schlechthin, sondern des Volksgenossen: ‚Rechtsgenosse ist nur, wer Volksgenosse ist; Volksgenosse ist, wer deutschen Blutes ist.‘“⁵³⁵

Die vorangegangene Definition der konkret gefährlichen Geeignetheit als eine Kraft zur Hervorbringung eines Verletzungserfolges ist ziemlich vage. Schon Aristoteles hatte festgestellt, als er Verwirklichung und Kraft einander gegenüberstellte, dass dies eine jener Fragen war, in denen Induktion und Analogie besser sind als eine Definition: „Verwirklichung verhält sich zur Kraft wie das Erwachen zum Schlafen“ (*Meta.* 1048^a 35).⁵³⁶

Es schien den Autoren Mendes und Miranda an dieser Stelle nichts besser, als zur Diskussion eines spezifischen Eignungsdelikt überzugehen. Sie haben als Testfall die *Kursmanipulation am Finanzmarkt* für ihre Argumentation ausgewählt, und dem folgen wir hier weiterhin.

Das Verbot der Marktmanipulation nach dem Europarecht

Der Finanzmarkt ist ein Risikobereich *par excellence*. Erstens bestehen Risiken für die *globale Wirtschaft*: man muß nicht daran erinnern, dass die weltweite Wirtschaftskrise der 1920er/30er Jahre von einer Krise der nordamerikanischen Finanzmärkte ihren Ausgang nahm, in der der *Dow Jones* von 1929 bis 1932 einen Sturz von 79 % erfuhr. Es ist auch nicht nötig, daran zu erinnern, dass die Arbeitslosigkeit damals in den USA und in Deutschland auf dramatische Weise zunahm; und dass diese wirtschaftliche und, nachfolgend, soziale Krise den Hintergrund für den Aufstieg des Nationalsozialismus in Deutschland bildete. Zweitens gibt es Risiken für die *Unternehmen*, die für Investitionen in der Kapitalöffnung an den Finanzmärkten eine alternative Finanzierung zur Aufnahme von Bankkrediten zu gewinnen suchen: ist es notwendig herauszustellen, dass jene Unternehmen sich somit einer Bedrohung durch die extreme Volatilität der Finanzmärkte aussetzen? Schließlich stellen sich Risiken auch den *Anlegern*, die ihre Ersparnisse an den Finanzmärkten investieren. Es ist bei einer solchen Vielzahl von Risiken nicht verwunderlich, dass die Finanzmärkte ein Bereich sind, in dem Normen zur

⁵³² Ralf Frassek, Göttinger Hegel-Lektüre, Kieler Schule und nationalsozialistische Juristenausbildung, in Eva Schumann (Hrsg.) *Kontinuitäten und Zäsuren. Rechtswissenschaft und Justiz im „Dritten Reich“* und in der Nachkriegszeit, Wallstein: Göttingen 2008, S. XX-ZZ

⁵³³ *Ibid.*, S. YY

⁵³⁴ *Ibid.*, S. TT. Frassek hatte 1994 in Hannover mit folgender Arbeit bei Joachim Rückert promoviert: „Vom Lebenssachverhalt zur Regelung - Die Umsetzung weltanschaulicher Programmatik in den schuldrechtlichen Schriften von Karl Larenz (1903-1993)“; diese Arbeit wurde unter folgendem Titel publiziert: Von der „völkischen Lebensordnung“ zum Recht - Die Umsetzung weltanschaulicher Programmatik in den schuldrechtlichen Schriften von Karl Larenz (1903-1993), Baden-Baden 1996 (*Fundamenta Juridica* Bd. 29).

⁵³⁵ E.-J. Mestmäcker, Am grünen Holze blühend. Zur Lage der Rechtswissenschaft: Eine Erwiderung, FAZ vom 10.09.2009.

⁵³⁶ Vgl. Aristotle, *Metaphysics*, Bd II, 250.

Risikoregulierung unabdingbar sind, allen voran Rechtsnormen. Gar nicht witzig ist, daß die neue, globale Finanzmarktkrise wiederum von Nordamerika, sprich: USA, ausging.⁵³⁷

Da es in dieser Untersuchung aber um rechtlich-philosophische Fragen geht, bei denen Kategorien wie Kausalität, Zufall und zurechenbare Verantwortung bzw. Verursachung eine signifikante Rolle spielen, ist es dennoch lohnenswert, der Erörterung der europäischen regulatorischen Bedingungen durch Mendes und Miranda weiter zu folgen. Möglicherweise gibt dies sogar ein wenig Aufschluß über weitere Hintergründe der aktuellen Finanzmarktkrise.

Die Richtlinien 2003/6/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 28. Januar 2003⁵³⁸ und 2003/124/EG der Kommission vom 22. Dezember 2003⁵³⁹ stellen den gegenwärtigen gemeinschaftsrechtlichen Rahmen zur *Integrität* der Finanzmärkte der Gemeinschaft dar und bekräftigen das *Vertrauen* der Anleger in diese Märkte. Diese Richtlinien haben eine EU-weite einheitliche Regelung zur Verhinderung von *Marktmißbrauch* zum Ziel. Ihnen zufolge beinhaltet Marktmißbrauch gleichermaßen *Insider-Geschäfte* und *Marktmanipulation*.⁵⁴⁰

Im Hinblick auf die Richtlinie 2003/6/EG wird Marktmanipulation selbst in zwei Tatbestände unterteilt:

Manipulation durch *Geschäfte* oder *Aufträge*, die zur *Täuschung der Öffentlichkeit* führen oder führen können (Art 1 Abs. 2a und b) einerseits, und Manipulation durch Verbreitung falscher oder irreführender *Informationen*, welche Investitionsentscheidungen seitens der Öffentlichkeit *beeinflussen oder beeinflussen können*, andererseits (Art. 1 Abs. 2c).

Diese beiden Tatbestände der Marktmanipulation fassen eine komplexe Typologie von Praktiken, die der Effizienz der Finanzmärkte entgegenstehen, zusammen, welche nach und nach mit der zunehmenden Kreativität der verschiedenen Akteure am Markt in der Realität zum Vorschein kamen. Folglich verleihen die Tatbestände der Marktmanipulation, so wie sie in der Richtlinie 2003/6/EG definiert sind, nicht mehr als den zuvor schon bestehenden Phänomenen eine rechtliche Form.

Die Vielfalt und die Dimension der manipulativen Praktiken folgen dem Wachstum der Finanzmärkte auf dem Fuß. Die Ungleichheiten des Wachstums der Finanzmärkte in den verschiedenen Mitgliedstaaten illustrieren, dass noch nicht in allen Fällen eine Gesetzgebung zur Verhinderung von Marktmanipulationen besteht.

Die aufgeführten Richtlinien geben nun den Mitgliedstaaten die Richtung vor, die sie innerhalb des entsprechenden innerstaatlichen Rechts zu befolgen haben, wobei die zunehmende Notwendigkeit der Regulation und der Aufsicht des Finanzmarktes seitens der öffentlichen Hand in Betracht zu ziehen ist. Die Vereinheitlichung der innerstaatlichen Rechtsordnungen der Mitgliedstaaten gewinnt hier noch größere Bedeutung, wenn sie aus der Perspektive der Schaffung einer einheitlichen europäischen Plattform zum Wertpapierhandel betrachtet wird, zumal das Erscheinen verschiedener Eintrittspunkte auf europäischem Niveau neue Manipulationsgefahren mit sich bringen wird, da in diesem Falle zukünftig Makler verschiedener Staaten eingesetzt werden können.

⁵³⁷ Vgl. u.a. Elmar Altvater, Die kapitalistischen Plagen, Blätter für deutsche und internationale Politik, Heft 3/2009, S. 45-59; Rudolf Hickel, Die Krise des Spekulationskapitalismus, Blätter ..., Heft 10/2007, S. 1157-1161; Ders., Keynes und der Kasinokapitalismus, Blätter ..., Heft 5/2008, S. 106-107; Ders., Finanzbullen statt Heuschrecken, Blätter ..., Heft 6/2005, S. 647-650; Jörg Huffs Schmid, Jenseits der Spekulationskrise. Das Diktat der Finanzmärkte und Perspektiven der Gegensteuerung, Blätter ..., Heft 11/2007, S. 1331-1341.

⁵³⁸ Im Rahmen eines Vier-Stufen-Konzeptes des Rechtsetzungsverfahrens – d.h. Rahmenbedingungen, Durchführungsmaßnahmen, Zusammenarbeit und Durchsetzung – entspricht diese Richtlinie der Stufe 1.

⁵³⁹ Nach demselben Konzept entspricht sie der Stufe 2, und beinhaltet Durchführungsmaßnahmen, zu denen die Kommission befugt ist, unter Konsultation des Ausschusses der europäischen Wertpapier-regulierungsbehörden (CESR).

⁵⁴⁰ Die vorherige Richtlinie 89/592/EWG des Rates vom 13. November 1989 berücksichtigte lediglich den Mißbrauch privilegierter Information.

Der gemeinschaftsrechtliche Rahmen strukturiert sich jetzt derart, dass er (a) die Beschreibung der *Tatbestände* der Marktmanipulation⁵⁴¹, (b) das *abstrakte Verbot* der Marktmanipulation⁵⁴² und (c) die Verpflichtung der Mitgliedstaaten umfasst, in *Verwaltungsverfahren* zu erlassende Sanktionen anzudrohen, unbeschadet des Rechts, *strafrechtliche Sanktionen* zu verhängen.⁵⁴³

Beginnen wir, aus Gründen besserer Darstellbarkeit, mit der Betrachtung der Frage nach den Sanktionsinstrumenten und -mechanismen. Zu diesem Sachverhalt soll lediglich die Aufmerksamkeit auf die Möglichkeit gelenkt werden, dass die obengenannte Richtlinie letzten Endes auf *indirekte* Weise Einwirkungen auf das Strafrecht der Mitgliedstaaten zeitigt, indem ausdrücklich deren Recht zur Androhung strafrechtlicher Sanktionen gegenüber den Tätern von Manipulationen anerkannt wird. Allgemein gesagt, sollten die wesentlichen Voraussetzungen der Straftaten und deren entsprechende Bestrafung durch *Übereinkommen*, die Rechtssetzungsakte des 3. Pfeilers der EU sind (d.h. der Raum der Freiheit, der Sicherheit und des Rechts, dem Wortlaut des Vertrags von Amsterdam zufolge), der im übrigen ein Pfeiler ist, der dem Modell der *intergouvernementalen Kooperation* Folge leistet. Es ist dennoch nicht das erste Mal, dass derartige Themen am Ende durch die Hintertür in die Richtlinien aufgenommen werden, welche Rechtssetzungsakte des 1. Pfeilers sind (d.h. die drei Europäischen Gemeinschaften) – der einzige, der dem Modell der *Hoheitsintegration* gehorcht und in dem es daher einfacher ist, normative Ergebnisse zu erzielen.⁵⁴⁴

Was das abstrakte Verbot der Marktmanipulation betrifft, ist es interessant anzumerken, wie originell die Schaffung einer *Verhaltensnorm* ist, die von jedweder spezifischen *Sanktionsnorm* losgelöst ist, doch dies ist nicht mehr als die Folge der Akrobatik, die der europäische Gesetzgeber sich selbst auferlegen musste, um von den Mitgliedstaaten zu fordern, dass sie Marktmanipulationen zumindest mit Verwaltungsstrafen ahnden, wenn sie sie schon nicht strafrechtlich verfolgen. Dabei sollte berücksichtigt werden, dass es in einigen Mitgliedsstaaten unzulässig ist, beide als anwendbare Antwort auf die Verletzung einer und derselben Verhaltensnorm zu kombinieren.⁵⁴⁵

Schließlich implizieren die Tatbestände der Marktmanipulation, da sie eine ausdrückliche Klausel der abstrakten Gefahr beinhalten (d.h. Ausdrücke wie: „Geschäfte“ oder „Informationen“, die falsche oder irreführende Signale „... geben oder *geben könnten*“), dass alle rechtlichen Vorschriften, die die Mitgliedstaaten in Bezug auf die Marktmanipulation annähmen, einschließlich des Strafrechts, von Definitionen auszugehen hätten, in denen die verbotenen Handlungen zur Einflussnahme auf das normale Funktionieren des Marktes *geeignet* sind. Es sollte gleichgültig sein, ob anschließend eine effektive Änderung ebendieses normalen Funktionierens des Finanzmarktes in Bezug auf das gehandelte Volumen und die angewandten Preise der Wertpapierstücke eintritt oder nicht.

Problemstellung

a) Wie kann der kausale/intentionale Einfluss einer Information auf die Kursentwicklung eines oder mehrerer Finanzinstrumente, die an einem regulierten Markt gehandelt werden, bewiesen werden?

b) Kann die Entdeckung dieses konkreten Einflusses auf die Kursentwicklung eine Beweismethode dafür sein, dass eine abstrakte Eignung des Verhaltens des

⁵⁴¹ Art. 1, Nr. 2 RL 2003/6/EG

⁵⁴² Art. 5 RL 2003/6/EG

⁵⁴³ Art. 14, Nr. 1 RL 2003/6/EG

⁵⁴⁴ Vgl. R. Schmitz, Der strafrechtliche Schutz des Kapitalmarkts in Europa, ZStW 115, 501-538, insb. 513-517 (2003)

⁵⁴⁵ Ibd.

Einflussnehmers vorlag, die Anlageentscheidungen der Öffentlichkeit zu beeinflussen und so das normale Funktionieren des fraglichen Marktes zu ändern?

Diese beiden Fragen werden im Folgenden näher betrachtet.

Wie kann bewiesen werden, dass eine Information den Kurs eines Finanzinstruments beeinflusst hat?

Die hauptsächliche Schwierigkeit in der Feststellung der Einwirkung einer gegebenen Information auf den Preis eines an der Börse gehandelten Finanzinstrumentes besteht im Zusammenwirken vielfältiger anderer Informationen, die ihrerseits den Kurs beeinflusst haben, womit die Bedeutung von individuell in Betracht gezogenen Kausalfaktoren an Klarheit verliert.

Dies führe dazu, dass die Einwirkung des einen oder beliebigen anderen Faktors auf den Kurs fragwürdig wird, meinen Mendes und Miranda.⁵⁴⁶ Sie zeigen auf, dass im Falle von Kursmanipulation der Beweis der Einwirkung einer gegebenen Information auf den Preis eines Finanzinstrumentes trotz allem möglich ist.

Es stehe außer Frage, dass die *performance* irgendwelcher Aktiva an der Börse eine Funktion einer unendlichen Menge an zur Kenntnis der Öffentlichkeit gelangender Informationen ist.

Und es bleibe zusätzlich nicht aus, dass diese Unendlichkeit an Informationen in verschiedener Weise von den Anlegern – seien es Einzelpersonen oder Institutionen – interpretiert werden. Man wisse also nicht, was einen Anleger dazu gebracht hat, sich von der einen oder der anderen Information beeinflussen zu lassen. Mit anderen Worten, die Menge von Anlegern und deren unterschiedliches Verständnis- und Einfühlungsvermögen würden es in der Praxis unmöglich machen, den Einfluß gewisser Informationen auf den Kurs eines gegebenen Finanzinstruments aufzudecken, weil es niemals möglich sei, die empirischen Daten bezüglich der Entscheidungsfindung der einzelnen Anleger zu erfassen oder gar miteinander zu verknüpfen.

Nun begeben sich Mendes und Miranda aber auf das Glatteis der Massenpsychologie. Sie meinen, bei genauer Betrachtung stelle sich heraus, dass dies nicht die eigentliche Schwierigkeit ist: die Analyse konkreter interner Prozesse (kognitiver, emotionaler oder vorsätzlicher Natur) von Individuen ist nicht notwendig für die Erfassung massenpsychologischer Vorgänge, welche wir letztlich als einzige zu identifizieren trachten. Die Motivation der Masse in eine gewisse Richtung herrscht vor den Widersprüchen der individuellen Beweggründe vor, in der gleichen Weise, wie der Übertritt eines Gases von einem vollen Behältnis zu einem leeren letztendlich die chaotische Bewegung der einzelnen atomaren oder molekularen Teilchen übertrifft.

Mag der Vergleich zwischen dem Verhalten einer „Masse von Anlegern“ mit einem thermodynamischen Prozeß auch einen gewissen heuristischen Wert darstellen, so haben wir in dieser Arbeit jedoch herausgearbeitet, daß derartige Vergleiche – materielle Teilchen wie eben Gasmoleküle und sich unter sozialen Gesetzen bewegende Individuen – nicht nur hinken, sondern uns geradewegs in einen Irrweg führen: geht man von der Annahme aus, daß Psychologie als seriöse Wissenschaft die Rolle der Persönlichkeit im dialektischen Widerspruch von Individuum und Gesellschaft erforschen müßte (Mendes und Miranda erwähnen interne Prozesse „kognitiver, emotionaler oder vorsätzlicher Natur“), so grenzen sich diese Prozesse oder auch intentionale Handlungen von Individuen dann von sozialen Gesetzmäßigkeiten ab, wenn dieselben Individuen nicht mehr untereinander verbunden sind, also gesellschaftlich bewußt und verabredet handeln. Mit anderen Worten, die chaotischen – wir könnten auch sagen, zufälligen –

⁵⁴⁶ Vgl. R. S. Mantegna und H. E. Stanley, *An Introduction to Econophysics*, Cambridge University Press: Cambridge 2001, S. 12

Bewegungen von Individuen gehen über in ein gesellschaftlich gesetzmäßiges „Verhalten“, welches mit Methoden der Psychologie aber nicht mehr beschrieben geschweige denn erkannt werden kann.⁵⁴⁷ Wir haben es mit dem Übergang in einen anderen Objektbereich zu tun, wie es uns oben schon häufiger begegnet ist. Hier gelten jetzt andere, nämlich gesellschaftliche Gesetze, und daher versagt nicht nur eine jede Art von Massenpsychologie⁵⁴⁸ als ‚Theorie‘, sondern sie ist nachgerade überflüssig. In der Ideologiekritik nennen wir das Vorgehen, historische Prozesse anhand der Bewegungen ausschließlich von Einzelpersonen zu beschreiben und zu erklären, „Psychologisierung“ von Geschichte. Das „Subjekt der Geschichte“ ist nicht der individuelle Mensch.⁵⁴⁹

‚Massenpsychologie‘ ist eine Art Versuch, Psychologie vom konkret-abstrakten Subjekt linear zu größeren Gruppen, letztendlich sozialen Einheiten (Schichten, Klassen oder auch nur sonstwie zu definierende Kollektive) zu verlängern. Dies wäre aber schon mit dem dialektischen Grundgesetz des Umschlagens von Quantität in Qualität zu widerlegen. Und die ‚Motivation der Masse‘ ist ein unwissenschaftlicher Ausdruck; Motivation kommt ausschließlich dem Individuum zu und nicht einer zufällig ausgewählten und/oder zustande gekommenen Gruppierung von Menschen.

Mendes und Miranda können demnach nur zu dem Schluß kommen, dass die ‚Motivation der Masse‘ auch nicht auf einfache Art wahrgenommen werden kann. Ganz im Gegenteil, die Motivation der Masse widerstrebe für gewöhnlich vereinfachenden Interpretationen. Basierend auf empirischen Untersuchungen der kognitiven Psychologie habe Amos Tversky z.B. die bedeutende Phasenverschiebung zwischen dem *rationalen wirtschaftlichen Standard* und dem *Verhalten des nicht institutionellen Anlegers* am Finanzmarkt herausgestellt.⁵⁵⁰

Die traditionelle Analyse von Kriterien wirtschaftlicher Entscheidungsfindung, welche Risiken mit sich bringen, beinhaltet drei Voraussetzungen: das Bestreben nach *Vermögenssteigerung*, *Risikovermeidung* und *rationale vorurteilsfreie Erwartung*.

Die empirische Analyse des Verhaltens nicht-institutioneller Anleger habe jedoch einigen dieser Voraussetzungen widersprochen: Es werden in nachlässiger Weise riskante Auswahlen in Kauf genommen, was letztlich der angenommenen Risikovermeidung entgegensteht, und es wird zwanghaft gehandelt, was der angeblichen Tendenz widerspricht, Alternativen rational und vorurteilsfrei einzuschätzen. In Wirklichkeit trafen die nicht-institutionellen Anleger ihre Auswahl erfüllt von Illusionen (will heißen: Beständigkeit von Fehlern, obwohl sie erkannt wurden) und dominiert von emotionalen Faktoren. Zusammenfassend meinen die Autoren, dass die nicht-institutionellen Anleger ernsthaften kognitiven Einschränkungen unterliegen und irrationale Entscheidungen treffen, welche oftmals zu einem fehlerhaften Einsatz der an der Börse gehandelten

⁵⁴⁷ Folgerichtig steht im Wikipedia-Bertrag über Massenpsychologie unter „Methodik“ lapidar, dass es keine gebe. Wie kann es dann eine Theorie geben?

⁵⁴⁸ Besonders tragisch war der Fall *Wilhelm Reich (1897-1957)*, der sich an einer „Massenpsychologie des Faschismus“ versuchte und scheiterte (W. Reich, *Die Massenpsychologie des Faschismus* [1933], Kiepenheuer&Witsch: Köln 1971). Tragisch deshalb, weil Reich zuerst als Kommunist aus der Internationalen Psychoanalytischen Vereinigung ausgeschlossen und dann als Psychoanalytiker und Freud-Schüler, später Gegner, wg. des Buches zur Massenpsychologie wiederum aus der Kommunistischen Partei Österreichs ausgeschlossen wurde. Er starb schließlich, verfolgt und ganz vereinsamt, in den USA in einer psychiatrischen Einrichtung im Gefängnis.

⁵⁴⁹ Gerade in der Kognitionswissenschaft ist ein spannender Prozeß der Hinwendung zu „sozialer Erkenntnis“ zu konstatieren, der überdies auch noch als ganz neuer Ansatz ausgegeben wird! In der FAZ erschien kürzlich ein Artikel *Alle mal mitdenken! Die Kognitionswissenschaft entdeckt, daß es ein soziales Erkennen gibt*, FAZ vom 13.10.2010. Aus dem, was dort zitiert wird, geht hervor, daß einige Kognitionswissenschaftler offenbar – als brave Empiriker – auf etwas gestoßen sind, was Psychologen wie Wygotski und Leontjew sowie Lerntheoretiker wie Galperin schon in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts begonnen hatten zu untersuchen (vgl. Anm. 327). Es geht daraus aber auch ein weiteres Mal hervor, was für Verdrängungsprozesse und ignoranten Fehlverhalten der Kalte Krieg hervorgebracht hat, so daß ganze Einzelwissenschaften jetzt dazu verurteilt sind, die Vergangenheit zu wiederholen.

⁵⁵⁰ Vgl. Amos Nathan Tversky, *The Psychology of Risk*, in W. Sharpe et al. (Hrsg.) *Quantifying the Market Risk Premium Phenomenon for Investment Decision Making*, The Institute of Chartered Financial Analysts: Charlottesville 1990, S. 73-77

Finanzinstrumente führen. Aus der Tatsache, dass diese Entscheidungen in einigen Fällen irrational sind, ergebe sich jedoch nicht, dass dieselben nicht auch *a posteriori* mittels vollständig rationaler Methoden analysiert werden können: Mendes und Mirandas Anliegen ist es, die Kennzeichen eines typischen nichtinstitutionellen Anlegers zu bestimmen⁵⁵¹, mittels welchem wir anschließend die Reaktion des Marktes auf bestimmte Typen von Information erklären können.

Der *typische* nicht-institutionelle Anleger sei derjenige, der nervös auf die abrupten Kurswechsel der Finanzinstrumente reagiert, wobei er folglich die Entscheidung eines Kaufes für den Verkauf in kurzer Frist oder für den Verkauf zwecks Gewinnverwirklichung trifft. Irgendjemand müsse jedoch die neuen Kurstendenzen verursacht haben. Wem folgt der typische Anleger letztlich? Die ersten Personen, die eine Anlageentscheidung treffen, sind diejenigen, die Nutzen aus den neuen Informationen der Massenmedien oder jedweden anderen Kommunikationswegen ziehen. Diese unermüdlichen Jäger der neuesten Information sind die sogenannten Börsenspekulanten. Kurz gefaßt, die Spekulanten sind der Motor der Kursbewegung an der Börse, denn sie sind die ersten, die die neue Information in ihre Geschäftserwartungen einbeziehen, und dabei die anderen Anleger, deren Geschäfte anschließend die Kurstendenzen für kurze oder längere Zeit festsetzen, mit sich reißen.

Im Falle des Verdachts auf ein Tötungsdelikt nehmen Ermittler die fotografische Dokumentation des Leichnams und die Feststellung aller beweisrelevanten Elemente an Ort und Stelle vor. Auch im Falle des Verdachts auf Marktmanipulation „fotografieren“ die Aufseher und Ermittler die Beweisspuren der Tat. Wie werden diese „Fotografien“ angefertigt? Gehen wir Schritt für Schritt vor, angefangen bei der Tatsache, dass der Handel an der Börse sich letztlich auf ein Bündel von Indikatoren konzentriert, z.B. die Kursläufe der Wertpapiere, die Anzahl gehandelter Wertpapiere oder den Moment der Börsensitzung, an dem die meisten Anleger erscheinen. Diese Indikatoren sind in jedem Falle *quantitative Daten*. Sie lassen sich mit Leichtigkeit in *charts* umwandeln. Die *charts* sind eine plastische und wahrheitsgemäße Darstellung des Börsenhandels. Sollte eine Marktmanipulation irgendwelche Spuren in den getätigten Geschäften hinterlassen, dann müssten die *charts* dies aufzeigen. Folglich haben die *charts* dieselbe Aussagekraft wie echte Fotografien.

Dies bedeutet, dass die *charts* das angezeigte Mittel sind, um festzustellen ob beispielsweise eine bestimmte Information wirklich auf den Kurs der Wertpapiere eingewirkt hat.

Im Folgenden geben wir wieder, was Mendes und Miranda anhand von graphischen Darstellungen demonstriert haben, nämlich dass Informationen, im Sinne von INUS-Bedingungen, tatsächlich einen kausalen Einfluss auf die Kursentwicklung der Aktien von verschiedenen Gesellschaften in einem eng begrenzten Referenzzeitraum hatten.

Citizen Kane als Fallstudie von Mendes und Miranda: Verbreitung von Informationen in Massenmedien

Mr. Charles Foster Kane gab der Zeitung *The Inquirer* ein Interview, welches am 25. September (ein Samstag) mit Anrecht auf die Titelseite veröffentlicht wurde. Dieses Interview wurde von vielen anderen Zeitungen zitiert, z.B. am 26. September (Sonntag) in *The Chronicle*.

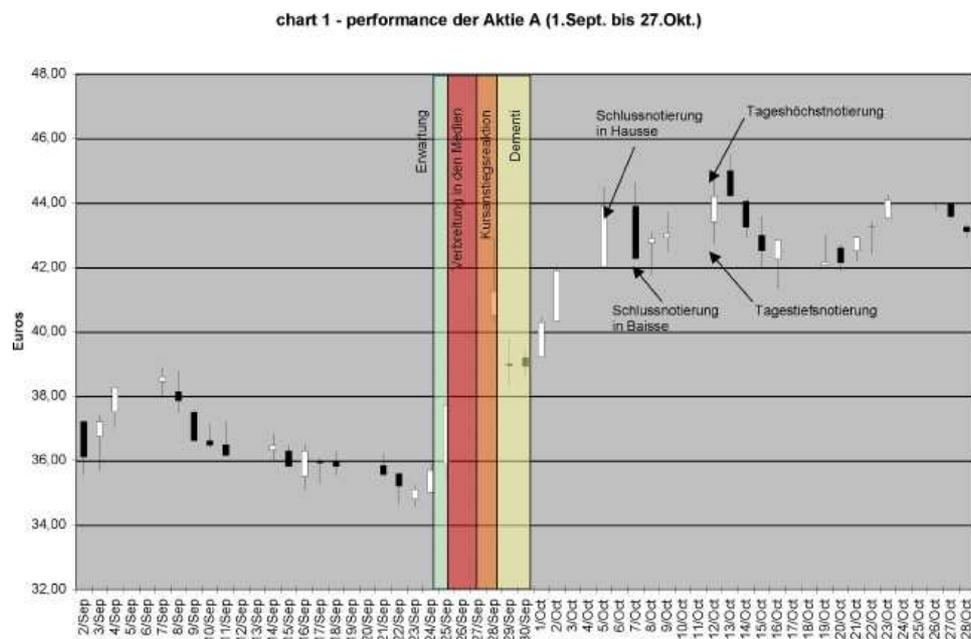
Hierin spielte *Mr. Kane* auf die Möglichkeit an, dass die *Colorado Lode Mining Co.* im Begriff stünde, eine Bodenschatzlagerstätte auszubeuten. Die Aktien der *Colorado Lode Mining Co.* waren zum Börsenhandel zugelassen (Bezeichnung im Folgenden als Aktien

⁵⁵¹ „Grundsätzlich ist es einfacher, den institutionellen Anleger zu definieren, denn er sollte nur auf rationale Art handeln, obwohl selbst Profis nicht immer ihren eigenen Regeln gehorchen...“ (Mendes und Miranda, S. 21, Fußnote 61)

A). Die Öffentlichkeit wusste, dass *Mr. Kane* Mehrheitsaktionär der *Rosebud Co.* war, welche ihrerseits die *Colorado Lode Mining Co.* dominierte.

Mr. Kane nahm erneut dem *Inquirer* gegenüber Stellung, welche am 28. September (Dienstag) veröffentlicht wurde. Auch dies wurde von mehreren Presseorganen am 29. September (Mittwoch) zitiert. *Mr. Kane* widersprach darin vehement der Behauptung, dass die *Colorado Lode Mining Co.* in neue Projekte einbezogen sei. Ihm zufolge hätte das Interview vom 25. September seine Worte in falscher Weise wiedergegeben, was schließlich zu einer Verwechslung in Bezug auf die Entdeckung von Lagerstätten geführt hätte.⁵⁵²

Chart 1 versucht darzustellen, dass die *performance* der Aktie **A** zwischen Börsenschluss am Freitag, dem 24. September, und Börsenbeginn am Montag, dem 27. September, eine klare Anomalie aufgewiesen hatte.



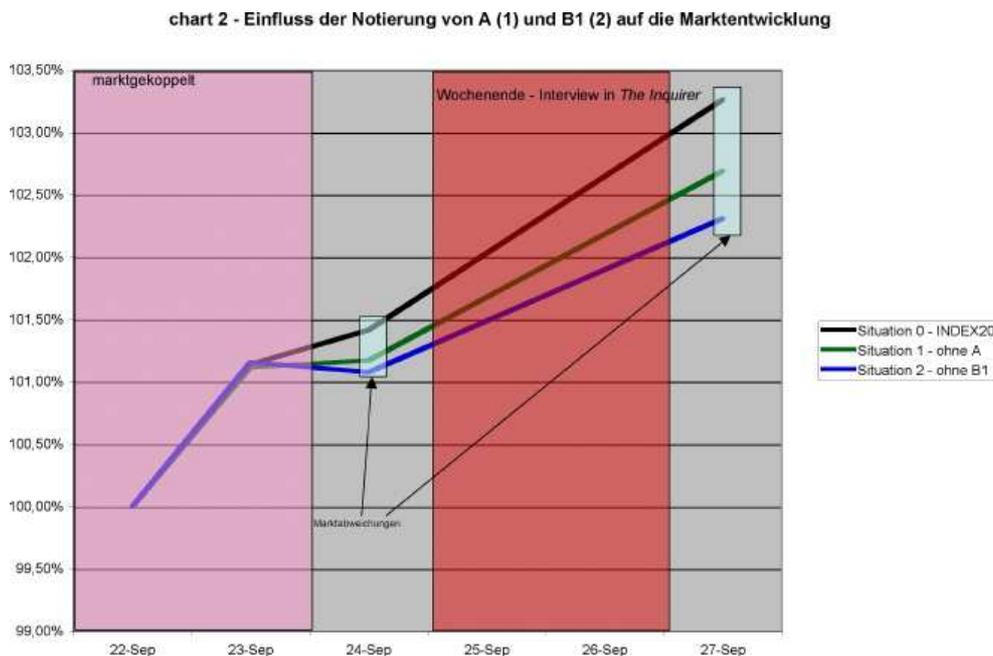
Das Interview, das *Mr. Kane* der Zeitung *The Inquirer* gegeben hat, wurde am 25. September (Samstag) veröffentlicht, und wurde somit von der Öffentlichkeit zur Kenntnis genommen, während die Börse am Wochenende geschlossen war. Es ist jedoch nicht außergewöhnlich, dass der Inhalt des Interviews – welches genau genommen ab dem Moment seiner Realisierung bereits öffentlich war – schon im Kreise der Anleger etwa durch mündliche Mitteilungen zirkulierte und im Gefolge Spekulanten interessiert und somit am Beginn der Bewertung der genannten Aktie gestanden haben mag, entsprechend dem Prinzip der Markteffizienz.⁵⁵³ Jedoch stellte man einen starken Anstieg der Aktie am Montag fest, was nur mit der Realisierung des Interviews erklärt werden kann, mit Hinblick auf die außerordentliche Dimension des Anstiegs (es ist festzuhalten, dass die Aktie eine *performance* aufgewiesen hat, die immer über den Kursen aller vorhergegangenen Tage gelegen hatte, was seit dem 1. September bis zum jetzigen Datum nicht vorgekommen war). Genauer betrachtet findet die Bewertung der Aktie selbst mit 2.79 (entsprechend einem Plus von 7.4%) an keiner von zwei aufeinander folgenden Börsensitzungen zwischen dem 1. und dem 27. September Entsprechung. Mit der Veröffentlichung der Richtigstellung des *Mr. Kane* durch ein neues Interview im *Inquirer* am 28. September, welches am Folgetag von anderen Zeitungen zitiert wurde, stellt man

⁵⁵² Namen von Personen und Institutionen sind *Citizen Kane* nachempfunden (vgl. Herman J. Mankiewicz und Orson Welles, *Citizen Kane – The complete screenplay*, Methuen: London 2002, S. 161). Jegliche Übereinstimmung mit real existierenden Situationen ist rein zufällig.

⁵⁵³ Im Grunde besteht dieses Prinzip im sofortigen Einfluß einer relevanten Information auf den Preis eines Finanzinstrumentes.

einen Fall des Aktienkurses an diesen beiden Tagen fest, an denen die Öffentlichkeit Gelegenheit hatte, über die Sinnhaftigkeit dieser Äußerungen zu reflektieren (obwohl sich der Aktienkurs weiterhin über dem Niveau vor der Veröffentlichung des ersten Interviews gehalten hat). Unmittelbar nach dem zweiten Interview fällt der Aktienkurs, und dies erlaubt es uns, letztere als INUS-Bedingung des nunmehr feststellbaren Kursverfalls herauszustellen. Es überrascht nicht, dass – nach dem Vorübergang dieser widersprüchlichen Äußerungen – der Markt erneut eine Anstiegstendenz zeigt, die unterdessen mit dem zunehmenden Glauben der Öffentlichkeit an die Gangbarkeit verschiedener Möglichkeiten der Bewertung der Aktie **A** zusammenfällt.

Chart 2 versucht den Einfluss des ersten Interviews im *Inquirer* darzustellen, und dies nicht nur anhand der *performance* der Aktie **A**, sondern auch der Aktie **B1**, die von **A** dominiert ist, wobei beide Aktien in den INDEX20 eingehen.⁵⁵⁴



Es ist festzustellen, dass diese beiden Aktien zwischen dem 22. und dem 24. September der allgemeinen Markttendenz folgten, und erst danach sich hervorhoben – zunächst moderat, in dem Maße, in dem sich die weite Verbreitung des ersten Interviews im *Inquirer* abzeichnete, und danach stärker, nachdem dessen Veröffentlichung erfolgt war. Wenn wir sukzessiv die Aktien **A** und **B1** von INDEX20 abziehen, so stellt man in der Tat fest, dass am 24. September der Markt in einen leichten Verfall eintritt, während gleichzeitig die Aktien **A** und **B1** einen Anstieg erfahren haben. Außerdem stellt man fest, dass der Markt am 27. September, obwohl schon im Anstieg begriffen, eine *performance* aufweist, welche ersichtlich hinter derjenigen zurückbleibt, welche durch die *performance* der genannten Aktien suggeriert wird. Wenn wir uns lediglich auf die Bewertung, die zwischen dem 23. und 24. September registriert wurde, beziehen, stellt sich auch heraus, dass der Anstieg des INDEX20 durch die Einbeziehung der bezeichneten Aktien in diesen Index bestimmt wird. Dies wird noch deutlicher bei Betrachtung des starken Anstieges des Index zwischen dem 24. und 27. September.

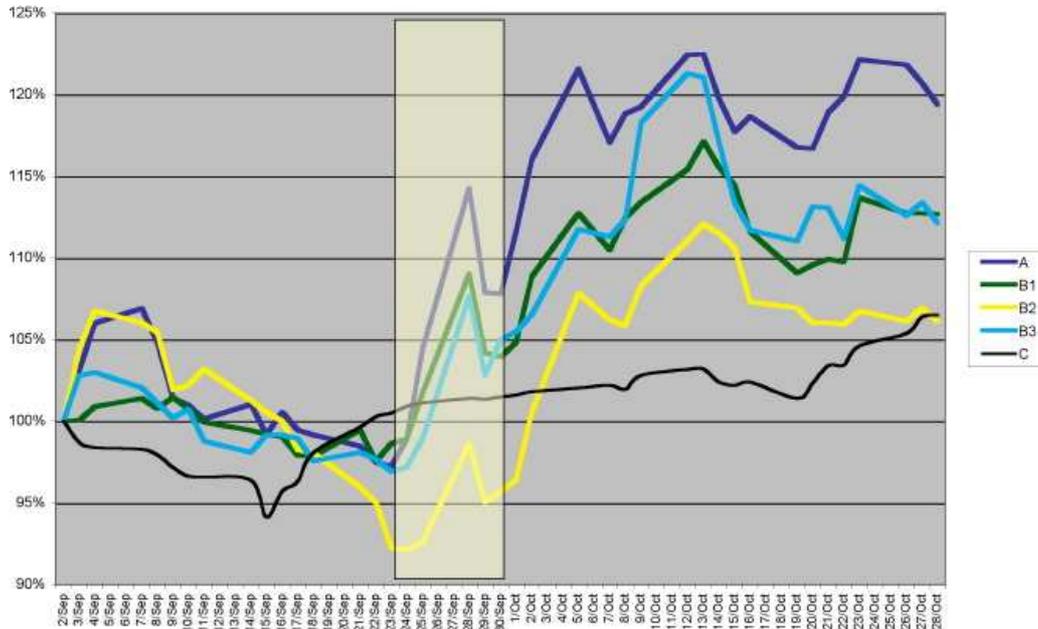
Chart 3 ist vom INDEX20 unabhängig, so dass nun die Darstellung aller von der *Colorado Lode Mining Co.* dominierten Aktien möglich wird. Die Graphik erlaubt dem Analytiker, auf anderem Wege die vorher geäußerten Schlußfolgerungen zu unterstützen und sie vermöge eines *Korrelationsarguments* zu bekräftigen⁵⁵⁵, welches darin besteht, dass alle

⁵⁵⁴ Dieser Index ist ein Maß der allgemeinen Marktentwicklung im Sinne eines gedachten Portfolios, das sich auf die Aktien von 20 Gesellschaften bezieht, welche soliden Börsenkriterien entsprechend ausgewählt wurden.

⁵⁵⁵ Die Untersuchung von Korrelationen zwischen Vermögenswerten ist in der Finanzanalyse üblich.

Aktien dieser Gruppe sich im relevanten Zeitraum, *prozentual* betrachtet, gleichermaßen verhalten. Dies bedeutet, dass, wenn Aktien gleiche *performance* aufweisen, die Wahrscheinlichkeit, dass deren *performance* eine und dieselbe Ursache zugrunde liegt, an Gewissheit grenzt.

chart 3 - Vergleich der performances der Aktien A, B1, B2, B3 im Gegensatz zu C



Genauer gesagt sind nicht nur die Kursschwankungen parallel und beschreiben dasselbe schon bekannte Bild des anomalen Zeitraumes zwischen 23. und 29. September (abrupte Anstiege und Verfälle), sondern es wird auch eine gewisse Analogie zu der Kursentwicklung in dem diesem vorangegangenen sowie nachfolgenden Zeitraum deutlich. Selbst aus der Sicht eines Laien ist die exakte Wiederholung desselben Bildes im relevanten Zeitraum nicht minder eindrucksvoll, wohingegen die *performance* in den anderen Zeiträumen lediglich der gleichen Tendenz folgt. All dies bekräftigt den Hinweis darauf, dass ein gleichartiger Kausalzusammenhang vorliegt, der im übrigen einer und derselben INUS-Bedingung entspricht.

Um den Gegensatz zwischen korrelierten Aktien und einer unabhängigen, jedoch relevanten Aktie zu veranschaulichen, sei in dem besprochenen *chart* auch die *performance* der Aktie **C** einbezogen.

Es ist mithin bewiesen, dass die Äußerungen des *Mr. Kane* die Anlageentscheidungen der Öffentlichkeit determiniert haben. Dieser Beweis konnte nicht und kann niemals auf einer Darlegung beruhen, dass seine Äußerungen der einzige die Anlageentscheidungen der Öffentlichkeit bestimmende Faktor im relevanten Zeitraum gewesen seien; er beruhte vielmehr auf der Darlegung, dass alle anderen Faktoren vor, während und nach dem relevanten Zeitraum *ceteris paribus* gewesen sind. Man denke jedoch nicht, dass dies eine Zufälligkeit dieses speziellen Sachverhaltes sei. Ganz im Gegenteil impliziert Kursmanipulation für gewöhnlich eine Handlung, die den im vorhinein existierenden Potentialen widerspricht. Wenn dem nicht so wäre, dann wäre die Kursmanipulation, in der Sicht ihres Urhebers, sinnbefreit.

Wozu dient der Beweis, dass eine Information auf den Kurs eines Finanzinstrumentes eingewirkt hat?

In Verfahren, die sich mit Kursmanipulation befassen, kann die Verteidigung nur schwer vergessen, die folgende grundlegende Banalität auszurufen, geradeso als ob sie der wundersame Rettungsring des Angeklagten sei: die Kursentwicklung eines jeden Finanzinstrumentes ist immer hochgradig komplex und folgt den vielfältigsten Ursachen! Im Anschluß wird die Verteidigung nicht die Gelegenheit vorübergehen lassen, dutzendweise Informationen anzuführen, deren Verbreitung in der Öffentlichkeit in einem gegebenen Referenzzeitraum es nicht unterlassen hätte, auf irgendeine Art und Weise die sukzessiven Kurse des betrachteten Finanzinstrumentes zu beeinflussen. So schrieben z.B. die Zeitungen, dass die *Colorado Lode Mining Co.* diesen oder jenen Gewinn oder Verlust gemacht hätte, dass die Widersacher von *Mr. Kane* sich verbündet hätten, um ihm die Stirn zu bieten, oder dass sie untereinander im Streit stünden... Eine dergestaltete Verteidigungslinie zielt darauf ab, den Richter von der absoluten Unmöglichkeit der Beurteilung dessen zu überzeugen, dass ein bestimmter Fakt geeignet oder ungeeignet ist, Anlageentscheidungen der Öffentlichkeit zu beeinflussen. Was soll man also von der Tat sagen, die Gegenstand des Verfahrens sein soll? Die Hoffnung der Verteidigung wird immer sein, dass der Richter, in Perplexitäten verfangen, sich entscheidet, den Angeklagten in Frieden zu lassen.

Diese eventuellen Argumente der Verteidigung sind eher verfänglich als sachbezogen. Man kann aber klar sehen, dass ihre Demontierung leichter zu bewerkstelligen ist, wenn die fragliche Information tatsächlich und nachweislich Einfluß auf den Kurs eines Finanzinstruments hatte.

Hierin besteht die *heuristische Funktion* der Kausalität zur Aufzeigung der abstrakten Geeignetheit des manipulativen Verhaltens, die Anlageentscheidungen der Öffentlichkeit zu beeinflussen und das normale Funktionieren des Marktes zu ändern.

Andere Tatbestandselemente der Marktmanipulation

Bei der Marktmanipulation sind drei Tatbestandselemente zu beachten: (a) die manipulative Handlung, (b) die Geeignetheit dieser Handlung, die Anlageentscheidungen der Öffentlichkeit zu beeinflussen und auf diese Weise das normale Funktionieren des Marktes zu verändern, und (c) der Vorsatz.

Die Betrachtung richtet sich allein auf das zweite Tatbestandselement. Über die übrigen Elemente, die natürlich ebenso im konkreten Fall bewiesen werden müssen, wird nichts gesagt.

Das Verbot der Marktmanipulation in einigen EU-Mitgliedstaaten

In Portugal stellt die Marktmanipulation ein *Verbrechen* dar.⁵⁵⁶ Im *Código dos Valores Mobiliários* (in Kraft seit dem 1. März 2000) wird das Verbrechen der Marktmanipulation in Art 379 Nr. 1 angeführt⁵⁵⁷ und ist eindeutig als Eignungsdelikt konzipiert, wobei eine effektive Änderung des normalen Funktionierens des Marktes im übrigen nicht als Bedingung zur Subsumption der manipulativen Tat in den gesetzlichen Tatbestand erforderlich ist.

⁵⁵⁶ Die Strafbarkeit wurde 1991 eingeführt und wurde seinerzeit in Art. 667 des *Código do Mercado der Valores Mobiliários* (*CdMVM*, Wertpapierhandelsgesetz) angeführt.

⁵⁵⁷ Bezüglich des Verbrechens der Marktmanipulation im portugiesischen Recht vgl. F. da Costa Pinto, *O novo regime dos crimes e contra-ordenações no Código dos Valores Mobiliários*, Almedina: Coimbra 2000, S. 83-96, und Alexandre Brandão da Veiga, *Crime de manipulação, defesa e criação de mercado*, Almedina: Coimbra 2001, S. 35-152.

In Österreich stellt die Preismanipulation laut § 48 Abs. 1 Nr. 2 Börsengesetz 1989 eine *Verwaltungsübertretung* dar und ist mit Geldstrafe zu ahnden. Der Tatbestand ist klar als Eignungsdelikt gefaßt, wie man dem Wortlaut „den Kurs oder die Preisbildung [...] zu beeinflussen versucht“ entnehmen kann, wobei die Beeinflussung kein tatbestandlicher Erfolg ist.

Gesetzliche Vorschriften zur Entgegnung von manipulativen Verhaltensweisen bestehen in Deutschland schon seit Ende des 19. Jahrhunderts, die sich bis zum § 88 BörsG nahezu unverändert erhalten haben.⁵⁵⁸ Hiernach machte sich strafbar, wer auf „zur Einwirkung auf den Börsen- oder Marktpreis“ geeignete Weise handelte, wobei eine effektive Beeinflussung nicht notwendig war. Mit dem 4. Finanzmarktförderungsgesetz (das am 1. Juli 2002 in Kraft trat) erfuhr das Wertpapierhandelsgesetz (WpHG) eine grundlegende Reform in Bezug auf die Kursmanipulation. In § 20a Abs. 1 Nr. 1 WpHG wird als Handlung die Angabe falscher oder unrichtiger Informationen gefaßt, die «auf den inländischen Börsen- oder Marktpreis eines Vermögenswertes [...] einzuwirken [geeignet sind]» und (nach Nr. 2) die Vornahme von »Täuschungshandlungen [...], um auf den inländischen Börsen- oder Marktpreis [...] einzuwirken«. Diese Tatbestandsalternative entspricht in ihrer Struktur den Eignungsdelikten. Trotzdem wird mit Freiheitsstrafe lediglich bestraft (Strafvorschriften § 38 Abs. 1 Nr. 4 WpHG), wer effektiv auf den Preis eines Vermögenswertes einwirkt. Diese Sanktionsnorm stellt somit eine *objektive Bedingung der Strafbarkeit* dar, beinhaltet aber keinen tatbestandlichen Erfolg. Diese Präzisierung ist mehr als notwendig, denn in einem Urteil vom 6. November 2003 erwog der Bundesgerichtshof, „daß – im Sinne eines tatbestandlichen Erfolges – durch die Tathandlung eine Einwirkung auf den Marktpreis eingetreten ist.“ Aus der Sicht von Mendes und Miranda handelt es sich um eine Fehlinterpretation durch den BGH, deren dogmatische und praktische Konsequenzen jedoch nicht weiter ausgeführt werden könnten. Dem können wir in der Sache nur zustimmen.

⁵⁵⁸ Vgl. Ursula Lenzen, Das neue Recht der Kursmanipulation, Johann Wolfgang Goethe-Universität – Institut für Bankrecht, Frankfurt am Main 2004, S. 2-3 (Arbeitspapiere Nr. 101); siehe auch: Dies., Reform des Rechts der Börsenkursmanipulation, Frankfurt am Main 1999 (Arbeitspapiere Nr. 84).

Philosophische Schlußfolgerungen aus Abschnitt 3.2

Es wurde gezeigt, daß das Handeln von Menschen etwas grundsätzlich anderes ist als die Bewegung von physikalischen, chemischen oder auch ‚biologischen‘ Teilchen.

Welches die wesentlichen Unterschiede sind, die nicht nur zwischen der menschlichen Gesellschaft und dem Rest der Welt bestehen, sondern folgerichtig auch zwischen den Objekten der jeweiligen Wissenschaften, den Natur- und den Gesellschaftswissenschaften, ist derzeit nicht leicht zu beantworten. Selbst, wenn man ganz richtig annimmt, daß menschliches Handeln *intentional* ist, daß ein Motiv jedwedem Handeln zugrunde liegt, differieren die Ansichten bzw. Theorien darüber, wie diese Motivation in eine Gesellschaftstheorie eingebunden werden kann oder soll, von subjektivem und objektivem Idealismus über krassen Solipsismus bis zur einzigen *wissenschaftlichen* Philosophieauffassung, der materialistischen Dialektik.

Wenn in dieser Arbeit häufiger und dezidiert von wissenschaftlicher Philosophieauffassung die Rede ist, so soll dies folgendes bedeuten: die materialistische Dialektik beschreibt nicht Gegebenheiten, die auf der Basis von einzelwissenschaftlichen Theorien und Hypothesen experimentell untersucht und bewiesen werden können, sondern sie ist vornehmlich eine *Methode*, die adäquaten Begriffe und Kategorien zur allgemeinsten Erklärung der Welt, d.h. der Natur, der menschlichen Gesellschaft und des Denkens zu formulieren. Sie erforscht Kategorien, allgemeine und spezielle Begriffe, bringt sie widerspruchsfrei in ein System, ohne die objektiven Widersprüche zu leugnen, die sich in den jeweiligen Gegenständen und ihrer Bewegung offenbaren, und darf dabei an keiner Stelle, in keinem Bereich, in keinem Begriff, in keiner Kategorie im Widerspruch zu den Ergebnissen und Theorien einer seriösen Einzelwissenschaft stehen. Sie ist gerade die einzige Philosophierichtung, die objektive Widersprüche akzeptieren, integrieren, beschreiben, deuten und schließlich auch für die menschliche Praxis nutzen kann.

Hierbei spielen unsere schwierig einzuordnenden und zu definierenden Begriffe Kausalität und Zufall eine große Rolle, denn sie zeigen angesichts ihrer weit verbreiteten „falschen“ Anwendung auch wieder nur auf, daß axiomatische Annahmen, Setzungen, mit ihnen verbunden sind, ohne die eine logisch widerspruchsfreie Anwendung nicht möglich ist. Wenn man die Objektivität des Zufalls nicht anerkennt, kommt man gerade in den Gesellschaftswissenschaften keinen Schritt weiter; und wenn man eine falsche Bedeutung von Kausalität unterstellt wie in den rechtswissenschaftlichen Handlungslehren, wird die Aufklärung und Beurteilung eines komplexeren Tatbestandes immens erschwert, wenn nicht unmöglich.

Es besteht allenfalls eine abstrakte Übereinstimmung einiger Begriffe in Natur- und Gesellschaftswissenschaften: Kausalität, Zufall, Chaos, Verhältnis Teil – Ganzes (Emergenz) etc. Der Unterschied zwischen Menschen als Teil einer Gesellschaft oder Gruppe und Tieren sowie leblosen, materiellen Teilchen bleibt bestehen.

Eine schöne Parallelität zwischen Prozessen in Natur und Gesellschaft ergibt sich mit der mathematischen Definition von zufälligen Prozessen, die *Ereignisse* hervorbringen (Monte-Carlo-Methoden, Markow-Reihen etc.) und nicht vorhersehbare Reaktionen zeigen. Der Physiker Habbo Hait Heinze definiert in seiner Diplomarbeit:

„Ein Vorgang, dessen Ausgang nur vom Zufall abhängt, heißt ein *Zufallsexperiment* und die möglichen Ergebnisse eines Zufallsexperimentes heißen *Ereignisse*.“⁵⁵⁹

⁵⁵⁹ H.H. Heinze, Die Permanente im thermodynamischen Viel-Bosonen-Pfadintegral sowie die Bestimmung von Phasenübergängen aus experimentellen Streuspektren atomarer Cluster, Diplomarbeit an der Carl von Ossietzky-Universität Oldenburg, Oldenburg 1998 (107 S.), S. 85. Die Ergebnisse eines Zufallsexperimentes, die mit Hilfe einer abstrakten Menge definiert werden, nämlich der *Menge der Elementarereignisse* in einem gegebenen *Stichprobenraum* oder auch *Ereignisraum*, bilden die Grundlage für Monte-Carlo-Rechenverfahren. Darauf kann hier nicht näher eingegangen werden. Monte-Carlo-Verfahren werden im allgemeinen dazu benutzt, abstrakte mathematische Zufallsexperimente numerisch zu simulieren. Mit solchen Zufallsexperimen-

Dies korreliert ganz gut mit Prozessen in der menschlichen Gesellschaft, wenn man diese (leider) auch weitgehend nicht in Experimenten untersuchen kann: *Ereignisse* sind zufällig und nicht vorhersehbar. Die realen Bewegungen bestehen aus zufälligen und intendierten Handlungen, Reaktionen und Maßnahmen, die man schwerlich alle Ereignisse nennen kann; jedenfalls sollte man sie wirklich nicht so nennen, schon wegen der Verarmung der deutschen Sprache, die mit der gegenwärtig modischen Etikettierung der unterschiedlichsten Veranstaltungen als „event“ einhergeht. Alles wird heute zum *Event* stilisiert: Hochzeiten, Partys, Konzerte, Geburtstage, Jubiläen, Bücherlesungen, Vernissagen, Ausstellungen, und das, was wirklich „nur“ ein Event, also ein Ereignis im wissenschaftlichen Sinne wäre, wie Unfälle, Vulkanausbrüche, Tsunami und sonstige Naturkatastrophen, wird so auf die gleiche Ebene gestellt wie Folgen menschlichen Handelns.

Vollkommen absurd wird es jedoch, wenn es umgekehrt gemacht wird, wenn eine vorhersehbare Wirkung einfach als *Event* bzw. *Ereignis* bezeichnet wird. Nehmen wir noch mal das Beispiel *Arzneimittelnebenwirkung* (vgl. Anm. 516) auf, denn hier hat sich der Gesetzgeber durch eine aberwitzige Definition derartig entblößt, dass man nur schließen kann, es hat niemand etwas von dem zu behandelnden Gegenstand verstanden, weder der Referent, der die erste Version des Gesetzestextes verfasst hat, noch diejenigen, die den Text weiter bearbeitet und schließlich verabschiedet und fortgeschrieben haben. Im *Gesetz über den Verkehr mit Arzneimitteln* (AMG) in der Fassung vom 12. Dezember 2005, zuletzt geändert durch Verordnung vom 28. September 2009, lesen wir über den Patienten in einer klinischen Prüfung bezüglich seiner Aufklärung über die Teilnahme an einer klinisch-experimentellen Studie:

„Die betroffene Person ist ... insbesondere darüber zu informieren, dass
1. die erhobenen Daten soweit erforderlich ...

...

d) im Falle unerwünschter Ereignisse des zu prüfenden Arzneimittels

pseudonymisiert an den Sponsor und die zuständige Bundesoberbehörde sowie von dieser an die Europäische Datenbank weitergegeben werden, ...“ (§ 40, Abs. 1, Ziffer (2a), 1.d; Hervorhebung vom Verf.).

Da fragt man sich nicht nur, was denn ein *Ereignis eines Arzneimittels* sein soll, sondern auch, wie und was man der zuständigen Bundesoberbehörde und der Europäischen Datenbank im Eilverfahren berichten soll? Daß ein Arzneifläschchen heruntergefallen und geplatzt ist und der Patient sich an den Scherben geschnitten hat? Daß eine Studienpackung Suppositorien auf der Heizung gelegen hat und unbrauchbar geworden ist? Daß ein Patient aus dem Bett gefallen ist, weil er sich zu weit herausgelehnt hat? Daß ein stationärer Proband (= gesunde, freiwillige Versuchsperson) in einer Universitätsklinik von einer Katze gebissen und gekratzt wurde und daraufhin gegen Tollwut geimpft werden musste? Daß die Schwester der Teilnehmerin an einer klinischen Prüfung sich mit Hilfe sämtlicher Tabletten im Haus, also auch der zur klinischen Studie gehörigen, hat umbringen wollen, aber gerettet wurde? Daß eine Studienteilnehmerin in einer Tombola eine Brustvergrößerungs-Operation gewonnen hatte und auch durchführen ließ, was schon gar nicht *adverse* = *unerwünscht* war, was jedoch Inspektoren der österreichischen Behörden zu melden hartnäckig verlangten?⁵⁶⁰

ten werden in der Regel unbekannte Größen Θ berechnet, die mit Hilfe mathematischer Modelle als Erwartungswerte bestimmter Zufallsvariablen X , also $\Theta = E(X)$, interpretiert werden (ibid.). Monte-Carlo-Verfahren spielen auch eine große Rolle bei der Berechnung von molekularen Elektronenstrukturen mit *ab-initio* Verfahren (Enrico Clementi, *Ab initio computations in atoms and molecules*, IBM Journal of Research and Development 44, 228-245 [2000]; zu *ab-initio* Verfahren siehe auch oben, Anm. 150).

⁵⁶⁰ Der Autor dieser Arbeit hat alle solche Fälle und noch weit mehr, nicht weniger kuriose, in seiner jahrzehntelangen Berufstätigkeit im Umfeld *Klinische Forschung* erlebt. Im Falle der suizidal gefährdeten Schwester z.B. reagierten sämtliche beteiligten Stellen nach der Meldung konfus, da die Person ja kein Teilnehmer der Studie war und infolgedessen auch keine Studiennummer besaß, die für die Bearbeitung unerlässlich ist. Nachdem das Kind derart in den Brunnen gefallen war, konnte ich die verantwortliche Firma auch nicht mehr beraten, was zu tun sei.

Natürlich müssen und sollen Ereignisse, die überhaupt nichts mit dem in Frage stehenden Arzneimittel zu tun haben, *nicht* an Behörden und Ethikkommissionen gemeldet werden; das steht an anderer Stelle explizit im Gesetz und in einer speziellen Verordnung sowie internationalen Regularien. Die meisten pharmazeutischen Firmen tun es dennoch, weil sie unsicher über die Grundlagen derartiger Meldungen sind und unsicher in der Interpretation von Gesetzestexten und internationalen Leitlinien. Das ist nicht hilfreich, im Gegenteil; und aus demselben Grund ist die philosophische Erörterung darüber, wie wir sie hier führen, nicht trivial und auch nicht ohne praktische Folgen.

Für unsere hier betrachteten Zusammenhänge können wir als Resümee formulieren: *Ereignisse* in klinischen oder auch jedweder anderen Art von Studien sind zufällig, d.h. nicht vorhersehbar. Sie müssen nicht unbedingt etwas mit der verabreichten Medizin zu tun haben, die Mediziner sagen auch: in keiner kausalen Relation dazu stehen. Zudem treten sie auch auf, ohne dass klinische Studien stattfinden. Nebenwirkungen sind *nicht* zufällig, denn sie sind vorhersehbar, jedenfalls im Allgemeinen; nur die Art, die Schwere und die Häufigkeit sind bei Forschungspräparaten nicht in jedem Fall vorhersehbar, und gerade *diese* sind es – und nur diese –, die an Behörden und Ethikkommissionen in einem beschleunigten Verfahren, innerhalb von 15 Tagen, bei Todesfällen sogar 7 Tagen, gemeldet werden müssen, nämlich *neuartige/unerwartete*, bisher nicht beschriebene und zugleich *schwerwiegende* Nebenwirkungen. Unter letztere Kategorie fallen: Tod, stationäre Aufnahme oder Verlängerung des Krankenhausaufenthalts, dauernde Arbeitsunfähigkeit (*permanent disability*), Krebs, embryotoxische Reaktionen (teratogene Schäden).

Das steht wieder in Übereinstimmung mit der oben erwähnten mathematischen Begrifflichkeit, dass *zufällige* Prozesse *Ereignisse* hervorrufen, *nicht-zufällige* dagegen vorhersehbare *Reaktionen*. Sprache sollte präzise sein. Im Übrigen ist an dieser Stelle auf die Erörterung der Bayesschen Statistik zu verweisen (siehe oben, Anm. 502), die bei der Aufdeckung von seltenen Nebenwirkungen im Sinne einer Signaldetektion – um z.B. einen gefährlichen Trend zu erkennen – die adäquate Methode ist. Es wird danach gesucht, wie wahrscheinlich es ist, dass in einer Nebenwirkungsdatenbank einzelne Reaktionen so weit aus dem statistischen Rauschen herausragen, dass ihnen tatsächlich diese Bedeutung zukommt, nämlich ein Signal zu sein. Das Verfahren ist auch als „Data Mining“ bekannt, als probate Methode ebenfalls schon früher erwähnt, nämlich im Abschnitt über die DARPA und das Heimatschutz-Ministerium der USA.

Kommen wir zurück zur Systemtheorie. Was kann die Systemtheorie eigentlich zu einem Verständnis gesellschaftlicher Prozesse beitragen? Es ist fraglich, ob die Systemtheorie oder irgendeine der zahlreichen ähnlichen „Theorien“ überhaupt dazu taugen, eine allgemeine wissenschaftliche Theorie über alle Einzelwissenschaften hinweg bzw. für alle sein zu können. Und so etwas wie die Synergetik von Haken schon gar nicht. Eigentlich kann das nur eine wissenschaftliche Philosophie sein, also wieder die dialektisch-materialistische. Wie kommt man von den Gesetzmäßigkeiten eines Laserstrahls zur „Lehre vom Zusammenwirken“ und faßt diese als fachübergreifende Wissenschaftsdisziplin auf?⁵⁶¹ Wie kann das ‚Verhalten‘ eines Laserstrahls mit dem

⁵⁶¹ Hermann Haken, Synergetik. Die Lehre vom Zusammenwirken, Ullstein, Frankfurt am Main – Berlin 1991 (2. Aufl.), S. 17. Die Synergetik ist u.a. besonders in der Psychologie angewendet worden, wo sie möglicherweise eine gewisse Berechtigung haben könnte, andererseits aber wieder das Subjekt gesellschaftlichen Handelns verfehlt, das eben nicht der einzelne, konkrete Mensch ist. Siehe zur Wahrnehmungspsychologie, deren Vertreter das weithin immer noch nicht begriffen haben, z.B. Manfred Stadler, Peter Kruse und H.O. Carmesin, Erleben und Verhalten in der Polarität von Chaos und Ordnung, in: G. Küppers (Hrsg.) Chaos und Ordnung. Formen der Selbstorganisation in Natur und Gesellschaft, Reclam: Stuttgart 1997, S. 323-352; J. A. S. Kelso, Dynamic Patterns: The Self-Organization of Brain and Behavior, MIT Press Cambridge: Mass. 1995; W. Tschacher, G. Schiepek und E. J. Brunner (Hrsg.) Self-Organization and Clinical Psychology, Springer: Berlin 1992; Peter Kruse und Manfred Stadler (Hrsg.) Ambiguity in nature and mind. Multistability in cognition, Springer: Berlin 1995; M. Stadler, S. Vogt und P. Kruse, Selbstorganisationsansätze in der Bewegungsforschung, in: J.-P. Janssen, K. Carl, W. Schlicht und A. Wilhelm (Hrsg.) Synergetik und Systeme im Sport, Schriftenreihe des Bundesinstituts für Sportwissenschaft, Band 84, Hofmann: Schorndorf 1996, S. 137-156; M. Stadler und P. Kruse, Zur Emergenz psychischer Qualitäten. Das psycho-physische Problem im Lichte der

Verhalten eines Menschen im Rahmen eines Gesellschaftssystems gleichgesetzt werden? Wie kann man aus Gesetzmäßigkeiten eines Laserstrahls auf die „Lehre vom Zusammenwirken“ in politischen Parteien schließen?

Auf jeden Fall fällt auf, dass in dieser einschlägigen Literatur wieder und wieder die fragwürdigen Definitionen von der „Verletzung der starken Kausalität“ und andere begriffliche Fehlleistungen auftauchen.

Wir hatten von Peter Ruben gelernt, daß man, wenn man die Ebene der Einzelwissenschaft verlässt bzw. über sie hinaus geht, als Philosoph „spricht“ und das darf nicht nur für die Physik angenommen werden, sondern auch für jede andere Einzelwissenschaft, auch im Bereich der Gesellschaftswissenschaften.

Wenn man aber einmal das Gebiet der Philosophie betreten hat, sollte man sich im Klaren sein, daß man ein Menschenbild zu entwerfen hat oder zu einem solchen stehen sollte; ein Menschenbild kann nicht aus dem ‚Verhalten‘ von Laserstrahlen abgeleitet werden. Alles andere ist unredlich und man würde den Eindruck erwecken, etwas verbergen zu wollen. Gerade die Systemtheorie will aber nichts über ein Menschenbild aussagen, sie beansprucht vielmehr, eine fächerübergreifende Theorie zu sein und muß dabei den Menschen ausblenden. In extremer Weise hatten wir bei Luhmann gesehen, daß in seiner Systemtheorie der individuelle Mensch ganz bewußt ausgeschlossen wird. In formaler Hinsicht ist das sogar konsequent, Luhmann nimmt nur Strukturen wahr, beschreibt sie und ihre Wechselwirkungen bzw. die Wechselbeziehungen, vermittelt durch Kommunikation bzw. Kommunikationseinheiten und benötigt dazu keine Träger der Kommunikation, also Menschen. Das Wort „beobachten“ bekommt bei ihm einen ganz merkwürdigen Sinn: Strukturen treten mit sich selbst in Kommunikation, was zwar ein abstrakter Unsinn ist, aber Luhmann hat offenbar immer noch Anhänger. Was er sich in Wirklichkeit dabei gedacht hat, werden wir nicht mehr erfahren. Die Frage ist, wie in seinem System Information definiert werden würde? Entsteht semantische Information von selbst und informiert die Information sich selber? → bei Luhmann nachsehen, ob der Ausdruck Information bei ihm überhaupt vorkommt und wenn ja, was er bei ihm bedeutet.

Auch wäre grundsätzlich zu prüfen, welcher informationstheoretische Begriff überhaupt einen Sinn machen würde (nur der semantische?) und dazu berechtigen würde, die Informationstheorie an dieser Stelle als eigenständige Wissenschaft einzuführen bzw. anzuerkennen.

Zum Verhältnis Einzelwissenschaften – Philosophie ist weiterhin zu sagen, daß Informatik, Kybernetik etc. im Grunde auch keine fächerübergreifenden Wissenschaften sein können, da sie ein Teil der Mathematik sind. Allein die Mathematisierung von Einzelwissenschaften berechtigt nicht dazu, die Mathematik als die Mutter aller Einzelwissenschaften anzusehen; dies würde letztlich sogar der Mathematik selbst Gewalt antun und ihren Gegenstand verfehlen, mit dem sie sich beschäftigt. Viele Mathematiker sehen das allerdings so. Stellvertretend für das Verhältnis von Mathematik zu anderen Einzelwissenschaften sowie der Philosophie sei hier ein ausführlicheres Zitat von Peter Ruben zum Verhältnis von Mathematik zur Physik angefügt:

„Man kann mit diesen Bemerkungen über den abstrakten Übergang von der Physik zur Mathematik das Verhältnis beider zueinander wie folgt bestimmen: während die Physik die Real-Möglichkeiten der Natur erfaßt, bestimmt die Mathematik ihr Abstrakt-Mögliches; während in der Physik die Vergleichsarbeit stets auf dem Boden der praktischen Naturbeziehung steht und damit das Wirken gegen sie einschließt, ist diese Arbeit in der Mathematik rein theoretisch und schließt damit das Wirken gegen die Natur von vornherein

Selbstorganisationstheorie, in: W. Krohn und G. Küppers (Hrsg.) Emergenz: Die Entstehung von Ordnung, Organisation und Bedeutung, Suhrkamp: Frankfurt am Main 1992, S. 134-160; G. Schiepek und W. Tschacher (Hrsg.) Synergetik in Psychologie und Psychiatrie, Vieweg: Braunschweig 1997, S. 250-268; P. Kruse, Das dynamische Gehirn. Wie entsteht Ordnung und Stabilität im Erleben und Verhalten? In: W. Doering, G. Dose und M. Stadelmann (Hrsg.) Sinn und Sinne im Dialog, Borgmann: Dortmund 1996, S. 183-204; H. Haken, Principles of Brain Functioning. A Synergetic Approach to Brain Activity, Behavior, and Cognition, Springer: Berlin 1996.

aus; während daher die Physik die Philosophie als ihre positive Voraussetzung und Folge erfaßt, erkennt die Mathematik in der Philosophie ihren wesentlichen dialektischen Gegensatz; während die Physik die konkrete Einheit von Mathematik und Philosophie historisch bestimmt praktiziert, schließt die Mathematik in ihrer immanenten Entwicklung die Philosophie von sich aus (geschichtlich realisiert im Verhältnis von Gauß und Hegel zueinander). Das Verhältnis, das Physik, Mathematik und Philosophie gegeneinander bilden, hat in der Wirklichkeit, d. h. im Prozeß der Erzeugung von Naturerkenntnis, nichts mit irgendeiner Art von Hierarchie gemein. Diese Disziplinen sind verschiedene Momente ein und desselben geschichtlichen Vorgangs, worin bald die eine, bald die andere Disziplin – je nach den gegebenen Umständen – dominiert. Sie lassen sich nicht logisch aufeinander reduzieren, sondern stellen die verschiedenen Individuen dar, deren Verschiedenheit die Bedingung für ihre soziale Gemeinschaft als Gestaltung der Wissenschaft ist.

Die physikalischen Größengleichungen sind – mathematisch gesehen – eindeutige Abbildungen. Indem wir von ihnen zur Mathematik übergehen, gewinnen wir die Freiheit, mit der Darstellung verschiedenster Funktionen einen ganzen Vorrat an möglichen Naturgesetzen zu schaffen. Auch dieser Übergang ist mit der schon beschriebenen Problematik verbunden. Was physikalisch wesentlich ist, nämlich die experimentelle Bewertung der Größenarten und die Registrierung der Naturreaktionen, ist mathematisch gerade unwesentlich. Die Abbildung im Sinne der Mathematik ist eine Menge von geordneten Paaren; sie hat hier nichts mehr mit irgendeinem Vorgang, mit einer Tätigkeit zu tun; sie *wird* nicht, sie *ist*! Es hat sehr langer Zeit bedurft, ehe die Abstraktion von der Physik im Funktionsbegriff (Funktionen sind eindeutige Abbildungen!) der Mathematik vollständig gelungen war. Das klassische bürgerliche Naturbild ist stark durch die nicht vollzogene Abstraktion theoretisch geprägt. Man denke nur an solche Ausdrücke wie ‚veränderliche Größe‘, ‚Abhängigkeit von einer veränderlichen Größe‘ usw., so hat man die hypostasierte Abstraktion vor Augen, nach welcher eine Größe in ihrer Veränderlichkeit von einer anderen ‚abhängen‘ soll. Man sieht aber zugleich, wie die ‚verständige Abstraktion‘ in ihrer *eigenen* Entwicklung die *Bedingungen* schafft, daß jene Hypostasierung tatsächlich durchschaut werden kann, was die unmittelbare Funktion des philosophischen Denkens ist.“⁵⁶²

Was schließlich die Rechtswissenschaften angeht, so haben wir gezeigt, daß das gesamte Rechtssystem davon abhängt, wie etwas und was als Handlung definiert wird, und zwar als Handlung konkreter Menschen in ihrer Wechselwirkung mit anderen (soziales Umfeld) und mit der Natur (sachliches/dingliches Umfeld).⁵⁶³ Womit wir zugleich allerdings im nächsten Dilemma stecken bleiben: wenn der individuell-konkrete Mensch nicht das handelnde Subjekt ist, wie sollen dann Fragen nach der Verantwortung, Fragen der Schuld etc. beurteilt werden? Kann man, ohne die dialektische Wechselwirkung zwischen individuellem und gesellschaftlichem Handeln zu berücksichtigen, überhaupt Recht sprechen, im Sinne von Gerechtigkeit walten lassen? Welche Rolle spielt es, wenn Zufälle die Ursache von Unglücken darstellen? Wer soll dann verurteilt werden? Wenigstens für diesen Fall macht die Rechtsprechung eine klare Aussage.

Wenden wir das Kausalitätsprinzip streng auch auf die Gesellschaftswissenschaften an, so müssen wir auch hier postulieren, daß Kausalität – mithin auch Verantwortung – nur und wirklich nur zwischen zwei unmittelbar zeitlich und räumlich miteinander verknüpften Handlungen (nicht Ereignissen!), die einander bedingen, gelten kann. Nach und vor jedem solchen Ursache – Wirkungs – Szenario entstand und entsteht eine neue Situation, in der die jeweilige Ursache auch Zufall sein kann, auf jeden Fall aber neu bewertet werden muß. Reaktionen und Prozesse, die mehr als einen Schritt auseinanderliegen, können nicht im Sinne des Kausalitätsprinzips miteinander verknüpft werden. Sie müssen separat beurteilt werden.

Nun kann es ja sein, daß wir folgendes aus der Theorie des menschlichen Handeln – nach Leontjew jedenfalls – herleiten könnten, daß bei „unrechtmäßigem“, sprich: kriminellen Handeln gerade das *nicht* zutrifft, was für menschliches, soziales Handeln allgemein gilt,

⁵⁶² Peter Ruben, Problem und Begriff der Naturdialektik, in Ulrich Hedtke und Camilla Warnke (Hrsg.) Peter Ruben, Philosophische Schriften, Berlin 2006 (1969), S. 37f.; auch in Ruben, Dialektik und Arbeit, S. (siehe Anm. 121).

⁵⁶³ Auf die historische Bedingtheit aller Rechtssysteme gehen wir an dieser Stelle gar nicht erst ein, denn das würde den Rahmen dieser Arbeit vollends sprengen.

nämlich, daß Motiv und Objekt der Handlung auseinanderfallen. Bei kriminellen Handlungen fallen offenbar Motiv und Objekt der Handlung nicht auseinander, sondern bilden eine Einheit. Das geschieht jedoch auf Kosten der individuell erlebten und praktizierten Gesellschaftlichkeit (Ausnahme: organisiertes Verbrechen) und produziert mindestens neurotisch-krankhafte Persönlichkeitsstrukturen, u.U. massiver Art. Das kriminelle Handeln ist zwar noch immer *gesellschaftlich*, denn es wird unter Bedingungen der gesellschaftlichen Produktion von Gütern und Dienstleistungen unternommen; woher sollte sonst ein Krimineller seine Waffen bekommen? Hat er diese etwa selbst hergestellt? Das Auto, das ein Bankräuber zur Flucht benötigt, hat er meist auch nicht selbst hergestellt, geschweige denn den unverzichtbaren Treibstoff aus Rohöl in seiner Garage raffiniert. Und das Geld, das er stehlen will, hat schon gar nichts mit seiner Person zu tun. Dem geht eine lange Geschichte der Banken voraus und solange gibt es ja auch (erst) Bankräuber. Dialektik: objektiv soziale Handlung, anders nicht möglich, mit subjektiv asozialem Hintergrund; macht den illegal Handelnden obendrein einsam; am krassesten bei Mördern, Serienmördern, Psychopathen, Soziopathen. (→ Die Seele des Mörders, John Douglas). Nicht gelungen, soziale Regeln zu erlernen bei Quereinstieg in die objektiv vorgefundene Gesellschaftsstruktur beim Heranwachsen (Sève). Schwieriges Problem der Anpassung; wie weit? Und wie weit nicht mehr? Was ist mit der Persönlichkeit? Dialektik von gesellschaftlichen Erfordernissen und individuellen Bedürfnissen? Lösbar oder nicht lösbar? Darf nicht abstrakt diskutiert werden, sondern konkret, in der jeweiligen Gesellschaft unter den jeweiligen historischen Bedingungen!!! Bleibt ein ewiger Widerspruch. Wer sich da nicht zurechtfindet, bleibt immer ein Opfer der Politik, höherer Gewalten oder was auch immer. Wird sich niemals als aktiver Gestalter der Wirklichkeit begreifen, noch nicht mal seiner eigenen.

Interessant: Psychiater in der DDR, eine ganze Reihe von Krankheiten derart gesellschaftlich bedingt, dass in den verschiedenen Gesellschaftssystemen signifikante Unterschiede auftreten/auftraten. Daraus resultiert zwangsläufig ganz falsche Behandlung! Weil nämlich die Kausalität nicht gründlich genug erforscht wurde. Es wurden falsche Ursachen für psychische Erkrankungen angenommen. Dies trifft insbesondere für Krankheitsbilder wie Schizophrenie und manisch-depressive Störungen zu, wie der Berliner Psychiater und Anthropologe Prof. Dr. *Peter Hagemann* (*1920) herausgefunden hat: „Es gibt eine tiefe Kluft zwischen Auffassungen, die sich auf biologische, und solche, die sich auf soziale Ursachen beziehen... Die biologische Lehrmeinung setzt auf Stoffwechselstörungen und Erbllichkeit, die soziale auf deren gesellschaftliche Bedingtheit. Mein Vorschlag für die Überwindung der Kluft wäre, daß die soziokulturellen Faktoren in der Menschheitsentstehung die Hauptrolle spielten... Könnte man den aufrechten Gang noch vorwiegend als biologische Errungenschaft am Skelettsystem bezeichnen, so ist alles Nachfolgende als vorwiegend soziokulturelles Gut zu erkennen: Sprache, Feuernutzung, Bekleidung, Überwindung des jährlichen Sexualrhythmus (Brunst), Arbeitsteilung und vieles mehr. ... Der Mensch ist die soziokulturelle Art. Der Austragungsort dieser Veränderungen ist das Gehirn.“⁵⁶⁴ Und zu „Geisteskrankheiten“ führt Hagemann aus:

„Die Schizophrenien sind im Kern Insuffizienzen, Deregulierungen der soziokulturellen Anlagen des Menschen.... Die besonders lange Entwicklungsperiode des Menschen in Kindheit und Jugend ist vom Aufbau der psychosozialen Kompetenz erfüllt. Man kann das auch Aufbau der gesellschaftlichen Verantwortung nennen oder Entwicklung der Liebesfähigkeit. Das Verdörren der Zuwendungsenergie ist eines der zentralen Symptome der Schizophrenie. Der Kern des Sozialen, der zwischenmenschliche Bezug stirbt ab... Schließlich leidet auch das Denkvermögen und die Wahrnehmung. Typisch ist das Stimmenhören. Die Kranken hören nicht Stimmen schlechthin, sondern Gesprochenes, also Inhaltliches. Mithin ist Sprache am Werk, Menschliches, nicht einfach ein biologisches Agens wie Stimme. Die Schizophrenie ist eine der typischen – und in der Rangordnung höchsten – genetischen Insuffizienzen aus dem Tier-Mensch-Übergang bei der Ausbildung der soziokulturellen Art. Deutlicher, aber noch komplizierter als die manisch-depressiven Krankheiten bieten die Schizophrenien ein Panorama der vom Menschen bei seiner Herauslösung aus dem Tierreich entwickelten

⁵⁶⁴ Peter Hagemann, Was hat der Fellverlust des Menschen mit Schizophrenie zu tun?, Gespräch in FREITAG Nr. 48 vom 30.11.2007. Siehe auch P. Hagemann, Betrachtungen zur Menschwerdung. Biologie, Soziokultur und Geisteskrankheit, hrsg. vom Verein für Psychiatrie und Gesellschaft e.V., Berlin 1999.

Fähigkeiten – und zwar an Hand ihres Ausfallbildes. Unsere Ausstattung an soziokulturellen Grundspielregeln ist durchaus noch nicht ausreichend erforscht.“⁵⁶⁵

Kausalität in der Rechtswissenschaft: „Theorie der adäquaten Verursachung“ (S. 16 f.) Anm. 47 und die „Lehre vom zureichenden Grund“

Luhmann, Funktion und Kausalität, in: Soziologische Aufklärung Köln/Opladen 1970, S. 15

In:

h:/Philosophie\Publikationen

Krysmanski, Kooperation und Konflikt zwischen den Gesellschaftssystemen,

_klauninger_cyberspace.pdf

BMBF_Studie_Teil_2_wissensmanagement.pdf (Selbstähnlichkeit etc.)

pkl_systemtheorie.pdf (polykontexturale Systemtheorie)

berlin_informationsbegriff.pdf

⁵⁶⁵ Hagemann, Gespräch.

3.3 Beispiele aus dem täglichen Leben

Es gibt auch Beispiele objektiven Zufalls im täglichen Leben. Nehmen wir an, ein Mensch geht jeden Morgen auf dem Weg zur Arbeit an einem Haus vorbei, dessen Dach etwas baufällig ist. Man kann nun zwei Prozesse auseinanderhalten, die anfänglich beide nichts miteinander zu tun haben. Der eine Prozeß ist der Mensch, der jeden Morgen diesen Weg nimmt, der andere Prozeß ist der der langsamen Verwitterung des Daches. Verschiedene Szenarien sind denkbar, die alle realistisch sind:

- Der Mensch kommt an einem bestimmten Tag gerade **in dem Moment** an dem Haus vorbei, als der Verwitterungsprozeß des Daches so weit fortgeschritten ist, daß ein bestimmter Dachziegel, welcher, weiß man nicht, sich von seinem Grund löst und herunterfällt, und zwar so, daß er auf den Kopf dieses Menschen fällt.⁵⁶⁶
- Der Mensch kommt an einem bestimmten Tag gerade **kurz vor dem Moment** an dem Haus vorbei, von dem der Dachziegel aus demselben Grund (Verwitterungsprozeß) herunterfällt; der Mensch sieht dies, bleibt stehen und der Dachziegel fällt vor seine Füße. Möglicherweise kümmert er sich anschließend sogar noch darum, daß die Unfallstelle geschützt wird, damit nicht weitere Menschen von weiteren Dachziegeln getroffen werden.
- Der Mensch kommt an einem bestimmten Tag gerade **kurz nach dem Moment** an dem Haus vorbei, von dem der Dachziegel wieder aus demselben Grund herunterfällt; der Mensch dreht sich um und denkt nur: „Glück gehabt“. Wieder kann er sich darum kümmern, daß die potentielle Unfallstelle gesichert wird; das hängt allein von seinem Charakter ab.

Eine große Anzahl weiterer Szenarien ist denkbar, die alle mehr oder weniger wahrscheinlich sind. Was ist hier, in diesen Szenarien, nun zufällig und was ist nicht-zufällig/notwendig? Erstens laufen hier - mindestens - zwei Prozesse ab, die miteinander überhaupt nichts zu tun haben. Der Mensch weiß nicht, daß das Dach des Hauses baufällig ist und er kann den Verwitterungsprozeß auch nicht - jedenfalls nicht durch bloßes Denken - beeinflussen. Der Verwitterungsprozeß selbst ist wiederum unabhängig von dem Prozeß des Menschen, der seinen Weg geht. Er schreitet aus anderen Gründen unabhängig davon fort und erreicht irgendwann den Punkt, an dem der Dachziegel sich löst und aufgrund der Gravitation auf die Straße fällt. (Übrigens weiß auch niemand, welcher der zahlreichen Dachziegel, die in erster Näherung ja alle von dem Verwitterungs- oder Alterungsprozeß betroffen sind, sich als erster löst; aber daß sich irgendwann einer löst, kann als sicher angenommen und mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung sogar vorausberechnet werden. Die entsprechende Mathematik dazu wird u.a. auf dem Gebiet der Unfallversicherung angewendet).

Weitere Schlußfolgerungen: Es ist dies ein Beispiel für die Überkreuzung zweier unabhängig voneinander ablaufenden Kausalketten, in denen selbst zahllose zufällige, aber auch notwendige Reaktionsfolgen auftreten (so kann der Mensch sich z.B. genau an dem Tag, an dem der Dachziegel herunterfallen wird, geringfügig verspäten und so dem Unfall entgehen etc.). Wegen all dieser Einflüsse, die zu unendlich tendieren, ist der Unfall prinzipiell nicht vorherzusehen; nicht nur der Kreuzungspunkt der zwei Kausalketten ist unvorhersehbar, noch nicht einmal die intensionalen Verläufe der beiden Kausalketten sind vorhersehbar. Der Kreuzungspunkt ist ein echter, objektiver Zufall, d.h. nicht zu hinterfragen, weder kann der Dachziegel das Verhalten des Menschen beeinflussen noch kann der Mensch den Verwitterungsprozeß des Daches beeinflussen, von dem er ja auch nichts weiß. Die Ursache des Unfalls ist ein reiner Zufall. (Abb. 29) Bei der graphischen Darstellung ist zu beachten, daß sie nicht in einer Ebene, also zweidimensional, sondern im Raum, also dreidimensional abläuft, was die Sache

⁵⁶⁶ Spinoza führt ein Beispiel auf, das von dem Physiker Timerding zitiert wird, nach dem ein Mensch von einem herabfallenden Stein getötet wird (H.E. Timerding, Die Analyse des Zufalls, Braunschweig 1915, S. 7); wir haben hier eine etwas mildere Form des Unglücks gewählt.

kompliziert bzw. die Wahrscheinlichkeit eines Kreuzungspunktes andererseits sehr viel geringer macht.⁵⁶⁷

In der uns zugänglichen Realität kommen meist mehr als zwei Kausalketten vor, die sich kreuzen können (oder auch nicht; sie können auch weiter nebeneinander her laufen, ohne sich zu berühren, aber dann passiert auch nichts, es gibt keinen Kausalnexu).

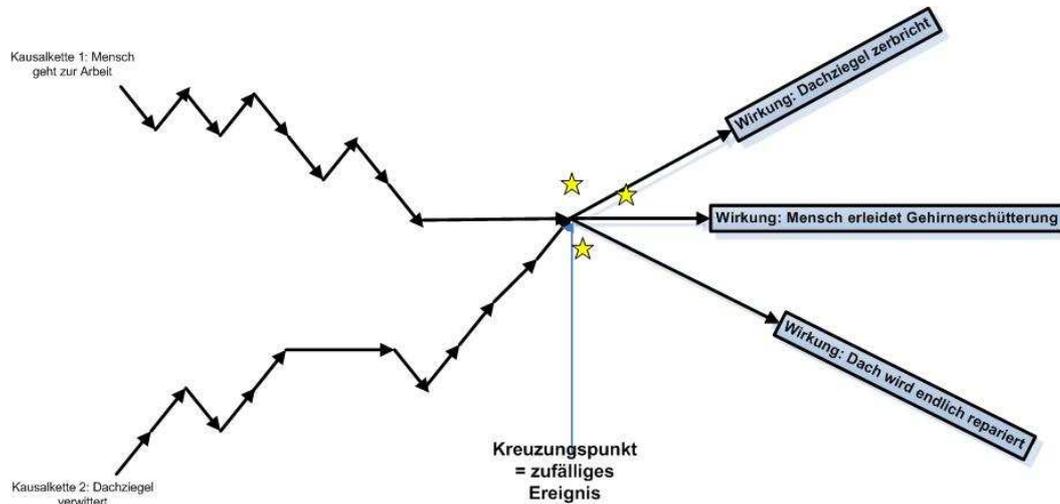


Abb. 29 Kreuzungspunkt zweier Kausalketten: Ein Mensch geht täglich zur Arbeit (Kausalkette 1); ein Dachziegel auf einem Haus, an dem der Mensch täglich vorbeigeht, verwittert langsam vor sich hin (Kausalkette 2). An einem nicht vorhersehbaren Tag zu einem nicht-vorhersehbaren Zeitpunkt fällt der Dachziegel gerade dann herunter, als der Mensch an dem Haus vorbeikommt, und fällt ihm auf den Kopf (Kreuzungspunkt). Aus diesem Unfall entstehen wieder weitere Wirkungen, so daß weitere Kausalketten resultieren, die zunächst nicht zufällig sind (Graphik mit Visio konstruiert).

Ein großartiges Beispiel von 12 in sich selbst wieder äußerst komplexen Kausalketten, im Prolog vom Autor als „Umstände“ bezeichnet, hat Leon de Winter in seinem Roman *Malibu* beschrieben. Diese Umstände bzw. Verläufe der Kausalketten kulminieren darin, daß ein Motorradfahrer mit seiner Sozia auf einer Ölspur ausrutscht und die Beifahrerin zu Tode kommt, da sie nach dem Sturz unter einen ihnen in diesem Moment entgegenkommenden Lastwagen gerät.⁵⁶⁸ Die 12 Handlungsstränge bzw. „Umstände“, die die Kausalketten bilden, sind folgende:

1. Die Wegenersche Kontinentaldrift als allgemeinste Voraussetzung
2. Das Northridge-Erdbeben entlang der Santa-Monica-Mountains-Thurst-Verwerfung am 17. Januar 1994 im Nordwesten von Los Angeles als Vorgeschichte
3. Die Geschichte eines Truck-Herstellers, bei dem man Trucks mieten kann (U-Haul)
4. Die Beschädigung der Ölwannendichtung eines Trucks von U-Haul durch das erwähnte Erdbeben
5. Die Vorgeschichte eines Bäckers aus Lille in Frankreich, der in einem der Yachthäfen von Marina del Rey eine Filiale betreibt
6. Die Vorgeschichte eines Paares, dem Leiter einer Bankfiliale in Marina del Rey, der regelmäßig die Pharmacy del Rey aufsuchen muß, da seine Frau eine Gehirnblutung erlitten hatte
7. Die Umstände der Parkmöglichkeiten für Lieferanten für die Bäckerei und die Apotheke

⁵⁶⁷ Wie der Autor erst nachträglich entdeckte, hatte Robert Havemann das gleiche Beispiel zur Demonstration von Zufall und Notwendigkeit verwendet, z.T. noch detaillierter (siehe ders., *Dialektik ohne Dogma? Naturwissenschaft und Weltanschauung*, rororo aktuell: Reinbek 1964, 7. Vorlesung 29.11.1963, S. 84-94, hier: S. 85f.).

⁵⁶⁸ Leon de Winter, *Malibu*, Zürich 2003 (Diogenes Verlag); Prolog: *Die Verkettung der Umstände am 22. Dezember 2000*, S. 7-28

8. Eine Geburtstagsfeier in Malibu, aus deren Anlaß in der Bäckerei umfangreiche Bestellungen eingehen
9. Die Vorgeschichte des Vaters der Beifahrerin
10. Die Vorgeschichte der Beifahrerin
11. Die Vorgeschichte des Motorradfahrers
12. Die Vorgeschichte des Lastwagens und das Auftauchen des entgegenkommenden PKW mit seiner Fahrerin, die später letztendlich die Beifahrerin des Motorrads überfährt.

Weitere Handlungsstränge des Romans ergeben sich als Wirkungen bzw. Folgen des Unfalls:

1. Der Vater der Beifahrerin gibt das Herz seiner Tochter zur Transplantation frei
2. Der Vater versinkt in tiefer Depression
3. Der Motorradfahrer entwickelt einen derartigen Schuldkomplex, daß er sein ganzes Leben von nun an in den Dienst des Vaters stellen will
4. Der Vater wird vom israelischen Geheimdienst angeworben
5. Die Fahrerin des PKW wird lange Zeit nicht mehr arbeiten können und weitere ...

Im folgenden sei die „Verkettung der Umstände“ in den Worten des Motorradfahrers hier wiedergegeben, weil diese Geschichte so paradigmatisch für unser zu erörterndes Problem ist:

„Ich war Besitzer von God’s Gym, einem Fitneßcenter an der Main Street in Venice, und habe ein Jahr lang mit Mirjam gearbeitet. Zweimal die Woche kam Miriam in hautenger Sporthose und Hemd, um ihren Körper zu vervollkommen.

Am zweiundzwanzigsten Dezember des Jahres 2000 genau elf vor halb eins mittags bin ich auf meine Harley Davidson gestiegen, um nach Malibu zu fahren, wo ich einem Schauspieler, der eine Filmrolle als Bodybuilder angenommen hatte, Privattraining geben mußte.

An diesem Tag wollte Mirjam zur Feier ihres Geburtstags mit ihren Freundinnen im Paradise Cove Beach Café essen gehen. Mit ihr auf dem Soziussitz fuhr ich um zehn vor halb eins nach Malibu ab.

Am selben Tag war Frank Miller in Eile. In der neben der Bäckerei Progress gelegenen Apotheke wartete er auf Medikamente für seine Frau – ein nervöser alter Mann, der sich um seine schwerkranke Ehefrau sorgte.

Hätte Frank seinen Wagen auf dem Parkplatz hinter der Apotheke oder einfach an einer Parkuhr entlang der Straße geparkt, dann hätte der F-350 von Bäckerei Progress, der auf dem Parkplatz hinter der Bäckerei beladen worden war und zur Party von Jeremy Swindon aufbrach, die Ausfahrt benutzen können.

Aber Frank wollte schnell wieder nach Hause. Die Parkplätze an der Straße waren allesamt besetzt, und seinen Wagen auf dem stillen Parkplatz hinter der Apotheke einem Diebstahl oder Einbruch auszusetzen kam für ihn nicht in Frage, also parkte er seinen Wagen um drei Minuten vor zwölf direkt vor der Ausfahrt des Parkplatzes zwischen Apotheke und Bäckerei.

Die benutzte ja ohnehin niemand, und er würde nur eine Minute brauchen, nahm er an, Juan Armillo, der Fahrer des eben beladenen Progress-Trucks, war spät dran und hupte ungeduldig, ohne daß irgendwer darauf reagierte. Nach fünfeinhalb Minuten, um zwei Minuten nach zwölf, beschloß Armillo daher, über den Gehweg und die hohe Bordsteinkante hinweg auf die Straße hinauszufahren. Er spürte den Schlag, als er mit der Unterseite des Trucks gegen die Bordsteinkante stieß, fuhr aber weiter. Er hatte warmes Brot und frische Backwaren im Laderaum. Kunden warteten.

Die Unterseite des Motorblocks war vor sechs Jahren beim Northridge-Erdbeben – verursacht durch vor aberhundert Millionen Jahren in Bewegung geratene Erdkrustenplatten – in der Struktur beschädigt worden. Durch Armillos Manöver schrammte der Motorblock nun über den Beton der Bordsteinkante, und die empfindliche Ölwanne bekam einen weiteren Sprung. Einkerbungen in der Bordsteinkante sind die stummen Zeugen des Vorfalls.

Während der Fahrt von Marina del Rey nach Malibu trat immer mehr Öl aus.

Um acht Minuten nach halb eins verloren die Räder meiner Harley in einer Kurve des Pacific Coast Highway – auf der vom Lieferwagen der Bäckerei Progress hinterlassenen Ölspur – die Haftung auf dem Asphalt, und wir stürzten mit dem Motorrad.

Mirjam schlitterte auf der glatten Straßendecke unter einen entgegenkommenden Ford Explorer, der von Elaine Jacobs gelenkt wurde. Binnen acht Minuten war ein Rettungswagen

zur Stelle, und die Sanitäter stellten fest, daß Mirjam sich schwere Verletzungen zugezogen hatte.

Es dauerte noch einmal elf Minuten, bis ein Rettungshubschrauber sicher auf einem offenen Straßenabschnitt landen konnte und Mirjam eingeladen und ins Cedars-Sinai geflogen hatte. Ich hatte nicht die kleinste Schramme.

Am frühen Morgen ist Ihre Tochter gestorben.“⁵⁶⁹

Ein anderes Beispiel ist der auch im Ausland erfolgreiche Kinofilm Tom Tykwers „Lola rennt“ aus dem Jahr 1998. Es werden drei Handlungsverläufe erzählt:

Die Geschichte spielt in Berlin. Manni, Lolas Freund, der als Geldkurier für einen Drogendealer arbeitet, läßt eine Plastiktüte mit 100.000 DM in der U-Bahn liegen. Nun hat er noch 20 Minuten Zeit, bis sein Auftraggeber kommt, um das Geld abzuholen. Lola hat 20 Minuten, ihrem Freund aus der Patsche zu helfen. Gebannt von dem atemberaubenden Tempo verfolgt der Zuschauer, wie Lola versucht, das Geld zu beschaffen. Sie hetzt durch die Straßen zur Bank, deren Direktor ihr Vater ist, um ihn um Geld zu bitten. Der aber lehnt ab und deshalb überfallen Manni und Lola einen Supermarkt; auf der Flucht wird Lola von einem Polizisten versehentlich erschossen.

Während sie stirbt, fängt der Film von vorne an: Er springt zum Ende ihres Telefonats mit Manni zurück, und sie versucht wieder, das Geld von ihrem Vater zu bekommen. Ein Detail ist allerdings anders und führt zu einem völlig anderen Handlungsverlauf, der damit endet, daß sie mit Waffengewalt die Bank ihres Vaters beraubt. Sie bringt Manni das Geld; er wird jedoch von einem Rettungswagen überfahren, als er die Straße überquert.

Der Film beginnt zum dritten Mal. Lola kommt zur Bank, sieht ihren Vater jedoch gerade wegfahren. Sie läuft durch die Stadt und bittet Gott um Hilfe. In einem Spielcasino setzt sie ihre letzten 100 DM beim Roulette zweimal hintereinander auf die 20, gewinnt und läuft zu Manni. Der hat unterdessen sein Geld von dem Obdachlosen zurückbekommen, der es aus der U-Bahn mitgenommen hat. Die Situation ist gerettet. Der Film endet damit, daß Manni Lola fragt, ob sie gerannt sei und was sie in ihrer Tasche habe.

Den ganzen Film über stößt Lola mit Leuten zusammen, spricht kurz mit ihnen oder läuft einfach an ihnen vorbei, aber deren Leben ändert sich daraufhin grundsätzlich, was in einer Abfolge von Schnappschüssen kurz gezeigt wird (In einem Szenario gewinnt eine Frau im Lotto und wird reich, in einem anderen Szenario bleibt sie arm, und Sozialarbeiter nehmen ihr das eigene Kind weg).⁵⁷⁰

Weitere Beispiele für derartige ‚Trilogien‘, die sich z.T. auf „Lola rennt“ beziehen, werden im Internet-Lexikon „Wikipedia“ aufgeführt:⁵⁷¹

- Die Simpsons-Episode „Trilogy of Error“ (deutsch: "Trilogie derselben Geschichte") ist eine Hommage an den Film. In dieser Folge gibt es drei Handlungsstränge, die jeweils miteinander verstrickt sind. Jeder Handlungsstrang erzählt die Geschichte eines Tages aus der Sicht von Homer, Bart und Lisa, jedoch ist die Geschichte die gleiche.
- Die Episode *Run, Gary, Run* aus der amerikanischen Fernsehserie „Allein gegen die Zukunft“ hat wieder eine ähnliche Handlung.

⁵⁶⁹ de Winter, Malibu, S. 26-28

⁵⁷⁰ Nach Wikipedia (http://de.wikipedia.org/wiki/Lola_rennt). „Lola rennt“ wurde 1999 mit dem Deutschen Filmpreis ausgezeichnet. Mit seinen drei Abwandlungen ein und derselben Geschichte variiert der Film die Grundidee des 1981 von Krzysztof Kieślowski gedrehten und wegen der polnischen Zensur erst 1987 gezeigten Films „Der Zufall möglicherweise“ (*engl.* „Blind Chance“, *poln.* „Przypadek“), wobei die Version von Kieślowski mit ihren 120 Minuten Spiellänge dem Zuschauer weitaus mehr philosophische Auseinandersetzung mit dem Thema Zufall und Schicksal bietet. Tom Tykwer benutzte als bekannter Verehrer von Kieślowski die narrative Grundstruktur des Films als Vorlage.

Das Drehbuch folgt einer wendelförmigen Struktur, d.h. einer dreidimensionalen Spirale. Das Bild einer Wendel (zum Beispiel in einem Treppenhaus) taucht mehrmals im Film auf. Im Casino hängt das Portrait einer Frau mit einer wendelförmigen Frisur an der Wand – eine Hommage an eine Szene aus Hitchcocks Film „Vertigo – Aus dem Reich der Toten“ (1958 verfilmter Roman der französischen Krimiautoren Pierre Boileau und Thomas Narcejac).

⁵⁷¹ *Ibd.*

- In der Episode *Run Johnny Run* der Cartoon-Serie von Johnny Bravo werden ebenfalls drei Zeitstränge verwendet und Bilder der möglichen Zukunft von Menschen gezeigt.

Ein letztes Beispiel aus dem „täglichen Leben“, besser aus der künstlerisch-kreativen Welt, soll dieses Kapitel abschließen. Sehr schön und unfreiwillig dialektisch hat der weltbekannte Jazz-Pianist *David Warren Brubeck (1920-2012)* schon vor längerer Zeit, Anfang der 1960er Jahre, die Art des Zusammenspiels in der Jazzmusik beschrieben. Man muß dem vorausschicken, weil nicht allgemein bekannt, daß Jazz-Musik sich dadurch ganz wesentlich auszeichnet, daß im Rahmen von vorgegebenen Harmonien einer Liedkomposition improvisiert wird. Mit anderen Worten, es wird vom jeweiligen Musiker, spontan oder vorher abgesprochen, mit seinem „Solo“, „Chorus“ oder wie immer die Musiker es nennen, im Augenblick des Spielens, sozusagen aus der Intuition und Inspiration heraus, komponiert. Das, was dieser Musiker dann gerade spielt, unterliegt in hohem Maße zufälligen Einfällen, die sehr stark auch emotional, von seiner jeweiligen, augenblicklichen Verfassung bedingt und damit an den Augenblick gebunden sind. Der Jazzmusiker spielt sich etwas von seiner Seele herunter, könnte man sagen. Improvisierte Musik ist daher auch nicht wiederholbar, jedenfalls nicht exakt; sie ist vollkommen irreproduzierbar. Das notierte Stück wird jedesmal anders gespielt, ganz andere Improvisationen entstehen, nicht Interpretationen oder Variationen wie in der sogenannten klassischen Musik.

Lange Rede, kurzer Sinn: was hat Dave Brubeck geschrieben?

„Was ist Jazz? Wenn der Solist nicht seine völlige Freiheit hat, hört es auf, Jazz zu sein. Der Jazz ist so ziemlich die einzige heute existierende Kunstform, in der es die Freiheit des Individuums gibt, ohne daß dabei das Gemeinschaftsgefühl verlorengeht.

Wenn wir zwei Arrangements spielen, versuchen wir, in der Mitte zwischen den festgelegten Partien zu unserer Freiheit zu kommen. Wir fangen mit einem arrangierten Chorus an, und dann herrscht völlige Freiheit; der Soloist kann so lange spielen, wie er Lust hat, und dann schließt das Ganze wieder mit einem arrangierten Teil. Und wenn wir gut spielen, sind im allgemeinen die äußeren Partien lächerlich, weil die inneren Partien ein Niveau erreicht haben, auf dem wahrhaft improvisiert wird.

Die Musik, die man dann macht, steht über allem, was man gewöhnlich in der Jazzsprache niederschreiben kann. Und das ist es, was am Jazz so erstaunlich ist. Wenn man etwas hört, was wirklich inspiriert ist, teilt es sich dem Publikum mit, teilt es sich allen Musikern mit, und zwar stärker als alles, was man niederschreiben könnte.

Und all den krampfhaften Gags, die sich die Schlagerindustrie ausdenkt, fehlt die Substanz, die echte, ursprüngliche Inspiration. Gewöhnlich klingt es am besten, wenn man es zum erstenmal macht. Wenn es spontan kommt, wird es immer rau und eckig, nie sauber und poliert sein, aber es wird den Geist des Jazz atmen.

Das wichtigste am gegenwärtigen Jazz ist, daß er innerhalb der Gruppe das Gefühl der Zusammengehörigkeit aufrechterhält...

Mit anderen Worten: Wenn wir gut spielen, halte ich das Publikum für einen genau so guten und wichtigen Faktor wie die Jungens auf dem Podium. Ein sturer Heini in der ersten Reihe kann den ganzen Abend verderben. Es ist zu ärgerlich, daß die Leute zum Jazz nicht mehr tanzen. Dann hätten wir das Gemeinschaftsgefühl in höchster Vollendung.

...Wir haben ein paar Experimente in einer von der Armee eingerichteten Irrenanstalt gemacht. Die Geisteskranken in ihren Zellen waren das beste Publikum, das wir je gehabt haben. Wir spielten so gut wie nie zuvor. Diese Leute waren vollkommen zerrüttet, hatten sich jahrelang nicht bewegt, aber als wir spielten, fingen sie an, mit dem Fuß den Takt zu schlagen.

Einer, der jahrelang nicht gesprochen hatte, fing an zu singen. Wir erreichten in anderthalb Stunden mehr, als die Ärzte je erreicht hatten.

Bei diesem Experiment stellte sich außerdem heraus, daß auf Platten aufgenommene Musik den Patienten überhaupt nichts bedeutete. Sie brauchten die menschliche Wärme und die persönliche Ausstrahlung der Musiker, die mit ihnen im selben Raume waren.

Es kommt also gar nicht immer allein auf die Musik an. Es kommt darauf an, daß menschliche Empfindungen zwischen Musikern und Publikum hin- und herströmen. Das findet man im Jazz, aber man findet es selten im Konzertsaal.⁵⁷²

Im sogenannten Free-Jazz ist man noch einen Schritt weitergegangen; es wird die ganze Musik, die gespielt wird, im Augenblick improvisiert, ohne ein vorgegebenes, verabredetes und in Noten fixiertes „Thema“. Allenfalls wird gelegentlich das Stück, das gespielt werden soll, unter den Musikern vorab in mündlicher Absprache im Ablauf strukturiert, aber nur qualitativ und in mehr oder weniger assoziativer Bildersprache. Dabei verzichtet man gänzlich auf das Gerüst der europäischen, Bachschen Harmonielehre, den Kontrapunkt, alle formalen Liedformen usw. Die dadurch manchmal im Spiel entstehenden Eruptionen gewisser Instrumentalisten sind charakteristisch, machen das Spiel sehr spannend, geraten aber auch häufig in Konflikt mit den Empfindungen der Zuhörer.⁵⁷³

⁵⁷² Nat Shapiro und Nat Hentoff, Jazz erzählt. Von New Orleans bis West Cost, dtv: München 1962, S. 266 f.

⁵⁷³ Eines der besten Bücher über die gesellschaftspolitische Rolle der Jazzmusik, seiner Musiker sowie der Entstehungsgeschichte dieser Kunstform hat der Gießener Musikwissenschaftler und Baritonsaxophonist *Ekkehard Jost* (*1938) geschrieben: Jazzmusiker. Materialien zur Soziologie der afro-amerikanischen Musik, Ullstein: Frankfurt am Main–Berlin–Wien 1982.

4. Die Auflösung der begrifflichen Probleme durch eine dialektische Herangehensweise und Ansätze zur Entwicklung einer konsistenten Theorie

Wir haben gesehen, daß die Rolle des objektiven Zufalls nicht erst im Zusammenhang mit der Entwicklung der Quantentheorie durch Planck, Heisenberg, Schrödinger, Pauli etc. entdeckt wurde, jedoch war sie jetzt zwingend und kam gewissermaßen in dramatischer Form daher; nicht alle Physiker konnten sich damit anfreunden. Während der eine, z.B. Einstein, es nicht wahrhaben wollte, daß der Zufall alles steuert und krasser Indeterminismus herrscht (was ja auch gar nicht stimmt, aber er befürchtete es), meinten andere, wie Planck, unbedingt am Determinismus festhalten zu müssen.⁵⁷⁴

Die Einführung des objektiven Zufalls in der Quantentheorie hat dazu geführt, daß der mechanische Determinismus ins Wanken geraten ist, nicht das Kausalitätsprinzip. Ja, im Grunde wurde das streng deterministische Weltbild grundlegend erschüttert.⁵⁷⁵ Wenn z.B. Heisenberg 1929 in einem Vortrag auf der Königsberger Tagung für Erkenntnislehre der exakten Wissenschaft eine Revision des Kausalbegriffes forderte, so hat er mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit den Determinismus gemeint, denn in den „Gesprächen im Umkreis der Atomphysik“ ist im Kapitel über Kausalität ständig die Rede von „Vorhersehbarkeit“.⁵⁷⁶ So sagt Heisenberg selbst an anderer Stelle, „... daß die Atomphysik sich von den Vorstellungen des Determinismus immer weiter entfernt hat.“⁵⁷⁷

Ein Prinzip aber läßt keine Vorhersagen zu, man kann es nicht anwenden, um die Zukunft vorauszusagen. Historisch ist es unklar, wann und wie die Transformation vom Laplaceschen hyperintelligenten Wesen, das bei Kenntnis aller jetzigen Bedingungen alle Prozesse in der Zukunft voraussagen kann, zum angeblichen *Kausalgesetz* zustande kam. Dieses Wesen wurde denn auch als der Laplacesche Dämon bezeichnet. Mit dem Kausalitätsprinzip hat das nur soviel zu tun, als die Bedingung für diese Voraussicht, eben die auf den jetzigen Zustand folgende deterministische Reihe von weiteren Ereignissen und Zuständen wiederum an das Postulat der direkten Verknüpfung aller dieser zukünftigen Prozesse gebunden ist. Jedoch handelt es sich bei Laplace um den Fall von mechanischem Determinismus und wir haben ja gesehen, daß dieser nicht mehr aufrechterhalten werden kann. Gelten lassen kann man nur einen Determinismus, der statistische Voraussagen trifft, der also nur noch Wahrscheinlichkeitsaussagen macht, eben einen *dialektischen* Determinismus, der Voraussagen über das gesetzmäßige Verhalten von Kollektiven zuläßt, nicht aber über die konkrete Bewegung ihrer einzelnen Elemente.

Schon Einstein und Infeld (1956) bemerkten, daß man mit der Betrachtung einzelner Teilchen nicht weiterkommt, daß die Gesetzmäßigkeit nur aus der Bewegung einer großen Zahl, einer Masse von Teilchen abgeleitet werden kann: „Der Quantenphysiker

⁵⁷⁴ An dieser Stelle soll das berühmte Einstein-Zitat aus seinem Briefwechsel mit Niels Bohr einmal korrekt und vollständig wiedergegeben werden: In einem Brief an Bohr schrieb Einstein im Dezember 1926, er lehne die Willkürlichkeit von Zufällen ab und meinte: „Die Quantenmechanik ist sehr Achtung gebietend. Aber eine innere Stimme sagt mir, daß das noch nicht der wahre Jakob ist. Die Theorie liefert viel, aber dem Geheimnis des Alten bringt sie uns kaum näher. **Jedenfalls bin ich überzeugt, daß der Alte nicht würfelt.**“ (http://de.wikiquote.org/wiki/Albert_Einstein; Hervorhebung vom Autor). Daraufhin schrieb Bohr zurück: „Einstein, schreiben Sie Gott nicht vor, was er zu tun hat.“ Außerdem soll Einstein gesagt haben: "Es scheint hart, dem Herrgott in die Karten zu gucken. Aber daß er würfelt und sich telepathischer Mittel bedient (wie es ihm von der gegenwärtigen Quantentheorie zugemutet wird), kann ich keinen Augenblick glauben." (http://www.einsteinjahr.de/page_2772.html)

⁵⁷⁵ „Die Quantenmechanik darf getrost als der Totengräber des deterministischen Weltbildes betrachtet werden...“ (Koch, Kausalität, Determinismus und Zufall, S. 180).

⁵⁷⁶ Heisenberg, Der Teil und das Ganze, insbesondere Kapitel 10. Quantenmechanik und Kantsche Philosophie, S. 141 ff.

⁵⁷⁷ W. Heisenberg, Das Naturbild der heutigen Physik, rowohlt's deutsche enzyklopädie: Reinbek 1961, S. 34 (Erstauflage 1955). Bezeichnenderweise ist das Kapitel überschrieben mit „Relativitätstheorie und die Auflösung des Determinismus“.

gibt sich nicht mit Gesetzen für einzelne Elementarteilchen ab und schreitet gleich zur Aufstellung der statistischen Gesetze, die für große Ansammlungen gelten.“⁵⁷⁸ Welches Teilchen zerfällt, ist jedoch zufällig und man kann hieraus wieder nur schließen, daß in Fällen eines solchen objektiv zufällig verlaufenden Prozesses der „Zufall“ selbst die Ursache ist. Man kann ihn aber nicht näher untersuchen und leider führt die Erkenntnis, daß in diesem Fall der Zufall die Ursache ist, auch nicht weiter.

Ebenso wie man diese Art Ereignis, das zufällig stattfindet, deswegen auch nicht vorhersehen kann, würde es auch keine weitere Erkenntnis bringen, hinterher nach einer weiteren Ursache zu forschen, weil sie irrelevant für weitere Vorhersagen wäre. Es wird niemals wieder genau dasselbe, zufällig zustande gekommene Ereignis eintreten. Der Prozeß für das einzelne Teilchen ist nicht reproduzierbar. Das Bestreben, auch den objektiven Zufall erklären zu wollen, seine Einmaligkeit in der Erscheinungsform und im zeitlichen Ablauf zu leugnen, führt nicht zuletzt daher auch zu einem logischen, unauflösbaren Widerspruch.

Natürlich darf man nicht vergessen, daß nicht alle Prozesse zufällig verlaufen; alles, was geschieht, ist immer eine Mischung aus vorhersehbaren und nicht vorhersehbaren Reaktionen, die Ereignisse hervorrufen oder Reaktionen zeitigen. Zweitens darf man nicht vergessen, daß die Gesetze der Quantentheorie eben für Quantenvorgänge gelten, nicht für makroskopische Effekte, geschweige denn das tägliche Leben. Dies ist ein anderer Gegenstand, der seine eigenen Theorien und Gesetze hat, die von den Gesellschaftswissenschaften entwickelt werden. Wir erinnern uns: Schrödingers Katze kann nicht mit einer Wellenfunktion seines Erfinders beschrieben werden noch ist sie diese Welle selbst.

Jedoch sind allemal Analogien erlaubt, ohne sich gleich in unrealistischen Gedankenexperimenten zu verlieren: wie die Dialektik von einzelnen Teilchen, deren Weg bzw. Bewegung nach Heisenberg unbestimmt und damit zufällig und nicht-reproduzierbar ist, deren Kollektive, Teilchenströme sich aber gesetzmäßig und damit in den bekannten Grenzen und mit der bekannten Unschärfe der Bestimmung vorhersehbar verhalten, verhalten sich möglicherweise auch die Einzelteilchen, die menschlichen Individuen, in einem sozialen System, auch von Zufällen heimgesucht, gewissermaßen individuell chaotisch, insgesamt aber doch aufgrund gesetzmäßigen Verhaltens bestimmbar, voraussehbar.⁵⁷⁹ Das sich bewegende Subjekt in einem sozialen System, philosophisch gesehen, ist nämlich gerade *nicht* der individuelle Mensch; z.B. ist das historisch handelnde Subjekt auf keinen Fall individuell, sondern kollektiv, und erst hieraus kann man Gesetze ableiten, indem man das Verhalten solcher Kollektive empirisch untersucht. Alles andere wäre unwissenschaftlich. Wiederum sind – begrenzte – Aussagen möglich, wobei wir wissen, wie schwierig beispielsweise ökonomische Voraussagen sind.

Die dialektisch-materialistische Philosophie spricht daher konsequenterweise von „dialektischem Determinismus“ und meint genau diese Tatsache. Der Unterschied zwischen Natur und Gesellschaft bleibt jedoch bestehen, es kann kein Gesetz und keine Theorie über das Verhalten von Elektronen geben, die man ebenso auch auf die Bewegung der Menschen anwenden kann, die vornehmlich *tätig* sind, nicht passiv wie die unbelebte Natur; die Existenzweise von Menschen in einem sozialen System ist menschliche Tätigkeit, man kann auch einfach sagen: Arbeit. Der Mensch ist nur Mensch

⁵⁷⁸ Albert Einstein und Leopold Infeld, Die Evolution der Physik. Von Newton bis zur Quantentheorie, Hamburg 1956, S. 186

⁵⁷⁹ Wir haben diese Idee bereits 1978 einmal formuliert, haben dies allerdings als Analogie der Prinzipien verstanden, nicht im Sinne eines physikalischen Reduktionismus, der die Quantentheorie auf die Welt der makroskopischen Systeme, geschweige denn der Gesellschaft übertragen möchte. Wir haben diesen Gedanken eher als „heuristische Hilfe“ zur Analyse von komplexen Systemen gesehen und dabei schon auf die Ansätze des französischen Psychologen und Philosophen Lucien Sève verwiesen (Christa Thoma-Herterich und Peter M. Kaiser, Biologie und Materialismus. Zum Verhältnis von naturwissenschaftlichem und dialektischem Materialismus, in Peter Plath/Hans-Jörg Sandkühler [Hrsg.] Theorie und Labor. Dialektik als Programm der Naturwissenschaft, Köln 1978, S. 76-109, hier: S. 109; Lucien Sève, Marxismus, insbesondere S. 162 ff.).

durch seine die Natur und die Gesellschaft umgestaltende Tätigkeit. Umgekehrt gilt aber auch:

„Die Gesetze der Gesellschaft existieren und erscheinen nur im und durch das Handeln der Menschen.“⁵⁸⁰

Dialektisch ausgedrückt, bedingen diese beiden Seiten sich, indem das menschliche Handeln sowohl *Voraussetzung* für die Bildung von sozialen Systemen und das Bewegen in ihnen als auch *Resultat* der sozialen Gesetze ist.⁵⁸¹ Andererseits ist der einzelne Mensch sogar relativ unabhängig von den sozialen Gesetzen, aber niemals absolut, er kann sich nicht vollständig davon lösen.

Es gibt jedoch einige, exakt definierbare Unterschiede zwischen individuellen Elementen in der Naturwissenschaft und in den Gesellschaftswissenschaften, wie in der nachfolgenden Gegenüberstellung dargestellt ist, und diese Unterschiede sind wesentlich:

CHARAKTERISTIKA (differentia specifica) in der/den	
Natur(wissenschaften) (Elementarteilchen, Atome, Moleküle)	Gesellschaft(swissenschaften) (Individuen)
ununterscheidbar	unterscheidbar
geschichtslos ⁵⁸²	geschichtlich
reproduzierbares ‚Verhalten‘	nicht-reproduzierbares Verhalten
Unsterblich	sterblich
„bewußtlose“ Bewegung	gezielte Bewegung
materielle WW	Handeln, Tätigkeit, Arbeit

Tab. 2 Gegenüberstellung der *differentia specifica* von „Teilchen“ der Natur (Elementarteilchen, Atome und Moleküle) und solchen der Gesellschaft (Menschen), einschließlich der Wissenschaften in beiden Sphären. WW = Wechselwirkung.

Man könnte das Ganze auch als lange Entwicklung von Objekten zu Subjekten bezeichnen, über Milliarden Jahre hinweg anhaltende Entwicklung bis zu den heutigen, komplexesten, lebenden Strukturen, nämlich denen des menschlichen Gehirns. Aber, wie wir gesehen haben, ist dieser individuelle Mensch eigentlich abstrakt, er ist letztendlich, vereinsam, doch wieder nicht das Subjekt der Gesellschaft, der Geschichte; dies sind im Gegenteil gesellschaftlich organisierte Gruppen, keine atomisierte, willenlose, vielleicht sogar bewußtlose Individuen, die sich wie Teilchen in einer Art Brownscher Molekularbewegung umeinander bewegen und nach Zusammenstößen die Richtung wechseln.

Genau dieser Meinung ist auch die Direktorin an der *London School of Economics*, Eve Mitleton-Kelly, wahrhaftig nicht der marxistischen Ideologie verdächtig:

„What must be *avoided* is the *mapping* of principles from the natural sciences onto social systems. Such an attempt would be inappropriate, as the subject matter of different disciplines is constituted in a different way and is based on different units of analysis (e.g. molecules, species, individual humans, societies, etc.). Mapping would also assume

⁵⁸⁰ Chotjakova, Soziale Gesetze, S. 33-40

⁵⁸¹ „Eben in der Bearbeitung der gegenständlichen Welt bewährt sich der Mensch daher erst wirklich als ein *Gattungswesen*. Diese Produktion ist sein werktätiges Gattungsleben. Durch sie erscheint die Natur als *sein* Werk und seine Wirklichkeit. Der Gegenstand der Arbeit ist daher die *Vergegenständlichung des Gattungslebens des Menschen*: indem er sich nicht nur wie im Bewußtsein intellektuell, sondern werktätig, wirklich verdoppelt und sich selbst daher in einer von ihm geschaffnen Welt anschaut.“ (Karl Marx, Ökonomisch-philosophische Manuskripte aus dem Jahre 1844, MEW Ergänzungsband. Schriften bis 1844. Erster Teil, Berlin 1973, S. 517)

⁵⁸² Aber Vorsicht ist in diesem Fall geboten; man denke an die Evolution.

similarities between those systems studied by the natural and social sciences, which may not exist, and which could lead to an ontological category mistake.⁵⁸³

Positiv ausgedrückt (→ Leontiev)

Das dialektische System ‚Individuum/Gesellschaft‘ weist ausreichend Freiheitsgrade in möglichen Handlungsfeldern auf, um Gesellschaft als relativ offenes System beschreiben und auch organisieren zu können. Ob das und in welchen Gesellschaftssystemen es überhaupt bisher gelungen ist, Interessen, Wünsche und Bedürfnisse von Individuen mit den gesellschaftlichen Strukturen und Bewegungen auch nur einigermaßen und ohne große Konflikte in Einklang zu bringen, ist die Frage; es ist aber eine Frage, die im Moment hier nicht interessiert, da sie vordergründig politisch ist und nicht philosophisch, man also wieder von einer Einzelwissenschaft ausgehen würde, von der aus man keine Weltanschauung entwickeln sollte, wie wir oben ausgeführt haben. Was uns im hier betrachteten Zusammenhang interessieren müßte, ist, welche Rolle der Zufall in diesen beiden Systemen spielt und wie er sich in der gesetzlichen Entwicklung äußert bzw., d.h. wie er überhaupt und je spezifisch – offenbar nämlich auf unterschiedliche Weise – zustande kommt bzw. auftritt und welche Konsequenzen er in den jeweiligen Systemen hat.

Wir hatten schon mehrfach gezeigt, daß es unverantwortlich – oder, wissenschaftlich ausgedrückt – reduktionistisch ist, gesetzmäßiges Verhalten von Elementarteilchen, aber auch Atomen und Molekülen, auf solch komplexe Systeme wie die menschliche Gesellschaft direkt zu übertragen. Auch eine Parallele zur Evolution mit ihren Mechanismen der Mutation, Variabilität und Selektion verfälscht das Gesetz zur Höherentwicklung oder zu größerer Komplexität: die Einheit, in der sich die biologische Evolution vollzieht, ist die *Art*, nicht das *Individuum*, wengleich es sich bei der Variabilität jeweils um individuelle Abweichungen handelt. Nicht von ungefähr heißt Darwins Hauptwerk „Origin of Species“, „Entstehung der Arten“, und nicht Entstehung neuer Individuen. Die spannende Frage in der Evolution ist eben nicht, wie sich Individuen untereinander verhalten, sondern wie aus einer Art eine neue, qualitativ andere, höher entwickelte entsteht. Diese Frage ist bis heute noch nicht hinreichend und befriedigend gelöst. Daher kritisieren auch Naturwissenschaftler untereinander z.B. den Neodarwinismus, wie es sich beispielsweise bei Erich Jantsch äußert⁵⁸⁴; man müßte derartige Auseinandersetzungen allerdings eher unter dem Gesichtspunkt sehen, daß auch hier mal wieder enorme Defizite der philosophischen Interpretation naturwissenschaftlicher Ergebnisse vorliegen: daß der Neodarwinismus, genau wie schon der klassische Darwinismus mit der Floskel „survival of the fittest“ meine, es finde ein Kampf zwischen den Individuen dergestalt statt, daß nur *eine* Art zum Schluß überlebt, stimmt ja wohl schon mit der trivialen Anschauung, um nicht zu sagen, mit dem gesunden Menschenverstand nicht überein. Alle Arten, die in der jeweiligen Phase der Höherentwicklung jemals unterlegen waren, wären dann ja ausgestorben. Es gibt aber zahlreiche Arten, die schon seit hunderten von Millionen Jahren in immer der gleichen, biologischen Form existieren. Dies wäre ja schon gar nicht möglich. Nun heißt „fittest“ ja auch nicht unbedingt der „stärkste“, sondern auch der „am besten Angepaßte“. Und auch dies müßte jeweils interpretiert werden, was das im konkreten Einzelfall heißt: an was angepaßt? An welchen Lebensraum angepaßt? Und wie kann man sich vorstellen, dass Pflanzen miteinander kämpfend über Land ziehen und andere Arten auslöschen? Pflanzen waren ja wohl vor den Tieren da, müssten also eigentlich vollkommen ausgestorben sein, da sie allen anderen, später entstandenen Lebewesen ‚unterlegen‘ sind, von denen sie gefressen werden ...

Die Schlußfolgerung für den Menschen als Gattung ist jedenfalls, daß dieser sich seit der Entstehung von *homo sapiens sapiens*, also nach heutigem Wissen vor über 150 000 Jahren – die Grenze verschiebt sich mit neuen, fossilen und kulturellen Funden alle paar

⁵⁸³ Mitleton-Kelly, Complexity, a.a.O. (siehe Anm. 306)

⁵⁸⁴ Erich Jantsch, Die Selbstorganisation des Universums. Vom Urknall zum menschlichen Geist, Hanser: München-Wien 1979, S. 205

Jahre weiter hinaus bzw. zurück – biologisch praktisch nicht geändert hat. Der Begriff „Evolution“ verbietet sich daher schon innerwissenschaftlich-biologisch; wenn Evolution gesetzmäßig verläuft – und wir haben eine Reihe von theoretischen Ansätzen kennengelernt – dann wird die Entwicklung ‚des Menschen‘, die Ontogenetik, ganz gewiß nicht nach denselben Gesetzen verlaufen; sie kann daher auch nicht mit dem hier im übrigen ganz trivial anmutenden Mechanismus Mutation – Variabilität – Selektion erklärt werden. Das sogenannte Tier-Mensch Übergangsfeld, das allein schon etwa 150 Millionen Jahre gedauert hat, muß dann, wenn der Mensch das ζῷον πολιτικόν ist, wie wir es schon im Griechischunterricht gelernt haben, in eine neue Theorie, eine Theorie der „Vergesellschaftung“, der *gesellschaftlichen Entwicklung* münden, die der Tatsache angemessen erscheint, daß jetzt eine neue, höhere Stufe der Entwicklung der Primaten erreicht ist. Jeder Ansatz, der die Geheimnisse des Menschen im individuellen Gehirn vermutet, sozusagen dort stecken bleibt, wie bei den meisten der gegenwärtigen Hirnforscher zu beobachten, kann nur reduktionistisch sein; im krassen Fall tendiert diese biologistische Auffassung, die nämlich eine sozialdarwinistische ist, zur faschistischen Ideologie, die genau dies mit brutalen Konsequenzen schon immer behauptet hat. Wenn wir Ruben folgen (s.o.), der ausgeführt hat, daß der Naturwissenschaftler als Philosoph spricht, wenn er allgemeinere Kategorien durchdenkt und nicht als experimentell arbeitender Physiker, Chemiker, Biologe usw., und daß es dabei dann, bei der *philosophischen* Erörterung, um das *Menschenbild* geht, dann muß sich der Naturwissenschaftler dieser Herausforderung stellen und zunächst einmal ein Menschenbild entwerfen oder sich zu einem schon existierenden bekennen. Aus der Physik oder der Biologie allein läßt sich kein Menschenbild entwerfen, wie wir gesehen haben.

Unser denkender, also philosophierender Naturwissenschaftler sollte sich bewußt werden, welches Gebiet er nun betritt, daß er das Gebiet der experimentellen Einzelwissenschaft verläßt und er sollte es merken, wenn sogar seine eigene Wissenschaft inkonsistent dargestellt oder sogar – absichtlich oder nicht – aus politischen Gründen falsch dargestellt wird, indem Begriffe und Kategorien verwendet werden, die entweder veraltet oder selbst inkonsistent, weil unlogisch sind, und im Ganzen häufig nicht adäquat, weil sie aus einem anderen Objektbereich stammen und ohne groß nachzudenken, ganz beliebig, auf andere Bereiche angewandt werden. Wenn das ganze dann auch noch unter dem positiv und modern besetzten Begriff „Interdisziplinarität“ daherkommt, ist die Scharlatanerie komplett.

Wenn also menschliche Individuen in gesellschaftlichen Prozessen agieren, und „agieren“ ist dann auch gleich das Schlüsselwort, und nicht wie Elementarteilchen ohnmächtig und bewußtlos lediglich miteinander wechselwirken, dann muß man wohl daran gehen und eine adäquate Theorie dazu entwickeln. Die schönsten Herleitungen von Theorien aus dem Bereich der irreversiblen Thermodynamik, der dissipativen Strukturbildung, der Chaosforschung, der fraktalen Mathematik reichen nicht aus, um diese Besonderheit der Menschen, nämlich daß sie *tätig* sind und in welchen Strukturen sie sich dabei bewegen, zu erklären. Das Besondere ist doch, daß diese Strukturen gerade *nicht* naturgegeben sind, sondern ebenfalls Menschen haben sich diese Strukturen erst geschaffen, in denen sie sich bewegen. Es offenbart sich eine Dialektik der Strukturbildung, die absichtsvolle Ordnungsstruktur einer menschlichen Gesellschaft, jeweils spezifisch in einer bestimmten historischen Epoche, und die Rückwirkung dieser, von Menschen selbst geschaffenen Strukturen und Ordnungen auf sie selbst als Individuen. Wir hatten oben schon von dem Konflikt Individuum – Gesellschaft gesprochen, der noch in keiner bisher bekannten Gesellschaftsordnung befriedigend gelöst worden ist. Vom Individuum her gesehen kann man tatsächlich so etwas wie einen Prozeß erkennen, in dem sich hinter dem Rücken einzelner Menschen, ohne daß sie es stets bemerken oder auch nur ahnen, gesetzmäßiges Verhalten herausbildet. Es liegt nahe, daß Ameisenforscher wie der schon erwähnte amerikanische Begründer der Soziobiologie, Edward Osborne Wilson, der an eine solche observierende Perspektive gewöhnt ist, das, was er bei den Ameisen erkannt hatte, als allgemeine Theorie unmittelbar auf den Menschen übertragen wollte; der

Fehler ist jedoch ganz banal, daß Menschen eben keine Ameisen sind. (Und im übrigen auch keine Graugänse, würde man Konrad Lorenz posthum entgegenhalten müssen.) Um einer wissenschaftlichen Gesellschaftstheorie näher zu kommen und dabei heuristisch einige der erwähnten Theorien irreversibler Prozesse analog hier anzuwenden, müßte man daher diesen Umstand berücksichtigen: die agierenden Teilchen, hier: einzelne Menschen, bewegen sich zwar chaotisch, haben aber eigentlich immer etwas im Sinn. Psychologen würden sagen, sie haben eine Motivation und es gibt ja nicht von ungefähr eine umfangreiche Motivationsforschung, und sie haben auch Bedürfnisse. Damit, mit ihrer Motivation, ihren Bedürfnissen und ihren Ideen von einem befriedigenden, um nicht zu sagen, erfüllten Leben geraten sie in Konflikt mit den vorgegebenen gesellschaftlichen Strukturen, auch wenn sie sich diese selbst geschaffen haben und selbstverständlich auch ändern könnten. Das wird in jeder Form von Gesellschaft, jedem Gesellschaftssystem, so sein, nur werden sich die konkreten Formen und Inhalte der Konflikte unterscheiden. Der mathematische Apparat der irreversiblen Thermodynamik dürfte hier, z.B. in der Ökonomie, durchaus auf die Gesellschaftsform und ihre historisch bedingten Gesetze angewendet werden können, nicht jedoch auf diese innere, zweite Ebene, die Ebene des Konfliktes Individuum – Gesellschaft.

In dieser nämlich müssen andere Gesetzmäßigkeiten, nämlich solche der Psychologie der Persönlichkeit erst noch erforscht werden. Meine Kritik geht an dieser Stelle dahin, daß Menschen, anders als Atome, Moleküle oder Zellen, nicht unmittelbar miteinander wechselwirken, sozusagen bewußtlos miteinander reagieren, sondern eben in einer vorgegebenen Struktur und unter prospektiven, geplanten Absichten oder Voraussetzungen. Sigmund Freud hatte sich mit der Psychoanalyse, die sich – genau wie eine aktuelle Hauptrichtung der Hirnforschung – auf das abstrakte Individuum kapriziert und sich damit verrannt, ohne zu berücksichtigen, daß solche objektiven Gesellschaftsstrukturen existieren, daß also letztlich ein dialektisches Verhältnis zwischen Individuum und Gesellschaft angenommen werden muß, in dem die erwähnten Konflikte sich abspielen. Letztlich war dies auch der tiefer Grund dafür, daß sich so wenig therapeutischer Fortschritt in den Freudschen Analysen einstellte, wie er selbst wieder und wieder feststellen mußte. Jegliche Vereinseitigung einer Theorie nach der einen (Individuum) und der anderen Richtung (Gesellschaft) muß unvollständig bleiben. Der schon erwähnte französische Psychologe Lucien Sève hatte das „krasse Fehlen der gesellschaftlichen, familiären und individuellen ... Infrastrukturen, mit anderen Worten, der Arbeit“ bei Freud so gesehen, daß dies „durch einen typisch pseudo-materialistischen Biologismus der Triebe verhüllt“ würde.⁵⁸⁵

Und diese gesellschaftlichen Strukturen sind historisch, sie verändern sich; aber sie sind nicht *entstanden*, sondern *gemacht*, man kann es nicht oft genug wiederholen, von Menschen selbst gemacht. Sarkastisch und treffend hat Friedrich Engels diesen Widerspruch in dem berühmten und vielzitierten Brief an Joseph Bloch 1890 so beschrieben:

„Wir machen unsere Geschichte selbst, aber erstens unter sehr bestimmten Voraussetzungen und Bedingungen. Darunter sind die ökonomischen die schließlich entscheidenden. ... Zweitens aber macht sich die Geschichte so, daß das Endresultat stets aus den Konflikten vieler Einzelwesen hervorgeht, wovon jeder wieder durch eine Menge besonderer Lebensbedingungen zu dem gemacht wird, was er ist; es sind also unzählige einander durchkreuzende Kräfte, eine unendliche Gruppe von Kräfteparallelogrammen, daraus eine Resultante – das geschichtliche Ergebnis – hervorgeht, die selbst wieder als das Produkt einer, als Ganzes **bewußtlos** und willenlos wirkenden Macht angesehen werden kann. Denn was jeder Einzelne will, wird von jedem anderen verhindert, und was herauskommt, ist etwas, das keiner gewollt hat. So verläuft die bisherige Geschichte nach Art eines Naturprozesses ...“⁵⁸⁶

⁵⁸⁵ Sève, Marxismus und Theorie der Persönlichkeit, S. 353

⁵⁸⁶ Engels, Brief an Joseph Bloch (1890), MEW 37, Berlin 1967, S. 463f.

Dieses Zitat ist von Gegnern der dialektisch-materialistischen Methode zumeist dahingehend falsch interpretiert worden, dass Engels (und natürlich dann auch Marx) hiermit den Geschichtsprozess mit einer nicht nur naturwüchsig, sondern auch deterministisch ablaufenden Entwicklung habe gleichsetzen wollen. Damit zeigt sich aber, dass dieser Auffassung eine mechanisch-deterministische Vorstellung zugrunde liegen würde, was bei Engels und Marx gar nicht sein kann. Solchermaßen in Widersprüche verwickelt, trifft diese Kritik ins Leere.

Es versteht sich demgegenüber fast von selbst, daß der Geschichtsprozeß unter anderem auch durch eine Unzahl *zufälliger* Reaktionen und Ereignisse geprägt wenn nicht gar *wesentlich* bestimmt ist, wenn Engels von unzähligen „einander durchkreuzende(n) Kräfte(n)“ spricht. Aber auch hier lehrt uns das Kausalitätsprinzip einmal mehr, daß nur zwei unmittelbar verknüpfte Reaktionen oder Ereignisse einen kausalen Zusammenhang bedeuten können, davor und danach gibt es keinen Zusammenhang mit der betrachteten Reaktion. Es kann daher keine erklärende „Kausalstruktur“ der Welt (Sandra Mitchell) und ihrer Erkenntnis geben; das würde den Begriff Kausalität vollkommen überfordern. Bleiben wir bei dem Kausalitätsprinzip als heuristischem Hilfsmittel in der Ursachenforschung!

So und nicht anders ist die Philosophie des historischen und dialektischen Materialismus zu verstehen, wobei das Verdienst, die Dialektik in die deutsche Philosophie wieder aufgenommen zu haben, Hegel zukomme, wie Engels in der Einleitung zum Anti-Dühring schrieb.⁵⁸⁷

Die Naturwissenschaftler im „Westen“ haben sie noch nicht wieder aufgenommen, ja, kaum einer hat sich gründlich mit Hegel beschäftigt.

Keineswegs ist es so, daß der dialektische Materialismus eine „gesellschaftliche Unabwendbarkeitslehre“⁵⁸⁸ darstellt, das wäre ein grandioses Mißverständnis dieser Philosophie, die wesentlich auch wissenschaftliche Methode ist und als Methode gar keine Voraussagen macht und auch nicht machen kann. Ein ebensolches Mißverständnis liegt dem französischen Existentialismus zugrunde, wenn dessen Hauptvertreter *Jean-Paul Sartre (1905-1980)* die dialektisch-materialistische Philosophie als „marxistischen Voluntarismus“ bezeichnet.

„Man studiert längst nicht mehr die Einzeltatsachen in der Grundperspektive des Marxismus, um so die Erkenntnis zu bereichern und das Handeln zu erhellen: die Analyse besteht einzig und allein darin, sich aller Details zu entledigen, die Bedeutung bestimmter Ereignisse zu übertreiben, die Tatsachen zu entstellen, oder sogar solche zu erfinden, um unter ihnen als ihre Substanz unveränderliche und fetischisierte ‚synthetische Begriffe‘ aufzudecken. Die offenen Begriffe des Marxismus sind zu geschlossenen geworden. Sie sind nicht länger *Schlüssel*, Interpretations-schemata: sie geben sich selbst den Anschein eines schon totalisierten Wissens. Der Marxismus erhebt, um mit Kant zu sprechen, diese singularisierten und fetischisierten Begriffe zu konstitutiven Begriffen der Erfahrung. Der eigentliche Inhalt dieser Typen-begriffe besteht aus *vergangenem Wissen*; aber der heutige Marxist macht daraus ein ewiges Wissen. Seine einzige Sorge bei der Analyse ist es, diese ‚Abstraktionen‘ unterzubringen. Ja, je mehr er davon überzeugt ist, daß sie *a priori* die Wahrheit darstellen, umso anspruchsloser wird er, was den Beweis angeht.“⁵⁸⁹

Man fragt sich, wen Sartre damit meint oder wen er da in welchem Zusammenhang erlebt hat.

⁵⁸⁷ „Inzwischen war neben und nach der französischen Philosophie des 18. Jahrhunderts die neuere deutsche Philosophie entstanden und hatte in Hegel ihren Abschluß gefunden. Ihr größtes Verdienst war die Wiederaufnahme der Dialektik als der höchsten Form des Denkens. Die alten griechischen Philosophen waren alle geborene, naturwüchsige Dialektiker, und der universelle Kopf unter ihnen, Aristoteles, hat auch bereits die wesentlichsten Formen des dialektischen Denkens untersucht.“ (Engels, Anti-Dühring, Einleitung, S. 19).

⁵⁸⁸ So Manfred Eigen und Ruthild Winkler-Oswatitsch, Das Spiel. Naturgesetze steuern den Zufall, München/Zürich 1975, S. 197. Sollte die Kritik auf bornierte Politiker des Sozialismus abgezielt haben, so ist damit noch keineswegs die Philosophische Theorie in Mißkredit gekommen.

⁵⁸⁹ Jean-Paul Sartre, Marxismus und Existenzialismus, Hamburg 1964, S. 25

Bei *Sir Karl Raimund Popper (1902-1994)* ist es ganz gewiß kein Mißverständnis, wenn er den dialektischen Materialismus nicht nur kritisierte, sondern mit allen intellektuellen Mitteln sein Leben lang bekämpfte; seine „offene“ Gesellschaft, die jedoch ohnehin auch nur eine Illusion ist und auf falschen Voraussetzungen beruht, ist natürlich *nicht* eine des Sozialismus; dieser hatte angeblich die Variante einer „geschlossenen“ Gesellschaft entworfen und – vielleicht oder angeblich – sogar verwirklicht.⁵⁹⁰ Poppers Ideologie des „Falsifikationismus“⁵⁹¹, die Idee, man müsse nicht nur Hypothesen, sondern auch alle Theorien falsifizieren können, entstand noch mitten im Kalten Krieg und dem verzweifelten Bemühen nicht-marxistischer Wissenschaftler, etwas der materialistischen Dialektik Adäquates entgegenzusetzen.⁵⁹² Auffällig ist bei ihm ein äußerst laxer Umgang mit den Begriffen „Hypothese“ und „Theorie“:

„Ich erkannte, daß die *Suche nach Rechtfertigung* aufgegeben werden muß, nach Rechtfertigung des Wahrheitsanspruchs einer Theorie. *Alle Theorien sind Hypothesen; alle können umgestoßen werden.*“⁵⁹³

Popper soll später allerdings sehr unglücklich darüber gewesen sein, daß sein „Falsifikationismus“ so unbesehen in die Welt der naturwissenschaftlichen Theorien Eingang fand, wo er dann nämlich als weitgehend unbrauchbar und im Grunde schlicht als falsch entlarvt wurde; diese Idee entsprach so gar nicht der historischen Entwicklung der Theoriegebäude. In praktisch allen seriösen naturwissenschaftlichen Theorien, wie z.B. der Evolutionstheorie, der Quantenmechanik, der klassischen Physik, der modernen Genetik, konnte gezeigt werden, daß ‚veraltete‘ Theorien keineswegs durch neu entwickelte ‚falsifiziert‘ wurden und werden, sondern daß die neuen eine Weiterentwicklung bedeuteten in dem Sinne, daß die älteren im wahrsten Sinn des Wortes in ihnen ‚aufgehoben‘ waren. Die klassische Physik läßt sich elegant durch Einsetzen der entsprechenden Randbedingungen (Mechanik, abgeschlossenes System, thermodynamisches Gleichgewicht etc.) aus den Wellengleichungen der Quantenmechanik gewissermaßen zurückgewinnen, sie ist also in der Quantenmechanik theoretisch und auch praktisch aufgehoben. Die Newtonsche Mechanik kann man auf dreifache Weise als ‚aufgehoben‘ betrachten:

1. Sie ist ein Grenzfall einer allgemeineren, nicht-klassischen Mechanik; nur in diesem Sinne wurde ihre bisherige Interpretation und Anwendung ungültig.
2. Es wurde geklärt, unter welchen Voraussetzungen sie anwendbar ist, so daß ihre Methoden also bewahrt bleiben.
3. Sie wurde auf eine höhere Stufe gehoben, indem wir sie heute besser und tiefer verstehen.⁵⁹⁴

Darüber hinaus spielt die klassische Mechanik sogar in der modernen theoretischen Chemie neben der Quantenmechanik eine wichtige Rolle. Sie ist die Basis der sogenannten Molekulardynamik. Darunter versteht man die Beschreibung der Bewegung der Atomkerne in Molekülen, Polymeren, Flüssigkeiten und Festkörpern in dem Potential, welches durch die Elektronen bestimmt wird. Die Bewegung der (relativ) schweren

⁵⁹⁰ Sir Karl Raimund Popper, *Die offene Gesellschaft und ihre Feinde*, 2 Bände, Tübingen 2002.

⁵⁹¹ K.R. Popper, *The Logic of Scientific Discovery*, Tiptree, Essex 1972⁹ (Deutsch: *Logik der Forschung*, Tübingen 1994). Zur Kritik an der „Falsifikations-Huberei“ Poppers siehe u.a. Werner Haberditzl, *Sir Karls neue Kleider. Poppers Theorie objektiver Erkenntnis*, DAS ARGUMENT Heft 88, 16. Jahrg., 845-861 (1974) sowie Kurt Bayertz und Josef Schleifstein, *Mythologie der „kritischen Vernunft“*. Zur Kritik der Erkenntnis- und Geschichtstheorie Karl Poppers, Köln 1977.

⁵⁹² Es kann auch nicht verwundern, daß Popper ungefragt, sozusagen ‚in absente‘, zum Hausphilosophen der SPD deklariert wurde, denn mit ihm glaubt man sich scheinbar einen trefflich für jedwede anti- oder auch nur unmarxistische Ideologie geeigneten Philosophen erkoren zu haben.

⁵⁹³ Nach Wolf-Ekkehard Lönning, 2002, einem streitbaren Anti-Evolutionisten (<http://www.weloennig.de/Popper.html>). Eine ähnliche Aussage findet sich in K.R. Popper, *Objektive Erkenntnis. Ein evolutionärer Entwurf*, Hamburg 1998, S. 9: „Alle Gesetze oder Theorien müssen als Hypothesen oder Vermutungen betrachtet werden.“ Dagegen Engels schon vor 120 Jahren: „Wer Kausalität leugnet, dem ist jedes Naturgesetz eine Hypothese und unter anderm die chemische Analyse der Weltkörper durch das prismatische Spektrum ebenfalls. Welche Seichtigkeit des Denkens, dabei stehnzubleiben!“ (Engels, *Dialektik der Natur*, S. 499)

⁵⁹⁴ So Haberditzl, *Sir Karls neue Kleider*, S. 848

Atomkerne wird dabei klassisch behandelt, während für die Bewegung der viel leichteren Elektronen die Quantenmechanik gilt.⁵⁹⁵

Popper hielt es für ein Mißverständnis, wenn Naturwissenschaftler seine Idee versuchten zunächst anzuwenden und dann feststellen mußten, daß sie sich in ihren Objektfeldern der Forschung *nicht* anwenden ließ. So mancher Naturwissenschaftler merkte dies allerdings auch *nicht* und verkündete fröhlich weiter die ‚Lehre‘ vom „Falsifikationismus“. Dies liegt m.E. daran, daß bei der täglichen Arbeit eines Naturwissenschaftlers, der mittels neuer Hypothesen im Rahmen einer bestehenden Theorie Experimente plant, durchaus die Methode der Falsifikation angewendet wird, nämlich durch ebendiese Experimente Hypothesen oder Teile von ihnen auszuschließen und sich so weiter vorzutasten, bis eine der Hypothesen durch Ausschluß aller anderen bestätigt wird. Fortan gilt diese dann als indirekt ‚verifiziert‘, wird also gegebenenfalls zu einem Gesetz und damit zu einem weiteren Bestandteil der zugrundeliegenden Theorie. Daher ist dem Naturwissenschaftler diese Methodik vertraut. Sie ist jedoch relativ trivial, gehört zur Methodik des experimentellen Arbeitens und taugt nicht viel als essentieller Bestandteil einer Erkenntnistheorie. Es geht dabei nämlich immer nur um Arbeitshypothesen und nicht um gesetzmäßige Zusammenhänge und Theorien, die schließlich mühsam aus den Hypothesen und der Interpretation des häufig kolossal umfangreichen empirischen Materials abgeleitet werden.⁵⁹⁶ Und Theorien, insofern sie gut begründet sind, werden heutzutage nicht so leicht völlig umgeworfen, gehen nicht so locker von einem Paradigma in ein anderes über, um mit Thomas R. Kuhn zu sprechen.

Jedenfalls ist es gerade dieses Eingeständnis Poppers, das zeigt, wie sehr seine Ideologie ein Produkt des ‚Kalten Krieges‘ gewesen ist; indem er den Naturwissenschaftlern einräumt, sie hätten seinen Falsifikationsdogmatismus mißverstanden, gesteht er gleichzeitig, daß dieser aber im Bereich der Gesellschaftswissenschaften gerade gelte. Es ist übertrieben und man überschätzt Popper, wenn er – wie in der Literatur weit verbreitet – als Erkenntnistheoretiker bezeichnet wird. Seiner

„Geschichts- und Sozialphilosophie liegt eine oberflächliche, dualistische und ahistorische Ontologie zugrunde, die zwischen einer ‚geschlossenen‘ und einer ‚offenen‘ Gesellschaft unterscheidet, ohne diese Differenz irgendwo in der sozialökonomischen Basis festzumachen: ‚Ich charakterisiere die geschlossene Gesellschaft als magisch und die offene Gesellschaft als rational und kritisch.‘⁵⁹⁷“

zitiert ihn der Marburger Philosoph Joachim Kahl.⁵⁹⁸ Einen empirischen Beweis ist Popper uns schuldig geblieben.

Einen weiteren, noch einfältigeren „Trick“ hat sich Popper einfallen lassen, um jedwede Art von gesellschaftswissenschaftlicher Erkenntnismöglichkeit ablehnen zu können. Während Miranda und Mendes, wie oben erwähnt, schon die Schwierigkeit vor Augen geführt haben, Gesetzmäßigkeiten der Bewegungen des Finanzmarktes aus den individuellen Motivationen sämtlicher Anleger abzuleiten, und darüber festgestellt haben, daß solche Gesetzmäßigkeiten offenbar qualitativ anderer Art sind und sich nicht aus der Summe der Einzelmotivationen ermitteln lassen, geht Popper ausgerechnet und ganz absichtlich wieder von der untersten Ebene der Bewegungsform aus. Geradezu apodiktisch meint er verlangen zu müssen, gesellschaftliche Gesetze nur dann herleiten zu können, wenn man von der chemisch-physikalischen Ebene ausgeht und dann eine lückenlose Kette aller materiellen Prozesse über den individuellen Organismus bis hinauf zum Menschen in seinem sozialen Umfeld beschreiben könne. Es ist klar, daß ein derartig

⁵⁹⁵ Wolfgang Domcke, Theoretische Chemie I: Quantenmechanik, Vorlesung TU München 2003, S. 2 f.

⁵⁹⁶ Hier wäre eine Kritik des Empirismus angebracht, wenn von der Interpretation von empirischen Daten im Rahmen von Hypothesen und Theorien die Rede ist; damit würde aber der Rahmen dieser Arbeit gesprengt. Im übrigen betrifft dies Natur- und Gesellschaftswissenschaften gleichermaßen.

⁵⁹⁷ Popper, Offene Gesellschaft, Erster Band, S. 401. Eine klare Aussage bzw. Definition kann man das wahrlich nicht nennen.

⁵⁹⁸ Joachim Kahl, Positivismus als Konservatismus. Eine philosophische Studie zu Struktur und Funktion der positivistischen Denkweise am Beispiel Ernst Topitsch, Pahl-Rugenstein: Köln 1976, S. 52

reduktionistischer Popanz leicht widerlegt werden kann. Schon 1971 haben Ley und Müller in ihrem Buch über die damalige Auseinandersetzung zwischen Hans Albert und Jürgen Habermas diese Forderung nach „totaler Information“ bei Popper kritisiert:

„Die totale Information, nach der es Popper verlangt, ist als eine Art Phantom entworfen, um die bereits vorhandene Kenntnis gesamtgesellschaftlicher Entwicklungsgesetzmäßigkeiten ablehnen zu können. Verlangt wird eine möglichst intensive Beschreibung und Erklärung jedes individuellen Verhaltens, eine Forderung, die zugunsten von Disziplinen, die sich legitim derartige Untersuchung zum Gegenstand wählen, die Eigenständigkeit der in der Geschichte sich ausbildenden, nicht vorgegebenen, Gesetze beeinträchtigen möchte.“⁵⁹⁹

Ley und Müller konstatieren darüber hinaus einen weiteren Widerspruch, nämlich eine gewisse Abneigung Poppers, in den Gesellschaftswissenschaften mit Näherungen zu arbeiten, diese in den Naturwissenschaften dagegen problemlos anzuerkennen. Und weiter führen Ley und Müller aus:

„Die Differenz zwischen individuellem Verhalten und der in dem Modell zu erfassenden Struktur, für den materialistischen Nominalismus und den dialektischen Materialismus selbstverständlich, wird [im kritischen Rationalismus, d.Verf.] zum Problem hochgespielt. Ähnlich verhält es sich mit Poppers Annahme, man solle vollständige Information annehmen. Schon ... [die] Bemerkung, die sozialen Disziplinen seien komplizierter als die Naturwissenschaften, weil sie Biologie, Physik und Chemie zur Grundlage der Aktionen der sozialen Individuen besäßen, deutete auf die Vorstellung hin, man benötige Kenntnis jedes von der Natur vorgegebenen Horizontes, um sich über die Geschehnisse in der Gesellschaft Wissen zu verschaffen.“⁶⁰⁰

Zurück zu Poppers „offener“ und „geschlossener“ Gesellschaft. Ganz präzise genommen, kann es eigentlich keine reale geschlossene Gesellschaft geben, denn jede menschliche Gesellschaftsstruktur beruht auf der Theorie offener Systeme. Vertreter irgendeiner der zahllosen Systemtheorien wollen ja gerade zeigen, daß die Entstehung spontaner Strukturen nur in chaotisch-geregelten Systemen auftritt, die offen und weitab vom Gleichgewicht entfernt sind.

Es zeigt sich abermals ein unauflösbarer Widerspruch: die kapitalistische Gesellschaft möchte eigentlich gar nicht offen sein, zumindest nicht in dem Sinne, daß sie offen für andere Experimente, z.B. andere Formen der Demokratie ist, einer wie auch immer gearteten sozialistischen schon gar nicht. Die herrschende Ideologie verwendet daher viel Mühe darauf, daß dieser und andere Widersprüche nicht aufgedeckt werden. Niemand soll merken, daß die herrschende Ideologie in Form von immer neuen Systemtheorien und Neo-Formen von schon als widerlegt geglaubten Positivismus-Varianten die praktische Anwendung von immer mehr Einzelwissenschaften mehr behindert als vorwärts bringt. Dabei beschäftigt sich ein Heer von Wissenschaftlern mit unsinnigen Forschungsprojekten, die im Trend liegen (wie der Neurophysiologie) und für die daher reichlich Gelder fließen, die aber, wenn die Probe auf's Exempel gemacht werden soll, nämlich die praktische Umsetzung, weitgehend versagen. So geschah es mit der KI, so wird es mit der – unwissenschaftlichen – Identifikation von Gehirn und handelndem Subjekt oder Mensch und kybernetischer Maschine geschehen und vielen anderen, im Ansatz falsch gestellten Fragen. Insoweit, als alle solche Forschungen wenigstens zu einem Teil empirisch seriös abgearbeitet werden, wird dieser Sachverhalt früher oder später zutage treten und es werden die grundlegenden Hypothesen angepasst werden müssen, doch um einen horrenden Preis, wenn man mal alles zusammenrechnen würde.⁶⁰¹ Dieser Umstand bekommt einen umso tragischeren Anstrich, je stärker der Einfluß einer diffus-harmlosen bis pathologisch wirksamen antidialektischen, um nicht zu

⁵⁹⁹ Hermann Ley und Thomas Müller, *Kritische Vernunft und Revolution. Zur Kontroverse zwischen Hans Albert und Jürgen Habermas*, Pahl-Rugenstein: Köln 1971, S. 33

⁶⁰⁰ *Ibid.*, S. 32

⁶⁰¹ Hier könnte sich einmal ein dialektisch geschulter und ökonomisch versierter Wissenschaftler daran machen, die Hypothese von der gesellschaftlichen Vergeudung öffentlicher und privater Mittel aufgrund von falschen Grundvoraussetzungen näher zu untersuchen. Ich würde fast darauf wetten, daß dabei erstaunliche Resultate zutage treten würden.

sagen, antikommunistischen Motivation auf die Forschungspolitik zu verzeichnen ist. Man kann getrost davon ausgehen, daß es den meisten wissenschaftlich arbeitenden Menschen, gleich ob es ihnen bewußt ist oder nicht, daher auch nicht darum geht, Begriffe wie Kausalität oder objektiver Zufall, Determinismus oder Wahrscheinlichkeit wissenschaftlich befriedigend zu analysieren und zu definieren. Individuell geht es ihnen mehr darum, eine möglichst originelle Spielart von scheinbarer Theorie zu entwerfen, die ohne Dialektik auskommt, oder schlicht und einfach genügend Forschungsgelder zum „Spielen“ zu erhalten, und objektiv geht es in der Forschungspolitik darum, solche Tendenzen – möglichst ohne daß jemand die Mechanismen durchschaut – nachhaltig zu fördern und marxistische Forschungen nicht nur zu behindern, sondern möglichst vollständig zu unterbinden.

Eine besonders erschreckende Variante solcher Neo-Theorien ist die „Neuroökonomie“, eine Forschungsrichtung seit Ende der 1990er Jahre. Deren Vertreter haben sich daran gemacht, die angeblich irrationalen Kaufentscheidungen von potentiellen Kunden bzw. Konsumenten mit Hilfe der bildgebenden Neurophysiologie aufklären zu wollen, um deren Gründe und Motive betrachten zu können. Verharmlosend steht bei Wikipedia das Wort „betrachten“, gemeint ist aber wohl, Irrationalitäten beeinflussen zu können, um auch solche Kunden noch oder wenigstens noch gezielter zum Konsum bewegen zu können.

Zurück zur Kausalitätsauffassung. Steigt man tiefer in ältere *psychologische* Theorien wie die von *Carl Gustav Jung (1875-1961)* mit seiner Lehre von den ‚Archetypen‘ hinab, so findet man eigentlich erst dort einen Hauptvertreter der Auffassung, es gebe akasale Vorgänge; folgerichtig spielen bei Jung auch nicht miteinander in Berührung kommende Ereignisse und Ereignisketten eine große Rolle, von denen er annimmt, daß sie auf irgendeine okkulte Art und Weise doch zusammenhängen:

„Das Kausalprinzip sagt aus, daß die Verbindung von *causa* und *effectus* eine notwendige sei. Das Synchronizitätsprinzip sagt aus, daß die Glieder einer sinngemäßen Koinzidenz durch *Gleichzeitigkeit* und durch den *Sinn* verbunden seien.“⁶⁰²

Auf eigenartige Weise war der Physiker Wolfgang Pauli von den Ideen Jungs fasziniert⁶⁰³ und auf noch eigenartigere Weise neuerdings der schon früher zitierte Quantenchemiker Hans Primas.⁶⁰⁴ Daß damit die Ebene der empirisch arbeitenden Wissenschaften verlassen wird, ist offenbar keinem aufgefallen. Bedauerlich ist dies insbesondere bei Hans Primas, weil er einer der vehementesten und konsequentesten Streiter gegen den Reduktionismus ist (oder war?), den der Autor je erlebt hat.

Jedenfalls ist es mit wissenschaftlicher Methodik und Erkenntnis nicht zu vereinbaren, von „akausalen“ Prozessen zu sprechen oder von „Akausalität“. Es ist auch gar nicht nötig, diesen Begriff überhaupt einzuführen, denn „Wunder“ gibt es nicht. Eine Philosophie, die dieses dennoch tut, ist nicht vereinbar mit wissenschaftlicher Erkenntnis und folglich deshalb selbst unwissenschaftlich. Sie trägt nicht zur Erweiterung des Wissens bei.

Stattdessen muß die Rolle des „objektiven Zufalls“ anerkannt werden, und zwar als spezielle, eigentümliche Ursache von weiter nicht erklärbaren Ereignissen. Ebenso muß man feststellen, daß weder eine Philosophie des „mechanischen“ Determinismus noch des Indeterminismus, in dem nichts vorhergesagt werden kann, die Natur, die Gesellschaft und das Denken richtig beschreiben, sondern nur ein *probabilistischer*

⁶⁰² Carl Gustav Jung, Synchronizität, Akausalität und Okkultismus, München 1990, S. 64

⁶⁰³ Der Hintergrund war, daß Pauli u.a. wegen des Selbstmordes seiner Mutter 1927 und wegen Problemen mit Frauen zwei Jahre bei Jung in Therapie war, allerdings ohne Erfolg (siehe C.A. Meier [Hrsg.] Wolfgang Pauli und C. G. Jung. Ein Briefwechsel 1932-1958, Berlin 1992).

⁶⁰⁴ Hans Primas, Die Wirklichkeit des Symbols in den exakten Wissenschaften, Vortrag vom 14. September 2001 auf dem Symposium *Kunst als Wissenschaft – Wissenschaft als Kunst* in der Berliner Gemäldegalerie (<http://www.kunst-als-wissenschaft.de/multimedia/Primas-Text.pdf>). Vgl. auch Ders., Synchronizität und Zufall, Zeitschrift für Parapsychologie und Grenzgebiete der Psychologie 38, S. 61-91 (1996).

Determinismus, also eben ein *dialektischer* Determinismus, der statistische Vorhersagen erlaubt, aber nicht die Bewegung einzelner Teilchen, Wellen oder die Wege einzelner Individuen, die allesamt in mehr oder weniger Schritten oder Zuständen zahlreichen Zufällen unterliegen, gepaart mit folgerichtigen und voraussehbaren Notwendigkeiten. Das heißt also, daß auch der objektive Zufall sich im Rahmen von Gesetzen, seien es Naturgesetze, seien es soziale Gesetze, äußert und wirksam wird. Damit ist jede Art von Beliebigkeit ausgeschlossen, ohne daß man den mechanischen Determinismus wieder einführen müßte, wie es einige prominente Neurophysiologen tun, und man müßte sich auch nicht zwischen Determinismus und Indeterminismus entscheiden: jeweils beides zu verabsolutieren, sind extreme und daher einseitige Formen von Ideologien. Keine der beiden ist geeignet, die Natur oder die Gesellschaft sowie das Denken und Verhalten von Individuen hinreichend zu beschreiben.

Für den Begriff Kausalität gilt: es ist ein Prinzip und zwar ein heuristisches Prinzip, das uns leitet, Ursachenforschung zu betreiben, Experimente zu entwerfen etc., um daraus wiederum Theorien und Gesetze abzuleiten. Genau dies meinte Max Planck, auch wenn er wieder die Begriffe Gesetz und Prinzip verwechselte:

„Das Kausalgesetz ist weder richtig noch falsch, es ist vielmehr ein heuristisches Prinzip, ein Wegweiser, und zwar nach meiner Meinung der wertvollste Wegweiser, den wir besitzen, um uns in dem bunten Wirrwarr der Ereignisse zurechtzufinden und die Richtung anzuzeigen, in der die wissenschaftliche Forschung vorangehen muß, um zu fruchtbaren Ergebnissen zu kommen. Wie das Kausalgesetz schon die erwachende Seele des Kindes sogleich in Beschlag nimmt und ihm die unermüdliche Frage ‚warum?‘ in den Mund legt, so begleitet es den Forscher durch sein ganzes Leben und stellt ihm unaufhörlich neue Probleme. Denn die Wissenschaft bedeutet nicht anschauliches Ausruhen im Besitz gewonnener Erkenntnis, sondern sie bedeutet rastlose Arbeit und stets vorwärtsschreitende Entwicklung.“⁶⁰⁵

Man erinnere sich überdies an den Grundsatz aus der Statistik zum Unterschied zwischen Korrelation und Kausalität:

„Kausalität lässt sich nur widerlegen, nicht beweisen.“⁶⁰⁶

Wiederum ein Hinweis, dass Kausalität ein axiomatischer Begriff ist. Erst Gesetze und Theorien, nicht irgendein fragwürdiges Kausal‘gesetz‘, das eigentlich ein Prinzip ist, können die Welt erklären oder verstehbar machen, jedenfalls soweit, daß man auf ihrer Grundlage auch praktische Anwendungen verwirklichen kann. Und das vor allem, weil Gesetze und Theorien Aussagen über ihre jeweiligen Gegenstände machen und Vorhersagen zulassen. Anderenfalls hätte die Menschheit keine Technik und keine Industrie entwickelt.

Könnte man im Bereich der Quanten die Wirklichkeit nicht mehr erkennen, dann hätte es auch, so makaber es leider ist, keine Atombombe gegeben. Oder, um ein ‚ziviles‘ Beispiel zu nehmen: wieso sind sich scholastische und dem Solipsismus verfallene Philosophen, egal ob es ihnen bewusst ist oder nicht, eigentlich so sicher, daß das von gänzlich anderen, fremden Personen konstruierte und gebaute Flugzeug nicht nur fliegt, sondern sie auch noch zum Hegel-Kongreß nach Moskau bringt? Wie können dieselben Wissenschaftler dann auch noch Postkarten an ihre Lieben daheim schicken und annehmen, daß diese ihnen zugestellt werden, wo sie sich ja doch gar nicht sicher sein können, ob das Zuhause noch existiert, da sie es in Moskau ja nicht wahrnehmen können?

⁶⁰⁵ Max Planck, Der Kausalbegriff in der Physik, Leipzig 1948, S. 23. Siehe auch M. Planck, Kausalgesetz und Willensfreiheit, Berlin 1923.

⁶⁰⁶ Vgl. z.B. Manuel Ulrich, Bortz: Statistik, Skript Methodenlehre & Diagnostik, Universität Regensburg 2002, S. 13: „Auf Basis einer Korrelation kann **nicht** auf die Art der Verursachung geschlossen werden. (Z.B. korrelieren bei Kindern Intelligenz und Schuhgröße.)“ Siehe auch die Originalquelle: Jürgen Bortz, Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler, Springer: Berlin 2005.

Würde die Welt nur deshalb und nur dann existieren, weil und wenn wir sie wahrnehmen, dann wüssten wir nicht, ob und wie die Welt vor unserem angeblich „erkennenden Geist“ existierte; wir müssten dann annehmen, vor dem Mensch gab es keine Welt und das ist offensichtlicher Unsinn; außerdem könnten dann alle Wissenschaftler, die diesen Gegenständen ihre Untersuchungen widmen, aufhören zu forschen.