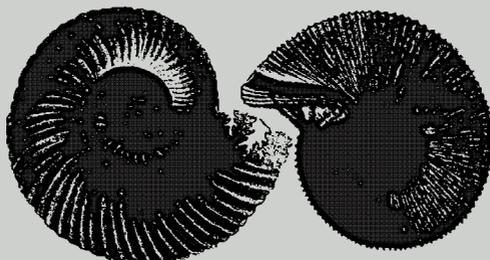
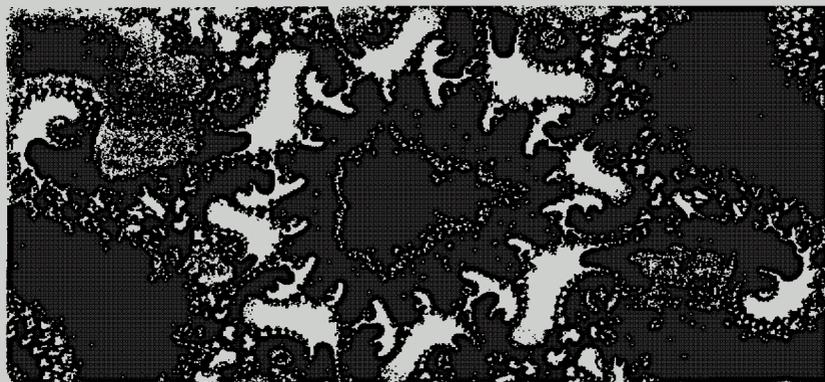


**NATURWISSENSCHAFTLICHES  
WELTBILD UND GESELLSCHAFTS-  
THEORIE**



**ZEIT UND ZYKLIZITÄT  
IN NATUR UND GESELLSCHAFT**



NATURWISSENSCHAFTLICHES  
WELTBILD  
UND GESELLSCHAFTSTHEORIE

**ZEIT UND ZYKLIZITÄT  
IN NATUR UND GESELLSCHAFT**

**Kolloquium am 20. April 2002 in Dresden**

# TEXTE ZUR PHILOSOPHIE

Im Auftrag der Rosa-Luxemburg-Stiftung Sachsen e. V.  
herausgegeben von Volker Caysa, Helmut Seidel und Dieter Wittich

Heft 11

ISBN 3-89819-141-9

© ROSA-LUXEMBURG-STIFTUNG SACHSEN e.V.  
Harkortstr. 10  
D-04107 Leipzig

Redaktion: Alexander Andreeff und Wolfgang Scheler  
Satz: Gerd Laudel  
Umschlaggestaltung unter Verwendung einer Vorlage von Hans Rossmanit  
Herstellung: GNN Verlag Sachsen GmbH  
Badeweg 1, D-04435 Schkeuditz

# Inhalt

1	Vorwort .....	5
2	Herbert Hörz: Zeit als Existenz- und Lebensform .....	7
3	Heinz Kautzleben: Zyklizität und die Geowissenschaften .....	35
4	Wolfgang Böhme: Zur Analyse der Zyklizität komplexer Systeme .....	47
5	Frank Richter: Zeit als Geschichte .....	55
6	Thomas Kuczynski: Die langen Wellen der Konjunktur – große Zyklen oder Folgen von Sättigungsfunktionen? .....	75
7	Lothar Sprung: Psychologie und Zeit .....	85
8	Hardwin Jungclaussen: Die Zeit im Computer und im Gehirn .....	103
9	Hans-Georg Geissler: Ultragenauere Zeitzyklen in der menschlichen Informationsverarbeitung .....	111
10	Zu den Autoren dieses Heftes .....	136



## Vorwort

Unter dem Generalthema »Naturwissenschaftliches Weltbild und Gesellschaftstheorie« laden die Rosa-Luxemburg-Stiftung Sachsen e. V., Arbeitskreis Dresden, und die JAHRESRINGE-Dresden e. V. – Interessengemeinschaft Wissenschaft und Kultur – jährlich zu einem Kolloquium ein.

Philosophen und Wissenschaftstheoretiker, Natur- und Technikwissenschaftler sowie Gesellschaftswissenschaftler verständigen sich darüber, welche Neuerungen sich für eine moderne Gesellschaftstheorie aus dem heutigen naturwissenschaftlichen Weltbild ergeben und wie die Gesellschaftstheorie ihrerseits Natur- und Technikwissenschaften auf humane Zwecksetzungen orientieren müßte.

Angesichts der Zivilisationskrise mit ihren Gefahren für die menschliche Existenz sind theoretische Anstrengungen nötig, um die Gestaltung einer humanen und zukunftsfähigen Gesellschaft in ihrer Komplexität zu beherrschen und die Einheit der Wissenschaft bewußter als bisher zu realisieren.

Die gravierenden Veränderungen des naturwissenschaftlichen Weltbildes in unserem Jahrhundert, besonders jene, die Erklärbarkeit und Voraussagbarkeit der Bewegung komplexer Systeme betreffen – die Theorie nichtlinearer Systeme, die Erkenntnisse über Ordnung und Chaos –, ziehen ebenso gravierende Veränderungen beim Verstehen der Gesellschaft nach sich. Die heutigen naturwissenschaftlichen und technischen Möglichkeiten stellen die Menschen vor neuartige ethische und entscheidungstheoretische Probleme, zu denen vor allem das von Übereinstimmung und Diskrepanz zwischen technischer Nutzung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und dem humanistischen Anliegen der freien Entfaltung des Menschen und der Sicherung einer menschlichen Zukunft gehört.

Die Ergebnisse des ersten Kolloquiums, das sich 1998 mit der gesellschaftstheoretischen Relevanz moderner Naturerkenntnis und speziell mit Selbstorganisation und Entscheidungstheorie befaßte, sind im Heft 5 der Reihe »Texte zur Philosophie« unter dem Titel »Naturwissenschaftliches Weltbild und Gesellschaftstheorie« erschienen. Die Beiträge des zweiten Kolloquiums sind im Heft 7 derselben Reihe mit dem Untertitel »Evolution

in Natur und Gesellschaft – Gemeinsamkeiten und Gegensätze«, die des dritten Kolloquiums im Heft 8 mit dem Untertitel »Information in Natur und Gesellschaft« und die des vierten Kolloquiums im Heft 9 mit dem Untertitel »Entscheidungen im Spannungsfeld von Naturprozessen und humaner Lebensgestaltung« veröffentlicht.

Seit dem vierten Kolloquium ist als Mitveranstalter die Leibniz-Sozietät e. V. hinzugekommen. Diese Gelehrten-gesellschaft in Nachfolge der Preußischen Akademie – ihr erster Präsident war Leibniz – und der Akademie der Wissenschaften der DDR vereinigt in sich mit ihren über 200 Mitgliedern aus dem In- und Ausland ein beachtliches wissenschaftliches Potential.

In den bislang fünf Heften der Reihe »Naturwissenschaftliches Weltbild und Gesellschaftstheorie« finden sich gedankliche Ansätze zu einem Grundproblem der Gesellschaftsentwicklung in der heutigen Zeit: Wie beeinflußt das moderne naturwissenschaftliche Denken die Gesellschaftstheorie, wie eröffnet es ihr neue Erkenntnismöglichkeiten und wie müssen umgekehrt von einer Gesellschaftstheorie, die auf der Höhe der Zeit steht, die humanen Zwecke für die Natur- und Technikwissenschaften bestimmt werden?

Oktober 2002

Alexander Andreeff

Horst Kreschnak

Wolfgang Scheler

HERBERT HÖRZ

## **Zeit als Existenz- und Lebensform**

### *1. Einführung*

Zeit als philosophische Kategorie zur Bezeichnung des Nacheinander von Ereignissen, im Unterschied zum Raum, der das Nebeneinander charakterisiert, und Zeitverständnis durch Menschengruppen in einer bestimmten Geschichtsepoche werden zum Fokus für viele Probleme. Man kann, da Zeit Existenzform allen Geschehens und Lebensform für die irdischen Lebewesen, einschließlich der vernunftbegabten Menschen ist, jedes Ereignis unter dem Zeitaspekt sehen und unter der Zeitproblematik jede Frage subsumieren, um eine Antwort zu suchen. So greifen auch die Reflexionen über die Zeit, die aus unterschiedlicher Sicht in der Wissenschaftlichen Zeitschrift der TU Dresden angestellt werden, wichtige Aspekte des Problems heraus.<sup>1</sup> Sie zeigen die Problemvielfalt, die mit Debatten um die Zeit verbunden ist. Auf einige davon soll im zweiten Abschnitt aufmerksam gemacht werden. Es folgen Überlegungen zur Zeit als sozialer Institution, denn mit der Zeit regulieren wir unser Leben. Alles existiert in der Zeit, auch wir Menschen als antizipierende Gestalter der Zukunft, die aus der Vergangenheit lernen. Zugleich prägen wir unsere Zeitregime und unterwerfen uns ihnen dann. Insofern ist Zeit Existenz- und Lebensform. Das Zeitverständnis hat sich in der Geschichte gewandelt, worauf im vierten Abschnitt hingewiesen wird, dem Bemerkungen zu Debatten über die theoretisch-philosophischen Grundlagen des Zeitverständnisses folgen.

Zeit ist Gegenstand vieler Wissenschaftsdisziplinen. Die Physik untersucht die Präzision der Uhren und die Durchbrechung der Zeitsymmetrie. Geowissenschaften betrachten Zeitzyklen. Biowissenschaften erforschen Lebensrhythmen. Die Chronobiologie erarbeitet Grundlagen für die medizinische Diagnostik und Therapie. Physiologie befaßt sich mit Reizschwellen, die Psychologie mit Wahrnehmungsmomenten und dem subjektiven

---

1 Siehe Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universität Dresden 49 (2000). Heft 2.

Empfinden objektiver Dauer. Philosophie und Literatur thematisieren außerdem die Zeit als Lebensgefühl und Gestaltungsprinzip. Aus der Fülle der Probleme werde ich im sechsten Abschnitt das Alter des Universums, die Chronobiologie und die Debatte um die Phantomzeit herausgreifen, um die Heuristik philosophischen Denkens zur Zeit zu zeigen. Ein Fazit faßt die Ergebnisse zusammen.

## 2. Reflexionen über die Zeit

Man kann beliebige Sammelbände über die Zeitproblematik herausgreifen, um zu verstehen, welche Vielfalt von Problemen angesprochen werden kann. Immer ist es eine Auswahl, doch sie reicht von der Geschichte bis zu aktuellen Problemen, von der Physik bis zur Philosophie, von der Mathematik bis zur Architektur. Im Vorwort zur Reflexion über die Zeit verweist der Anatom Johannes W. Rohen auf die vielzitierte Bemerkung von Augustinus in seinen »Confessiones«, der meinte, er wisse, was Zeit sei, wenn ihn niemand danach frage, solle er es jedoch erklären, dann wisse er es nicht. Rohen will damit auf die Relativität des Zeitbegriffs, auf die Rolle des Zeitpfeils, auf den Unterschied zwischen der Suche nach dem Wesen der Zeit und der Zeitmessung und auf die Evolution hinweisen, in der z. B. »biologische Elementarvorgänge in regelmäßigen, rhythmischen Wiederholungen auftreten, d. h. daß Wachstums- und Entwicklungsprozesse nicht in linearer Gleichförmigkeit ablaufen, sondern in Zyklen und definierbaren Rhythmen.«<sup>2</sup> Man könne sich ja in Gedanken aus der Zeit herausheben und lebende Bilder aktueller Situationen laufen im Bewußtsein in Abhängigkeit von der Situation, etwa Grenzsituationen zwischen Leben und Tod, in anderen Zeitsequenzen ab. So ist Zeit für uns mit dem linearen Ablauf des Geschehens und seiner Nichtwiederholbarkeit ebenso verbunden, wie mit Rhythmen und Zyklen. Es geht um das wirkliche zeitliche Geschehen, um seine Wahrnehmung, um die Gestaltung der zur Verfügung stehenden Zeit und um virtuelle Zeiten in unseren Antizipationen ebenso wie in Computeranimationen.

Zeit in Philosophie, Kunst und Naturwissenschaften spielt in den Reflexionen eine Rolle. In mehreren Beiträgen wird das Verhältnis von

---

2 Johannes W. Rohen: Reflexion über die Zeit. Vorwort. In: Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden 49(2000)2. S. 1.

Irreversibilität des Zeitpfeils und Zyklizität als Element der Reversibilität behandelt. Auf die Problematik einer vernünftigen Quantentheorie der Gravitation ist mit Hinweis auf die Planck-Zeit von  $5 \times 10^{-44}$  Sekunden eingegangen.<sup>3</sup> Prophetien, Virtualität und Fiktionen, Zeitskala und chemische Reaktionen werden behandelt, ebenso physiologische Rhythmen und Perspektiven des Alterns. Es wird, wie in früheren Debatten, deutlich, wie schwer es ist, den Zeitbegriff als einigendes Band für die interdisziplinäre Arbeit genauer zu bestimmen.<sup>4</sup>

Ein Grund dafür sind verschiedene Facetten des Zeitverständnisses, die, in verschiedenen Kontexten genutzt, zu unterschiedlichen Auffassungen führen. Dazu gehört etwa die Frage nach dem Ziel der Geschichte. So wird z. B. aus historischen Analysen zum christlichen Zeitbegriff abgeleitet: »Für das säkulare historische Bewußtsein ist daran bedeutsam, daß es überhaupt die Vorstellung eines Zieles/Telos für die Geschichte gibt.«<sup>5</sup> In ganz anderem Zusammenhang führen Hinweise auf die Quantentheorie zur Feststellung: »An allen Ecken und Enden dieser Theorien tauchen nicht nur kausale, sondern auch finale, das heißt auf ein Ziel gerichtete (teleologische) Prinzipien auf.«<sup>6</sup> Am Beispiel von Überlegungen zur Architektur wird dagegen »das Bekenntnis zum ›offenen‹ Kunstwerk, zur Ziellosigkeit der Geschichte und zur Vielfalt der kulturellen Ressourcen« gefordert.<sup>7</sup> Zeit ist eben mit dem Ende einer Epoche auch Anfang einer anderen und mit der Zyklizität ergibt sich nicht nur Stagnation und Regression, sondern auch die Chance zur Höherentwicklung.<sup>8</sup> Ich will hier schon das andeuten, was uns später noch beschäftigen wird. Wir leben als endliche Menschen mit endlicher Vernunft, eventuell sogar als endliche existierende Menschengattung, in der unerschöpflichen kosmisch-physikalischen, in der irdischen, der historisch-kulturellen und der individuellen Zeitdimension. Zeithorizonte bestimmen den konkret-historischen Erkenntnis- und Gestaltungsspielraum

- 
- 3 Siehe Michael H. Soffel/Gerhard Soff: Die Zeit in der Physik. In: Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden 49(2000)2. S. 60.
  - 4 Siehe Herbert Hörz: Philosophie der Zeit. Berlin 1990. S. 57ff.
  - 5 Hanna-Barbara Gwerl-Falkovitz: Ante Christum natum – post Christum natum. In: Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden 49(2000)2. S. 11.
  - 6 Richard H.W. Funk, Zeit – Facetten eines Phänomens. In: Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden 49(2000)2. S. 6.
  - 7 Siehe Hans-Georg Lippert: Gothic for ever? In: Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden 49(2000)2. S. 42.
  - 8 Siehe Herbert Hörz/Karl-Friedrich Wessel: Philosophische Entwicklungstheorie. Berlin 1983.

von Individuen und sozialen Gruppen, in dem sie ihre Existenz- und Lebensbedingungen erdulden und verändern. Dabei gibt es relative Ziele des Geschehens, d. h. Gestaltungsmöglichkeiten, die aus der Analyse der Vergangenheit und der Gestaltung der Gegenwart erkannt werden, worauf sich Visionen über die Zukunft aufbauen lassen. Sie wirken sich auf Zielsetzungen unseres Handelns aus. Insofern sind im Erkennen und Handeln immer kausale und finale Elemente verwoben und führen mit trial-and-error zu Differenzen zwischen Zielsetzung und Resultaten. Wir lernen aus der Vergangenheit, um die Zukunft zu gestalten. Dabei helfen uns Virtualisierungen der Zeit. Wir antizipieren zukünftige Zustände, die wir erreichen wollen.

Auch dieses Problem spielt in den Dresdner Reflexionen eine Rolle. So setzt sich Thomas Rentsch kritisch mit dem Strukturmodell auseinander, nach dem »Gesamtgeschichtsdeutung durch Totsagen und damit verbundene Prophezeiung künftigen Heils bzw. auch Unheils«<sup>9</sup> erfolge wie der Tod Gottes oder des Subjekts, das Ende der Geschichte oder das der bürgerlichen Gesellschaft. Er lehnt Zeitdiagnosen mit vagen Rahmenkategorien der Diffusion, gerichtet gegen die Feststellung von Jürgen Habermas zur »Neuen Unübersichtlichkeit«, ebenso ab wie das Schlagwort von der Globalisierung, da »wir es mit einer Pluralisierung der Akteure auf der internationalen Ebene zu tun«<sup>10</sup> haben. Seine Forderung ist ein selbstkritisches Vernunftverständnis, »in dem die konkrete humane Praxis endlicher Individuen in ihrer ganzen Komplexität der letzte Bezugspunkt ist und bleibt.«<sup>11</sup> Das bedeutet, die irdische Zeitdimension und die *conditio humana* als freie Entfaltung von autonomen Individuen zu beachten. Was hier aus dem Zeitbegriff an Vorstellungen zur Demokratie entwickelt wird, muß nicht unbedingt mit dem Zeitbegriff verbunden werden. So hat an anderer Stelle Johann Götschl Überlegungen zu einer neuen qualitativen Demokratie aus einem neuen evolutiven dynamischen Forschungsparadigma des 21. Jahrhunderts abgeleitet, denn im Zeitalter der Digitalisierung rücken Wissensprozesse und demokratische Prozesse näher aneinander.<sup>12</sup> Damit entstehen

---

9 Thomas Rentsch: Wo stehen wir heute? Philosophische Reflexionen der Jahrtausendwende. In: Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden 49(2000)2. S. 17.

10 Ebenda. S. 21.

11 Ebenda. S. 22.

12 Siehe Johann Götschl: Charakteristika eines evolutiven dynamischen Wissenschaftsbegriffes. Alexander von Humboldt als Vorläufer einer evolutiven Modellierung der Wissenschaftsentwicklung. In: Ottmar Ette/Ute Hermanns/Bernd M. Scherer/Christian Suckow: Alexander von Humboldt – Aufbruch in die Moderne. Berlin 2001. S. 112f.

Potenzen für eine qualitative Demokratie der Zukunft, »die durch einen Anstieg von Autonomie und Souveränität des Individuums gekennzeichnet ist.«<sup>13</sup> Er zeigt, daß Menschenrechte, Freiheit und Autonomie enger verbunden werden, denn es gelte: »Bereits die Negation von Autonomie des Einzelnen und Verhinderung von Kreativität könnte als ein Angriff auf Menschenrechte gelesen werden, da damit der Einzelne mental paralysiert wird. Ist der Einzelne paralysiert, so verliert eine qualitative Demokratie die Grundlagen ihrer eigenen Existenz. Stärker ausgedrückt, vernichtet ein Gesellschaftssystem ihr eigenes kreatives Potential, so vernichtet es nicht nur den einzelnen, sondern auch sich selbst.«<sup>14</sup> Zeit bleibt also stets ein philosophischer Oberbegriff, unter den alle realen und virtuellen Entitäten eingeordnet werden können.

Es ist interessant, wie Überlegungen zur Zeit und zu Bedingungen der Wissensgenerierung, man könnte weitere hinzufügen, wie wir sie schon auf dem Kolloquium zu Entscheidungen besprochen haben,<sup>15</sup> immer wieder zu solchen grundsätzlichen Problemen führen, die für unsere gegenwärtige Lebensweise entscheidend sind: Welche Zeitbomben technologischer, ökologischer, demographischer, politisch-sozialer Art ticken schon? Schaffen wir es, unsere Lebenswelt so zu gestalten, daß der Freiheitsgewinn der Individuen gesichert ist? Wie soll eine zukünftige Demokratie aussehen? Auch hier erweist sich die Zeitproblematik als Fokus vieler Probleme, die nicht auf ihre zeitlichen Dimensionen reduziert werden dürfen, obwohl die Überschreitung bestimmter Zeitgrenzen furchtbare Folgen haben kann.

### 3. *Zeit als soziale Institution*

Der Philosoph und Soziologe Norbert Elias (1897–1990) schrieb Mitte der achtziger Jahre: »Wenn man Probleme der Zeit untersucht, kann man mancherlei über Menschen und so auch über sich selbst lernen, das zuvor nicht recht faßbar war.«<sup>16</sup> Elias war nach der Promotion 1924 Assistent von Karl Mannheim in Heidelberg und Frankfurt, der die Wissenssoziologie

---

13 Ebenda. S. 131.

14 Ebenda. S. 132.

15 Entscheidungen im Spannungsfeld von Naturprozessen und humaner Lebensgestaltung. Kolloquium am 21. April 2001 in Dresden. S. 30ff. (Rosa-Luxemburg-Stiftung Sachsen e.V. Texte zur Philosophie. Heft 9).

16 Norbert Elias: Über die Zeit. Frankfurt am Main 1988. S. VII.

entwarf.<sup>17</sup> Ausgehend vom Marxismus, der die soziale Seinsgebundenheit von Theorien aufgedeckt habe, ist für Mannheim die gesellschaftliche Gebundenheit von Denkweisen und Theorien der Gegenstand der Wissenssoziologie. In dieser Richtung versucht Elias die entgegengesetzten Positionen von der Zeit als natürlicher Gegebenheit wie bei Isaac Newton oder als angeborener Erlebnisform wie bei Immanuel Kant zu überwinden. Menschliches Wissen sei das Ergebnis eines langen Lernprozesses der Menschen. Das gelte auch für die Zeit. Zum sozialen Wissensbestand unserer modernen Gesellschaft gehören Kalender und Uhren, mit denen der Lebensverlauf und der gesamte zwischenmenschliche Verkehr geregelt wird. »Man lernt sowohl den Begriff wie die von ihm untrennbare soziale Institution der Zeit von Kindheit an. [...] Wenn er oder sie nicht lernt, während der ersten zehn Jahre des Lebens eine dieser Institution gemäße Selbstzwangsapparatur zu entwickeln, wenn, mit anderen Worten, ein heranwachsender Mensch in einer solchen Gesellschaft nicht frühzeitig lernt, das eigene Verhalten und Empfinden selbst entsprechend der sozialen Institution der Zeit zu regulieren, dann wird es für einen solchen Menschen recht schwer, wenn nicht unmöglich sein, in dieser Gesellschaft die Position eines Erwachsenen auszufüllen.«<sup>18</sup> Fremdzwang der sozialen Zeitinstitution wird in ein Selbstzwangsmuster des Individuums verwandelt.

Wir haben es also bei der Zeit einerseits mit objektiven Zeitgebern wie Tag und Nacht, den Jahreszeiten oder Ebbe und Flut zu tun, die mit Uhren und Kalendern zu sozialen Institutionen wurden, wobei sich bestimmte Zeitregime für Menschengruppen unter konkret-historischen Existenzbedingungen entwickelten, zu denen sich die Individuen anpassend, gestaltend oder ignorierend verhielten, was Sanktionen nach sich zog. Die Natur hat einen zeitlichen Ablauf auch ohne menschliche Existenz. Darunter ist zu verstehen, daß natürliche Systeme ein Anfang und ein Ende, d. h. eine Existenzdauer haben, sich im Raum nebeneinander oder in der Zeit nacheinander bewegen und dadurch eine Ordnung des Geschehens existiert, die Menschen mit Zeit- und Raumbegriffen zu erfassen suchen. Zeit ist deshalb Existenzform des Geschehens, ohne daß mit der Dauer, Ordnung und Richtung von Prozessen auch schon der Geschehensinhalt bestimmt wäre.

Andererseits existieren konkret-historische Menschengruppen in diesen Zeitrelationen, erleben und gestalten sie. Wir brauchen Zeit, d. h. einen Ge-

---

17 Siehe Karl Mannheim: *Ideologie und Utopie*. Bonn 1929.

18 Norbert Elias: *Über die Zeit*. Frankfurt am Main 1988. S. XVIII.

staltungsspielraum von bestimmter Dauer, in dem etwas zu erledigen ist. Die Zeit rast, d. h. unsere Erlebnisfülle ist so groß, daß wir die objektive Dauer so empfinden, als ginge alles schneller als vorgesehen. Die Zeit vergeht nicht, d. h. wir erwarten ein Ereignis, das, nach unserem Wunsch bald eintreten soll. So wird Zeit für uns zur Lebensform.

Wir können festhalten: Zeit ist eine philosophische Kategorie zur Bezeichnung einer Existenzform des realen Geschehens und einer Lebensform der Menschen, die von uns erlebt, erkannt, genutzt und gestaltet wird. Sie umfaßt die objektive Zeit als Dauer von Ereignissen und als Ordnung des Geschehens mit dem Nacheinander von Prozessen und der Richtung von der Vergangenheit in die Zukunft sowie die subjektive Zeit als Gestaltungsprinzip und Lebensgefühl. In der Alltagssprache drückt Zeit den Ereignisfluß von der Vergangenheit als den nicht beeinflussbaren Ereignissen über die gestaltbare Gegenwart bis zur offenen Zukunft aus. »Zeit ist Thema der Wissenschaftstheorie als reeller Parameter, durch den die Naturereignisse universell in ein Ordnungssystem gebracht werden können, die Dauer von Ereignissen bestimmt wird und durch dessen Symmetrieeigenschaften die Form von Naturgesetzen zu charakterisieren ist.«<sup>19</sup>

Zeitmessung erfolgt mit Uhren und Kalendern. Jeder periodische Vorgang, der reproduzierbar und dessen Frequenz konstant ist, kann zur Festlegung einer Zeiteinheit genutzt werden. Mit der mittleren Umlaufzeit der Erde um die Sonne erfolgte die Einteilung in Jahre, Monate und Tage und durch die Teilung eines mittleren Sonnentags erhielt man Stunden, Minuten und Sekunden. Mit Atomuhren (Cäsiumstrahlen) wurde 1967 die astronomische Zeitmessung durch die Basiseinheit der Atomsekunde ersetzt. Cäsiumuhren lassen eine Abweichung von etwa 2 Sekunden in 1 Million Jahren zu. Die geringste mögliche Zeitspanne menschlicher Wahrnehmung umfaßt den Bruchteil einer Sekunde. Was der Sprachwissenschaftler Fritz Mauthner zu Beginn des 20. Jahrhunderts feststellte, gilt auch heute noch: »Trotz dieser Genauigkeit der subjektiven Empfindung und der objektiven Messung ist das Zeitproblem eines der schwersten Probleme der Menschheit geblieben.«<sup>20</sup>

---

19 Handbuch wissenschaftstheoretischer Begriffe. Hrsg. von Josef Speck. Bd. 3 (R–Z). Stichwort Zeit. Göttingen 1980. S. 777.

20 Fritz Mauthner: Wörterbuch der Philosophie. Zweiter Band. Stichwort Zeit. München-Leipzig 1914. S. 584.

#### 4. Bemerkungen zur Geschichte des Zeitverständnisses

Das Zeitverständnis im historischen Prozeß umfaßt das Verhältnis von substantivischer und relationaler Zeitauffassung. Man kann sich die Frage stellen, ob Zeit in Zeitpartikeln existiert oder nur eine Relation zwischen Prozessen ist. Beobachtungen führten dazu, Beziehungen zwischen Zeitzyklen zu erkennen, die sich in den Tag- und Nacht-Rhythmen, in den jährlich wiederkehrenden Jahreszeiten, im Ablauf von Saat, Reife und Ernte, im Leben von der Geburt bis zum Tod zeigen. Mit der Linearität der Zeit wird ausgedrückt, daß nur der reine Ablauf existiert, in dem es keine Wiederholungen gibt. Zeit ist generell Ablauf, doch können wir die Struktur des Ablaufs mit Prozeßverläufen koppeln, um eine bestimmte Struktur der Zeit zu erkennen.

Die erste Etappe des Zeitbewußtseins der Menschen ist der Übergang vom Mythos zur Philosophie der Zeit. In Mythen erfaßten Menschen die Zeitordnung der Natur und ihres Lebens als Taten von Göttern und unsichtbaren Mächten. Im Kulturbereich Persien trat im 1. Jh. v. u. Z. gerichtetes Geschichtsdenken auf, das eine Zukunft annahm, in der, nach Zarathustra, das Gute siegen wird. Die Hebräer kennen die Zeit des Vollbrachten und des Unvollbrachten, was Handeln herausfordert. Die Ägypter verbanden ihr Verständnis von Zeit mit dem Nil, der jährlich mit Überschwemmungen Zyklizität im Sinne der prinzipiellen Wiederholung der Ereignisse ausdrückt, jedoch in seinem Fließen ohne Anfang und Ende linear verläuft. Griechische Denker beschäftigten sich mit der Metaphysik, mit dem, was nach der Physik kommt, eben mit den ersten Ursachen und Gründen des Seins. Dazu mußte über den Raum als dem Nebeneinander des Geschehens und über die Zeit als dem Nacheinander der Prozesse reflektiert werden. So ging das Zeitbewußtsein in die Philosophie ein. Für Aristoteles war Zeit mit Raum und Bewegung eine relationale Größe, die das Nacheinander des Geschehens erfaßte und nicht unabhängig von den Körpern existierte. Für ihn war Zeit eine kontinuierliche Quantität.<sup>21</sup>

Mit der Diskussion um Kontingenz im Mittelalter fragte man, ob Gott die Welt in der Zeit schuf oder ob sie zeitlos mit ihrem Schöpfer verbunden sei. Neuem und Modernem begegnete man mit Mißtrauen, da es nicht durch die Tradition geheiligt war. So wurden Zeitbegriffe bewertend genutzt. Die klassische Mechanik führte zur Entsubjektivierung der Zeit.

---

21 Siehe Aristoteles: Kategorien. Leipzig 1948. S. 46f.

Durch eine präzisere Zeitmessung mit dem Bau mechanischer Geräte mit rhythmischen Vorgängen und der genaueren Bestimmung von Kalendern mit dem Ausbau der Astronomie kam zeitliche Ordnung in das tägliche Leben. Zugleich wurden theoretische Grundlagen der Zeit ausgearbeitet. Die Dauer periodischer Vorgänge nutzte man als Rahmenzeit zur Messung anderer Vorgänge. In der Newtonschen Theorie ist die Transformation eines Systems in ein anderes durch die mögliche Projektion auf eine absolute Zeit zeitunabhängig. Naturgesetze waren als zeitliche Invarianten zu formulieren. Mit dem durch Geologie und Biologie geforderten Evolutionsdenken wurde die Frage nach dem inneren zeitlichen Zusammenhang auseinander sich entwickelnder Erdformationen und Lebewesen aktuell. Vom 17. bis zum 19. Jahrhundert bestimmte Linearität und Fortschrittsdenken die Zeitauffassung. Die Zyklizität wurde unterschätzt. Kant brachte die neuen Erkenntnisse der Naturwissenschaften auf den philosophischen Begriff. Für ihn ist Zeit eine apriori existierende Anschauungsform, die allen Erfahrungen zu Grunde liegt.<sup>22</sup> Ludwig Feuerbach faßte dagegen Zeit als Existenzform allen Wesens.<sup>23</sup> Georg Wilhelm Friedrich Hegel verband Zeit mit Werden. Ist die Entwicklung des Geistes abgeschlossen, dann ist die Zeit erfüllt und sie wird zum reinen Begriff.<sup>24</sup> Friedrich Engels unterschied zwischen dem Zeitbegriff und der wirklichen Zeit, wobei die Zeit als Grundform des Seins ohne Materie nichts als eine leere Abstraktion sei.<sup>25</sup> Zeitforscher, die an Kant anknüpften, betonten die leere Anschauungsform, die durch Empirie auszufüllen sei. Das widerspricht nicht der Auffassung von der Zeit als Existenzform der Materie, wenn Zeitvorstellungen als relativ apriori genommen werden.

Die Zeitauffassung änderte sich prinzipiell mit der Relativitätstheorie, in der es keine absolute Weltzeit gibt. In der Kosmologie wird die Frage nach dem begrenzten zeitlichen Verlauf unseres Universums behandelt und die Durchbrechung der Zeitsymmetrie bei Naturgesetzen diskutiert. Experimente mit dem Zeitgefühl von Kosmonauten und Astronauten zeigten beträchtliche Differenzen zwischen objektiver Dauer von Ereignissen und der subjektiven Wahrnehmung dieser Dauer. Gegen die Dominanz der objekti-

---

22 Siehe Immanuel Kant: Kritik der reinen Vernunft. Riga 1781. A 38.

23 Siehe Ludwig Feuerbach: Zur Kritik der Hegelschen Philosophie. Berlin 1955. S. 78.

24 Siehe Georg Wilhelm Friedrich Hegel: Phänomenologie des Geistes. Leipzig 1949. S. 558ff.

25 Siehe Friedrich Engels: Herrn Eugen Dührings Umwälzung der Wissenschaft. In: MEW. Bd. 20. S. 48f.

ven Zeit wandten sich dann existentialistische Philosophen. Sie begriffen Zeit als Lebensgefühl und Gestaltungsprinzip. Henri Bergson unterschied zwischen der abstrakten meßbaren Zeit der Uhren (temps) und der wahren Zeit (dureé), der schöpferischen fließenden Dauer.<sup>26</sup> Für Martin Heidegger verband sich die Frage nach der Zeit mit der nach dem Sinn des Seins überhaupt.<sup>27</sup>

Unser Wissen über die Zeit entwickelte sich ebenso wie unsere Erfahrungen mit den sozial bedingten Zeitregimen und ihrer Gestaltung, denken wir etwa an den Kampf um den 8-Stunden-Tag, um die Regelung von Urlaubszeiten, um die Arbeitsbefreiung bei Krankheit und Schwangerschaft usw. So bringen philosophische Auffassungen verschiedene Aspekte des Zeitverständnisses im doppelten Sinn zum Ausdruck. Sie philosophieren über den Zeitbegriff, über die Zeit als Existenz- und Lebensform und versuchen, die konkret-historische Etappe der Entwicklung mit ihren Zeitformen und deren Inhalten zu verstehen. Insofern ist die Zeit ein Fokus für alle Probleme. Sie können alle unter dem Zeitaspekt, d. h. der Dauer, der Ordnung und Richtung, des damit verbundenen Lebensgefühls und der Gestaltungsräume, gesehen werden oder als inhaltliche Fragen im Rahmen der Zeitvorstellungen beantwortet werden. Damit ist eine Reihe theoretischer Probleme verbunden, auf die nun hingewiesen werden soll.

##### *5. Debatten über philosophisch-theoretische Grundlagen des Zeitverständnisses*

Nichts existiert außerhalb der Zeit. Damit haben wir nicht mehr ausgesagt, als daß die Zeit eine Existenzform des Geschehens ist. Ihre Spezifik besteht im Nacheinander der Prozesse, während der Raum das Nebeneinander erfaßt. Dieses Nacheinander hat verschiedene Aspekte. Jedes Ding oder System hat einen Anfang und ein Ende. Das ist die Existenzdauer, die wir mit anderen Abläufen messen. Grundlage unserer Chronologie waren und sind die natürlichen beobachtbaren Zeiteinheiten: der Sonntag, der auf der Erdrotation beruht und dessen Dauer von einem Höchststand der Sonne zum anderen reicht, sowie das Tropische Jahr, das von einem Durchgang der Sonne durch den Frühlingspunkt reicht und mit dem Umlauf der

---

26 Siehe Henri Bergson: *Zeit und Freiheit*. Jena 1920.

27 Siehe Martin Heidegger: *Sein und Zeit*. Halle 1927.

Erde um die Sonne verbunden ist. Hinzu kommt zur Unterteilung des Jahres noch der synodische Monat, der die Dauer des Geschehens von einer Mondphase bis zur gleichen nächsten umfaßt. Wir messen die Dauer des Geschehens mit beobachtbaren Rahmenzeiten. Da viele Prozesse nebeneinander ablaufen, bringen wir mit der Zeitdauer eine Ordnung des Nacheinander in dieses Nebeneinander. Nutzen wir dann noch unsere Einsicht, daß Ursachen Wirkungen hervorbringen, dann ergibt sich für Kausalbeziehungen eine zeitliche Richtung. Unsere Erfahrung mit der Kausalität als inhaltlich und zeitlich gerichteter Grundform des Zusammenhangs läßt uns eine Richtung des Geschehens annehmen, die wir mit der Zeit verbinden. Zeit ist deshalb Dauer, Ordnung und Richtung des Geschehens.

Zwar ist Zeit immer ein Aufeinanderfolgen von Ereignissen, doch interessiert uns auch die zeitliche Struktur von Prozessen. Handelt es sich um zyklische Wiederholungen bestimmter wesentlicher Aspekte des Geschehens, dann fassen wir die Zeit in bestimmten Zeitskalen, die linear oder zyklisch verlaufen. In diesem Sinne kann man auch von der Linearität oder der Zyklizität der Zeit sprechen, wenn man sich dessen bewußt ist, daß es sich um lineare und zyklische Prozesse handelt, die in der Zeit ablaufen und uns zu verschiedenen Formen von Zeitskalen führen. Wenn wir Zeitmessungen vornehmen, dann kann das mit inneren und mit äußeren Uhren geschehen. Der Beobachter eines zyklischen Prozesses kann mit der äußeren Uhr die Dauer des Zyklus und seiner Phasen messen. Die innere Uhr des Prozesses ist durch sein Systemverhalten bestimmt. Dafür existieren von Menschen erkannte Regularitäten und Gesetzmäßigkeiten, wie etwa der Reifezyklus von Lebewesen. Ein alltägliches Beispiel ist die Beobachtung von vorbeifahrenden Zügen. Mit der äußeren Uhr wird die Geschwindigkeit gemessen, mit der der Zug vorbeifährt, mit der inneren Uhr die Dauer der Reise. Treten etwa Beschleunigungen auf, dann sind sie innen und außen unterschiedlich bemerkbar.

Endlichkeit oder Unendlichkeit der Zeit, die kosmische, irdische, kulturelle und individuelle Zeitdimension spielen eine Rolle. Inzwischen gibt es viele Zeitmesser, die als Rahmenzeiten genutzt werden können, obwohl wir mit dem Kalender an den astronomischen Grundlagen festhalten. Wir wissen von der Wasser- und Sanduhr, kennen die mechanische Uhr und nutzen diffizile kontinuierliche Prozesse, wie die Atomuhr, also den Zerfall von Teilchen, zur Messung der Dauer. Daraus entstand die bis Anfang des 20. Jahrhunderts geltende Auffassung von einer absoluten Zeit in einem absoluten Raum. Albert Einstein zeigte die Relativität der Zeit. Sie ist nicht absolut, sondern es gibt bestimmte Systemzeiten, die abhängig von den

Bewegungen im System sind. Mit der Lichtgeschwindigkeit ist dabei eine höchste Signalgeschwindigkeit gegeben. Dadurch ist es nicht möglich, die Gleichzeitigkeit von Ereignissen absolut zu bestimmen. Zeit ist also immer relativ, bezogen auf bestimmte Systeme (Prozesse) und deren Wechselwirkungen.

Zeit ist als Substanz nicht wahrnehmbar. Noch ist der Streit zwischen substantivischer und relationaler Zeitauffassung nicht entschieden. Es wurden bisher keine Zeiteilchen gefunden. Materiestruktur als die Gesamtheit der Beziehungen zwischen entstehenden, existierenden, sich entwickelnden und vergehenden Objekten ist eine Einheit von Materiearten, zu denen Galaxien, Elementarobjekte, Atome, Moleküle, Lebewesen, soziale Systeme gehören, und von Materieformen, eben Bewegung, Raum und Zeit, Information, Selbstorganisation. Ob für die Materieform Zeit eine ganz bestimmte Materieart, eben die Tachyonen, die Zeiteilchen, entdeckt werden können, ist fraglich.<sup>28</sup> Würden Tachyonen gefunden, dann wären sie als Materiearten durch ihre Parameter zu bestimmen, was der substantivischen Auffassung entspräche. Die Trennung zwischen Materiearten und -formen ist jedoch relativ. Relationen von Prozessen werden durch virtuelle und wirkliche Teilchen dargestellt, die teilweise nicht isoliert beobachtet werden können. Die Entdeckung von Tachyonen wäre so keine endgültige Entscheidung des Streits zwischen relationaler und substantivischer Auffassung, da das Verhältnis von Materiearten und -formen neu bestimmt werden müßte, denn Zeiteilchen existieren auch in der Zeit. Würden sie entdeckt, dann müßte die zeitliche Struktur dieser Zeiteilchen untersucht werden. Wir wären also wieder bei der dialektischen Beziehung von Materiearten und Materieformen. Tachyonen würden sich wieder als eigenschaftliche Teilchen erweisen und nicht die reine Zeit, den reinen Ablauf, erfassen. Wir bleiben deshalb beim relationalen Zeitverständnis, nach dem Zeit nur existieren kann, wenn etwas geschieht.

In der Diskussion um die Zeit sind drei Richtungen erkennbar, die nicht eindeutig Personen oder Schulen zuzuordnen sind. Erstens werden vieldimensionale Räume als Strukturgefüge qualitativer Beziehungen mathematisch untersucht, in denen die Zeit keine ausgezeichnete Rolle spielt. Zweitens gibt es Überlegungen, Raum- und Zeiteilchen mit den Gravitonen und den Tachyonen zu finden. Drittens werden immer mal wieder grand unification theories (GUT's) favorisiert, in denen Zeit keine ausgezeichnete

---

28 Siehe Herbert Hörz: Philosophie der Zeit. Berlin 1990. S. 57ff.

Rolle spielt. Ihre Vorhersagefähigkeit ist durch Unschärferelationen eingeschränkt sowie dadurch, daß wir exakte mathematische Gleichungen nur näherungsweise lösen können. Ein philosophischer Grund dafür könnte die Unerschöpflichkeit der Materiestruktur sein, die sich nicht auf eine Grundart und eine Grundform zurückführen läßt. Dafür sprechen die angenommenen Singularitäten mit dem Urknall und den schwarzen Löchern, in denen keine Zeit existiert, die jedoch in zeitliche Abläufe eingeordnet werden können.

Als theoretische Probleme ergaben sich in der Geschichte auch das Verhältnis von Zyklizität und Linearität und das von Diskontinuität und Kontinuität der Prozesse, bezogen auf die Zeit. Die Ägypter rechneten mit jährlichen Nilüberschwemmungen und so mit dem Jahreszyklus, erkannten jedoch zugleich den stetigen Verlauf des Nils. Die Kontinuität des Zeitgeschehens fanden sie auch in der Nachfolge der Pharaonen wieder. Zeit als Kategorie zur Bezeichnung des Nacheinander umfaßte die Einheit von Zyklizität und Linearität der Prozesse in der Zeit. Das führte zu linearen oder zyklischen Zeitskalen, die das Nacheinander, also die allgemeine Zeit als Oberbegriff, spezifisch strukturieren. Zyklen sind Wiederholungen im irreversiblen Geschehen, gemessen mit einer Rahmenzeit, die die Dauer bestimmt. Sie existieren in einer Hierarchie von Hyper-, Groß- und Kleinzyklen. Hyperzyklen sind grundlegende Prozesse in der kosmischen, irdischen und sozialen Entwicklung. Interessant sind für uns solche sozialen Zyklen, wie die Loslösung des Wissenserwerbs von der praktischen Tätigkeit mit der Entwicklung wissenschaftlicher Eliten und der möglichen neuen Einheit von Wissenschaft und Praxis, verbunden mit einer Demokratisierung des Wissens. Großzyklen können sich im Rahmen der Kondratieff-Zyklen von 60 und der Halbzyklen von 30 Jahren bewegen.<sup>29</sup> Kleinzyklen umfassen etwa 7 bis 8 Jahre.<sup>30</sup>

Ohne die mit der Zyklizität existierende Wiederholbarkeit wesentlicher Ereignisse wären Menschen nicht in der Lage, das Geschehen in seinen Regularitäten und Gesetzmäßigkeiten zu erkennen. Es wiederholen sich wesentliche Kausalbeziehungen, was zur moralischen und rechtlichen Nor-

---

29 Nikolai Dmitriewitsch Kondratieff (1892–1938), russischer Volkswirtschaftler, gründete 1929 das »Moskauer Konjunktur Institut«. In »Die langen Wellen der Konjunktur« beschrieb er Wirtschaftszyklen von jeweils 60 Jahren. Siehe Nikolas D. Kondratieff: Die langen Wellen der Konjunktur. Tübingen 1926.

30 Siehe Herbert Hörz: Selbstorganisation sozialer Systeme. Münster 1993. S. 302f.

mierung menschlichen Verhaltens dienen kann, auch zur Regulierung von Tagesabläufen und zur Arbeitsorganisation. Gesetzmäßigkeiten sind erkannte oder noch zu erkennende Systeme von Gesetzen, die wiederholbare allgemein-notwendige Beziehungen ausdrücken. Zyklen spielen für die Zeitrichtung eine Rolle. Folgt Zustand B auf Zustand A und Zustand C auf Zustand B, wobei C mit A, bezogen auf Struktur, Funktion und Verhaltensweise zwar wesentlich identisch, jedoch auch unterschieden ist, dann sprechen wir von einem Zyklus. Zyklizität ist eine wesentliche Komponente der Zeit als Ordnung des Geschehens, verbunden mit der Richtung.<sup>31</sup> Da in Entwicklungszyklen Neues entsteht, sind Kriterien zu finden, bei denen Ausgangs- und Endphase verglichen werden können, um die andere, neue oder höhere Qualität der Endphase gegenüber der Ausgangsphase zu bestimmen. Dabei ist zwischen theoretisch erkannten Ideal- und praktisch verwirklichten Realzyklen zu unterscheiden,<sup>32</sup> da Realzyklen unterbrochen oder deformiert fortgesetzt werden können, der Idealzyklus jedoch den möglichen ungestörten Verlauf anzeigt, was zur Heuristik bei der Suche nach den Störungen dienen kann. Vor allem ist die Rolle gesellschaftlicher Groß- und Kleinzyklen weiter zu untersuchen, da sich mit der Transformation der Staatsdiktatur des Frühsozialismus in die Kapitaldiktatur theoretisch mögliche Zyklizitäten zeigten, die nicht erwartet wurden und deren weiterer Verlauf zu prognostizieren wäre.

In den Aporien des Zenon vom fliegenden Pfeil, der ruht, oder von Achilles, der die Schildkröte nicht einholen kann, wird die Bewegung als Summe von Ruhepunkten gefaßt. Die Auflösung der Probleme kann nur durch die Einsicht erfolgen, daß das Geschehen in der Zeit zwar kontinuierlich ist, doch durch Ruhepunkte unterbrochen wird. Diese Einsicht hat sich durch die Erkenntnisse über den Welle-Korpuskel-Charakter von Elementarobjekten verstärkt, denn Wellen sind kontinuierlich und Korpuskeln diskontinuierlich. Wir können Zeit nicht auf lineare Prozesse allein zurückführen, wenn wir Zeitstrukturen untersuchen. Dafür sind Zyklizitäten zu beachten. Zeitliche Abläufe sind auch nicht auf Diskontinuitäten, auf die Summe von Ruhepunkten in der Bewegung, zu beschränken, denn Kontinuität existiert. Zeit ist allgemeine Existenzform des Geschehens, deren konkrete Struktur in den Systemen und Prozessen zu bestimmen ist.

---

31 Siehe ebenda. S. 49f.

32 Siehe Herbert Hörz: Zyklizität als philosophisches Problem. In: Zeitschrift für Geologische Wissenschaften. Berlin 12(1984)1. S. 5–15.

Philosophisch ist zwischen Rahmen- und Eigenzeit von sich verändernden Systemen zu unterscheiden. Die Rahmenzeit oder die äußere Uhr, mit der die Dauer von Ereignissen gemessen wird, basiert auf der Periodizität anderer Ereignisse, gegenwärtig auf Atomuhren, die eine Eigenzeit, d. h. eine innere Rhythmik, eine innere Uhr, haben. Rahmenzeiten sind linear, da sie einfach das Nacheinander der Zeit, entsprechend dem Zeitbegriff als Oberbegriff für spezifische Zeitskalen, ausdrücken. Sie erfassen Dauer, Ordnung und Richtung eines Ereignisses. Dagegen sind Eigenzeiten von Objekten in zyklischen Zeitskalen zu erfassen, da die innere Periodizität das Verhalten bestimmt. Jedes System hat seine Eigenzeit, wie der Reifezyklus von Pflanzen, die Evolution und Zerstörung sozialer Systemstrukturen und überhaupt der Anfang, die Ausgestaltung und das Ende eines Objekts zeigen. Eigenzeiten erfassen wir über Rahmenzeiten. Die Rahmenzeit gibt die Richtung an.

Die Richtung der Zeit steht im Zusammenhang mit der Irreversibilität von Prozessen.<sup>33</sup> So gibt die zunehmende Entropie in geschlossenen Systemen ebenso eine Richtung für die Zeit vor, wie big-bang-Theorien. Strukturbildungsprozesse bei der Selbstorganisation sind auch gerichtet. Stephen Hawking nimmt drei Zeitpfeile an, den thermodynamischen, der mit der Zunahme von Entropie verbunden ist, den psychologischen, der das Gefühl des Fortschreitens der Zeit umfaßt, und den kosmologischen mit der Ausdehnung des Universums.<sup>34</sup> Kenneth G. Denbigh nennt drei Zeitkonzeptionen mit unterschiedlichem Herangehen an die Zeitrichtung.<sup>35</sup> In der Physik hat Zeit als Koordinate keine ausgezeichnete Richtung. In Thermodynamik und Biologie ist Zeit mit Irreversibilität von Prozessen verbunden. Das Zeitbewußtsein zeichnet die Gegenwart aus. Nehmen wir die Irreversibilität der Prozesse, dann betonen wir die Richtung der Rahmenzeit, die jedoch mit zyklischen Eigenzeiten der Systeme verbunden sein kann. Ohne Irreversibilität gäbe es nichts Neues, ohne Reversibilität keine Erkenntnis.

Was ist irreversibel? Jedes einzelne Ereignis wiederholt sich nicht in allen seinen Aspekten. Es entsteht Neues. Das einfache Nacheinander in

---

33 Siehe Hans Reichenbach: *The Direction of Time*. Berkeley-Los Angeles-London 1956.

34 Siehe Stephen Hawking: *Eine kurze Geschichte der Zeit*. Reinbek bei Hamburg 1991. S. 183.

35 Siehe Kenneth G. Denbigh: *Three Concepts of Time*. Berlin-Heidelberg-New York 1981.

der Zeit ist nicht umkehrbar. Zeit vergeht und ist nicht zurückzuholen. Reversibel, wiederholbar, sind wesentliche Kausalbeziehungen, Gesetze (Regularitäten), Zyklen und Entwicklungstrends, einschließlich des genetischen Programms zur Reproduktion von Lebewesen, bei denen keine identischen Kopien entstehen, was für die Diskussion um das Klonen von Menschen interessant sein könnte.

Wer Zeit auf die objektiv meßbare Dauer von Ereignissen reduziert, vernachlässigt z. B. die von der objektiven Zeit unterschiedene Zeitwahrnehmung. Beim Warten dehnt sich Zeit subjektiv, bei wichtigen Ereignissen vergeht sie dem Empfinden nach sehr schnell. Zeit ist Gestaltungsraum. Die von der Naturwissenschaft in den Vordergrund gerückte objektive Zeit ist mit dem Zeitgefühl und Zeit als gestaltbarer Wirklichkeit zu verbinden. Eine große Rolle spielt deshalb die kulturell-soziale Zeitdimension und prinzipiell die Frage nach der Zeit als Lebensgefühl und Gestaltungsprinzip. Rudolf Wendorff betrachtet die Kulturentwicklung unter dem Aspekt der Veränderung des Zeitbewußtseins.<sup>36</sup> Er macht darauf aufmerksam, daß die beklagte Tyrannei der Zeit ein selbstgefertigtes Zeitnetz der Menschen ist.<sup>37</sup> Es wäre interessant, diese Untersuchungen auf außereuropäische Bereiche auszudehnen. Elias, für den Uhren sozial normierte Geschehensabläufe sind, nimmt die Zeit als soziales Symbol, womit er zu dem vierdimensionalen Raum-Zeit-Geschehen eine fünfte Dimension hinzufügen will, die für die Kommunikation der Menschen charakteristisch sei.<sup>38</sup> In vielen dieser Überlegungen ist der Zeitbegriff das Vehikel, um aktuelle Probleme darzulegen. Statt der Frage nachzugehen, was Zeit ist, wird die Vielfalt der Zeitphänomene betrachtet, was die These von der Zeit als Existenzform des Geschehens bestätigt.

### 6. Zur Heuristik des philosophischen Zeitverständnisses

Das Verständnis der Zeit als Dauer, Ordnung und Richtung des Geschehens (objektive Zeit) und als Lebensgefühl und Gestaltungsprinzip (subjektive Zeit) kann, wenn man Überlegungen zur Zeitstruktur, zu den linearen und zyklischen Zeitskalen, zu Rahmen- und Eigenzeiten usw. einbezieht, heuristisch, d. h. erkenntnisfördernd, für die Problemstellung und deren

36 Siehe Rudolf Wendorff: *Zeit und Kultur*. Opladen 1980.

37 Siehe Rudolf Wendorff: *Der Mensch und die Zeit*. Opladen 1988. S. 7.

38 Siehe Norbert Elias: *Über die Zeit*. Frankfurt am Main 1988. S. VII.

Lösung in verschiedenen Bereichen sein. Ich möchte dazu drei Fallbeispiele betrachten.

### *6.1. Entwicklung des Universums*

Oft wurde und wird die Frage bei der Diskussion um die Entstehung und Entwicklung unseres Universums gestellt: Was war denn vor dem big bang? Wir verlängern mit dieser Frage unsere lineare Zeitskala in Bereiche hinein, über die wir nichts sagen können. Zeit ist dort existent, wo Prozesse vor sich gehen, deren Nacheinander mit der Zeit erfaßt wird. Ein zerfallenes System hat keine Eigenzeit. Nach ihr zu fragen ist sinnlos. Die Bestimmung von Zeitstrukturen ist nur dort möglich, wo wir es mit bestimmten erkennbaren Prozessen zu tun haben. So verbinden wir die Existenz unseres Universums mit einer eigenen Zeitskala. Seit dem Urknall wären danach etwa 10 bis 20 Milliarden Jahre vergangen. Im Urknall selbst gab es keine Zeit. Wer deshalb die Unerschöpflichkeit der Materie anerkennt, wird feststellen, daß Zeit als Existenzform der Materie durch die innere Rhythmik materieller Systeme als Eigenzeit geprägt ist und von Menschen durch Rahmenzeiten gemessen wird. Die Rahmenzeit, die objektiv existiert, ist damit ein Erkenntnismittel, während Eigenzeit immer existiert, solange es wechselwirkende Objekte gibt. Es ist also mit dem Urknall (big bang) der Anfang der Rahmenzeit für das uns bekannte Universum gegeben und mit dem Vergehen unseres Universums (big crunch oder big crash) das Ende.

Man kann nun Modelle eines geschlossenen oder offenen Weltalls diskutieren. Sollten wir etwas über Vorgänge erfahren, die mit diesen Modellen nicht erfaßbar sind, dann müßten neue Modelle aufgestellt werden. Sollten während des big-bang bisher unbekannte Prozesse ablaufen, dann wäre dafür eine neue Zeitskala zu bestimmen. Hawking schlägt eine endliche Raum-Zeit ohne Grenzen vor. Zweidimensional vorstellbar ist das mit der Oberfläche der Erde. Wir können uns linear in der Zeit über den Globus bewegen, ohne an ein Ende zu kommen. In drei Dimensionen hätten wir so keine Grenze der Zeit, obwohl die das Objekt bestimmende Raum-Zeit endlich wäre. Hawking nimmt eine imaginäre Zeit an, in der es keine Singularitäten ohne Zeit gibt.<sup>39</sup> Damit wäre die Diskussion um Endlichkeit

---

39 Siehe Stephen Hawking: Eine kurze Geschichte der Zeit. Reinbek bei Hamburg 1991. S. 177.

oder Unendlichkeit der Zeit sinnlos. »Doch wenn das Universum wirklich völlig in sich selbst abgeschlossen ist, wenn es wirklich keine Grenze und keinen Rand hat, dann hätte es auch weder einen Anfang oder ein Ende. Es würde einfach sein. Wo wäre dann noch Raum für einen Schöpfer?«<sup>40</sup> So trifft sich diese Auffassung mit der philosophischen Position von der Ewigkeit des Universums und der Unerschöpflichkeit seiner Formen.

## 6.2. Chronobiologie

Die interdisziplinäre Arbeitsgruppe »Zeitrhythmik« der Leibniz-Sozietät hat sich zweimal mit Ergebnissen der Streßforschung, vorgetragen von Karl Hecht, befaßt. Die Gruppe begann mit der Arbeit, nachdem Franz Halberg, der 1950 die Chronobiologie begründete, im Januar 2001 über Ergebnisse seiner Forschungen vor der Klasse Naturwissenschaften der Leibniz-Sozietät sprach. Weitere Erkenntnisse trug er im Januar 2002 vor. Die Chronobiologie erfaßt Zeitstrukturen. Halberg machte deutlich, wie wichtig 7-tägige/24-stündige chronobiologisch auswertbare Blutdruck- und Herzfrequenzüberwachung zur Verhütung schwerwiegender Kreislaufkrankheiten ist. Auf großen internationalen Zusammenkünften werden die Ergebnisse der chronoscience vorgetragen.<sup>41</sup> Sie sind in den Konsequenzen für menschliches Verhalten zu bedenken, denn die »Zeit bestimmt als bio-soziale Anforderung unser Leben von der Geburt bis zum Tod. [...] Das bisher international erarbeitete theoretische und praktische Wissen über die Zeitmerkmale im menschlichen Leben ist reif für die breite gesellschaftliche Nutzung. Das Lehren von Zeitmanagement in vielen Berufen könnte bewußt einer sich ständig ausbreitenden Zeitnot entgegenwirken.«<sup>42</sup>

In den aktuellen Diskussionen, die ich mit Halberg zur Zeitproblematik führe, geht es u. a. um das Verhältnis von Systemzeit und Zeithorizont, um das von innerer Rhythmik und Zyklizität einerseits und Gestaltbarkeit des Geschehens andererseits. Meine Haltung ist: »Philosophie und Spezialwissenschaften konstituieren die Zeit als Erkenntnisobjekt durch die Zeit als

---

40 Ebenda. S. 179.

41 Siehe 1<sup>st</sup> International Symposium Workshop on Circadian Rhythms and Clinical Chronotherapy. 11.11.2000. Tokyo, Japan. Biomedicine & Pharmacotherapy. Paris 2001. Vol. 55. Supplement I.

42 Siehe Ingrid Mletzko/Horst-Gerald Mletzko: Mensch und Zeit. Bad Hersfeld 2002. S. 211f.

elementare Ereigniskonstituente wegen der objektiven Kausalität, aus Erfahrungen mit der Zeit als Dauer, Ordnung, Richtung, Beschleunigung, Gestaltung des Geschehens, aus der Reflexion des gesellschaftlichen Handlungspotentials, die zur Veränderung von Strukturen drängt und existierende Strukturen als geronnene Entwicklung begreift, aus der Zeit als Lebensgefühl und Gestaltungsprinzip und aus Erfahrungen mit Zyklizität und Rhythmik.«<sup>43</sup> Dem entspricht auch die Herangehensweise von Halberg und seinen Mitarbeitern, die für ihre speziellen Aufgaben die Zeit als ein spezielles Erkenntnisobjekt der chronoscience mit ihren verschiedenen Aspekten konstituieren, um durch Einsichten in die Systemzeit  $T_s$  als Einheit von Eigenzeit  $T_e$  und Rahmenzeit  $T_r$ , die Bestandteil der Zeitdimensionen  $Z_d$  sind, unseren Zeithorizont  $Z_h$  zu erweitern. Dazu wird eine bestimmte Meßreihe in einer bestimmten Meßzeit  $T$  gebraucht, die in Intervallen  $\Delta t$  durchgeführt wird. Die Meßzeit drückt die Dauer unserer durch Beobachtungen erweiterten Erfahrungen mit Zyklizität und Rhythmik aus.

Die Systemzeit  $T_s$  ist immer eine Einheit von Rahmenzeit  $T_r$  und Eigenzeit  $T_e$ , denn es gilt: »Die zeitliche Struktur eines Systems ist durch Rahmenzeit und Eigenzeit des Systems bestimmt. Die Rahmenzeit ergibt sich aus der Umgebung des Systems, gemessen in Zeiteinheiten, wobei sie die Existenzdauer des Systems, seinen Platz in der Ordnung der Umgebung und die durch äußere Faktoren bestimmte Richtung der Systemveränderung erfaßt. Die Eigenzeit, gemessen in den gleichen Zeiteinheiten, ergibt sich aus der inneren Rhythmik und Zyklizität der durch die Systemstruktur bestimmten Prozesse.«<sup>44</sup> Die Hauptfrage der chronoscience ist: Wie erhalten wir Erkenntnisse über  $T_e$ ? Wir messen in  $T$  mit  $\Delta t$  Amplituden von Meßgrößen und interpretieren die erhaltene Kurve als Auskunft über  $T_e$ . Dazu nutzen wir weitere Erkenntnisse über die inneren Mechanismen der beobachteten Individuen (Systeme). Ist  $T$  zu kurz, dann erhalten wir einen zu kleinen Ausschnitt aus  $T_e$  und damit keine oder eine falsche Auskunft über  $T_e$ . Die Frage nach der Länge der Meßzeit  $T$  und nach  $\Delta t$  ist also schon durch unsere bisherigen Kenntnisse und durch Erwartungen oder Hypothesen bedingt. So ist es, nach Auskunft von Halberg, problematisch, nur zu bestimmten Zeiten und nicht entsprechend den Zeitrhythmen zu messen, da das falsche Behandlung mit sich bringen kann.

---

43 Herbert Hörz: Philosophie der Zeit. Berlin 1990. S. 82.

44 Ebenda. S. 95.

Wichtig sind die Zeitdimensionen  $Z_d$ . Da jedes System in eine Umgebung eingeordnet ist, die selbst zeitlich strukturiert ist, müssen wir den Zusammenhang zwischen verschiedenen  $Z_d$  berücksichtigen. Sie umfassen die Existenz von Struktur- und Entwicklungsniveaus. Die Lebensdauer eines Menschen kann durch kulturelle Einflüsse verkürzt werden. 1976 schrieb ich zur Auslese des Gesellschaftswesens Mensch: »Die heutigen, mit dem wissenschaftlich-technischen Fortschritt verbundenen Umwelteinflüsse wie Lärm, Gift, Schmutz usw. sind natürliche Faktoren, die die Entwicklung des einzelnen unterschiedlich beeinflussen. Hinzu kommen gesellschaftliche Faktoren wie Hektik, Überlastung, dienstliche Sorgen, Familienzerwürfnisse, persönliche Enttäuschungen usw., die sich in Organveränderungen niederschlagen und zu zeitweiligen oder chronischen Krankheiten, manchmal auch zum Herzinfarkt, führen können.«<sup>45</sup> Damals hatte ich die Zeitproblematik noch nicht genügend im Blick, um die Wirkungen von deformierten Zeitrhythmen auf die individuelle Zeitdimension besonders hervorzuheben.

Die Wissenschaft untersucht immer bestimmte Systeme in der Zeit und im Raum, d. h. unterscheidbare Einheiten, die sich aus Elementen und einer Struktur zusammensetzen und sich nach bestimmten Gesetzmäßigkeiten oder Regularitäten verhalten, wobei uns in der Chronoscience die Rhythmen und Zyklen interessieren, die in der  $Z_d$  auftreten und die  $Z_e$  ausmachen. Sicher kann der Beobachter der Existenzdauer eines Individuums, also von der Geburt bis zum Tod, mehr über dessen  $Z_e$  aussagen, als uns T für einen Ausschnitt ergibt. Das Erkenntnisproblem lösen wir, indem wir aus Ausschnitten von  $Z_d$  mehr über  $Z_e$  erfahren, um etwa die  $Z_d$  für ein bestimmtes Individuum zu verlängern oder seine Lebensqualität zu erhalten, eventuell zu verbessern. Die Meßzeit T und  $\Delta t$  wären dann so einzurichten, daß das gelingt.

Zeithorizonte umfassen unsere Einsichten in Systemzeiten und Zeitdimensionen. Sie sind tatsächlich ein Zeitglobus, der es uns ermöglicht, Zeit zu gestalten. Sie bestimmen den zeitlichen Entscheidungsspielraum der Menschen. Erkenntnis ist die Grundlage dafür, den Zeithorizont zu erweitern und sich über die passive Einordnung in den objektiven Zeitverlauf zu erheben. Menschen bestimmen unter konkret-historischen Bedingungen die für sie wichtigen Gestaltungsmöglichkeiten der Zeit und legen Ziele des eige-

---

45 Herbert Hörz: Mensch contra Materie? Berlin 1976. S. 121.

nen Handelns sowie Wege, wie sie zu erreichen sind, fest. Chronoscience trägt so dazu bei, unseren Zeithorizont zu erweitern.

Halberg fragte mich, ob es günstig sei, eine Meßzeit einzuführen. Meine Antwort ist: Sicher ist es günstig, zusätzlich zu Systemzeit  $T_s$ , Zeitdimensionen  $T_d$  und Zeithorizont  $T_h$ , die Meßzeit  $T$  einzuführen. Sie ist so einzurichten, daß Erkenntnisse über die Eigenzeit des Systems  $T_e$  durch das Messen bestimmter Größen in einer bestimmten Zeit  $T$  in Intervallen  $\Delta t$  gewonnen werden, wobei die Rahmenzeit  $T_r$  unsere Zeitskala ist.  $T_e$  ist dabei abhängig von den Bedingungen  $B$ , die räumliche und Umgebungsfaktoren, wie geomagnetische usw. Faktoren umfassen. Zeitrhythmen und -zyklen sind zu erkennen, um unseren Zeithorizont für die Diagnose und Therapie von Krankheiten zu erweitern und um unsere Lebensqualität zu erhalten oder zu erhöhen.

Ein wichtiges Teilgebiet der Chronobiologie ist die Streßforschung, für die sich Karl Hecht seit vielen Jahren einsetzt.<sup>46</sup> Beeindruckend ist das den Forschungen zu Grunde liegende ganzheitliche Bild vom Menschen, die Berücksichtigung seiner Individualität, seiner subjektiven Fähigkeiten und die Beachtung der Zeitrhythmen und Zyklizitäten im Sinne der Chronobiopsychologie. Von Patienten hört man, sie seien nur als eine bestimmte Krankheit vom Arzt wahrgenommen worden. Streß ist so wissenschaftlich nicht zu erfassen, weil er sich nicht auf bestimmte Organe oder Funktionen beschränkt. Er ist eine Wechselbeziehung zwischen Individuen und ihrer sozialen und natürlichen Umgebung. Er kann nur verstanden werden, wenn man äußere Reize, die physiologischen Funktionen, psychische Reaktionen und ihre Grundlagen im Zusammenhang mit Aktivitäten des Subjekts sieht. Menschen versuchen zwar generell ihre Lebensbedingungen immer effektiver und humaner zu gestalten, doch es gibt unterschiedliche Typen, die teils passiv erdulden, teils auf Umstände nur reagieren oder sie doch aktiv verändern. Die chronobiopsychologischen Regulationsdiagnostiker wollen dieses ganzheitliche Menschenbild, das subjektive Aktivität und biologische Rhythmen beachtet, nutzen, um durch neue Erkenntnisse bessere Ergebnisse bei der Diagnostik und Therapie von Streß zu erreichen.

Es geht um die ständige aktive Anpassungsleistung durch Regulation der psychobiologischen Homöostase. Die normale Beanspruchung des

---

46 Siehe Emotioneller Stress durch Überforderung und Unterforderung. Hrsg. von Karl Hecht, Ovidiu König und Hans Peter Scherf. Berlin-Milow 2001.

Menschen, als Eustreß bezeichnet, schwankt im Laufe des Lebens. Es gibt Unterforderungen, »wenn sich Monotonie, Einsamkeit, Stimulationsmangel, Informationsdefizit, Bewegungsarmut und Langeweile einstellen. Andererseits ist mit Überbeanspruchung der psychobiologischen Regulation zu rechnen, wenn Überforderungen, Erhöhung des Lebenstempos, Informationsüberfluß und Reizüberflutung sowie Störung des Lebensrhythmus vorherrschen. Unter bestimmten Umständen können sich Unter- und Überbeanspruchung als Disstreß reflektieren«<sup>47</sup>. Emotioneller Streß wird als zeitweilige oder permanente Veränderung der individuellen psychophysiologischen Homöostase verstanden, der sich als Eustreß, der psychologischen Funktion, und als Disstreß, der pathologischen Abart, äußert.

Die Diskussion um Streß ist nicht neu und wird immer wieder kontrovers geführt. Hans Selye, mit dem ich 1974 während einer Konferenz in Paris über seine Auffassungen dazu diskutierte, betrachtete Streß als »the spice of life«. Er forderte einen Lebensstil, der in Harmonie mit den Naturgesetzen den Streß als positive Kraft für persönliche Entwicklung und Wohlbefinden nutzt. Sein 1974 publiziertes Buch mit dem Titel »Stress without Distress« verdeutlicht in Bildern die vielfältige Funktion von Streß, wenn etwa die Freude Leonard Bernsteins an der kreativen Gestaltung dem Lärm entgegengesetzt wird, den Straßenbauer erdulden müssen. Da er auch den Freudenstreß mit sowjetischen Emigranten auf dem israelischen Flughafen symbolisierte, meinte er, wenn wir in der DDR sein Buch bringen würden, könnte er diese Bilder problemlos durch andere ersetzen. Streß hat eben auch mit bestimmten kulturellen Hintergründen, Wertesystemen und Normen als Wertmaßstab und Verhaltensregulator zu tun. Das wird deutlich, wenn Bernd Willkomm »Veränderungen des normativen Bezugssystems durch längerdauernden Auslandseinsatz« betrachtet und dabei die Frage aufwirft, was normal sei. Das Verständnis der Normalität hängt von den Umständen und Erfahrungen ebenso ab wie von erlernten und erlebten Werten und Normen. Kann ein Individuum ein Ereignis nicht als normal akzeptieren, auch wenn es den normativen Bezugsrahmen erweitert, dann führt das zu einer Traumatisierung.<sup>48</sup> Bei »out-of-area«-Einsätzen treffen nach der Rückkehr meist inkongruente Weltbilder aufeinander, »das verschobene des Heimkehrenden und das weitgehend unveränderte seines so-

---

47 Ebenda. S. 11.

48 Siehe Bernd Willkomm: Veränderungen des normativen Bezugssystems durch länger dauernden Auslandseinsatz. In: Ebenda. S. 130.

zialen Umfelds.«<sup>49</sup> Das führt nicht selten zu schwer lösbaren sozialen Problemen. Auch die Belastung durch die Konfrontation mit stark leidenden, verletzten oder toten Menschen z. B. bei Feuerwehreinsätzen bringt Gewissenskonflikte mit sich<sup>50</sup> und fordert die individuelle Kompetenz zur Bewältigung von emotionalen Krisen heraus, die durch äußere Hilfe zu erhöhen ist.

Was kann die Chronobiopsychologie mit ihrer Einbeziehung der Zeit in die Betrachtung zur Lösung der Streßprobleme leisten? Die Chronobiopsychologische Regulationsdiagnostik (CRD) soll zur Verifizierung von funktionellen Zuständen und Dysregulationen<sup>51</sup> beitragen und das vorhandene »diagnostische Vakuum« bezüglich des frühzeitigen Verifizierens und Erkennens von funktionellen und psychischen Störungen beseitigen. Hecht meint, daß den Allgemeinmedizinern ein Instrumentarium zum objektiven Nachweis von Schmerz, Angst, Depressionen, Erschöpfung, Disstreß und Schlafstörungen fehle.<sup>52</sup> Deshalb solle CRD »die funktionelle (biopsychosoziale und zeitliche) Ganzheit eines Menschen erfassen«<sup>53</sup>. Sie werde seit 15 Jahren erprobt und umfasse chronobiologische und psychobiologische Grundlagen wie die Meßbarkeit emotioneller Reaktionen, Bestimmung von Funktionszuständen durch Periodenvariabilität, Regulationstheorien und die Aktivierungstheorie. Gegenüber den Stichprobenuntersuchungen wird das frequenzmodulierte Verfahren mit Zeitreihenmessungen bevorzugt, um biologische Rhythmen besser erfassen zu können.

Jürgen Rosenkranz, der sich mit den Beziehungen zwischen Prüfungsleistungen und Psychophysiologischer Regulation befasst, meint: »Die zeitliche Organisation des Schulalltags muß neu überdacht werden. Hierbei sollten chronobiologische Aspekte mit berücksichtigt werden z. B. der zirkadiane Rhythmus in Form eines Tagesregimes und auch der zirkaseptane Rhythmus (Wochenrhythmus).«<sup>54</sup> Basis dieser Forderung ist u. a. der Befund, daß in der Freitagnacht die beste Schlafqualität und in der vom Sonn-

---

49 Siehe ebenda. S. 132.

50 Siehe Bernd Domres/Ulrike Bamberg-Stüker: Überforderungen des klinischen Personals im operativen Bereich (Biorhythmen). In: Ebenda. S. 140.

51 Siehe Karl Hecht: Chronopsychobiologische Regulationsdiagnostik (CRD) zur Verifizierung von funktionellen Zuständen und Dysregulationen. In: Ebenda. S. 193–252.

52 Siehe ebenda. S. 193.

53 Ebenda. S. 196.

54 Jürgen Rosenkranz: Beziehungen zwischen Prüfungsleistungen und psychophysiologischer Regulation. In: Ebenda. S. 347.

tag zum Montag die schlechteste besteht. Das Wochenende wirke mit seinen Entwöhnungssymptomen, die sich oft am Montag fortsetzten, als Störfaktor. Ob jedoch die Feststellung, der Sonnabendunterricht sei eine für Gesundheit und Leistungsfähigkeit zweckmäßige Maßnahme, genügend begründet ist, scheint fraglich.

Ein wichtiger Faktor für eine schlechte Schlafqualität und für Streß ist die Zerstörung oder Störung der Zeitstruktur, denn die gestörte innere Uhr stimuliert den Alterungsprozeß.<sup>55</sup> Die Beachtung der zeitlichen Rhythmik kann so Bedeutung zur Erhöhung der Lebensqualität erlangen, wie chronobiologische Untersuchungen zeigen.

### 6.3. *Phantomzeit*

Heribert Illig hat seit Beginn der neunziger Jahre in verschiedenen Publikationen behauptet, daß das 7. bis 9. Jahrhundert eine Phantomzeit sei und Karl der Große nicht existiert habe.<sup>56</sup> Die »geschichtlose Zeit« liege etwa zwischen 614 und 911 nach Christus. Die Gregorianische Kalenderreform enthalte Fehler, die den Anschluß an die Kalenderreformen Cäsars und den Julianischen Kalender nicht richtig herstelle.

Die Argumentation faßt Franz Krojer im Offenen Brief an Illig zusammen: »Ausgangspunkt scheint mir ja Ihre Beobachtung zu sein, daß vom fragwürdigen Zeitraum des 7. bis 9. Jahrhunderts zwar diverse schriftliche Zeugnisse vorliegen, aber kaum bzw. letztlich gar keine gesicherten archäologischen Befunde, woraus Ihr Verdacht entstanden ist, daß die vermeintlich frühmittelalterlichen schriftlichen Zeugnisse späteren Datums sind und grob gesagt der mythenbildenden Phantasie angehören.

Dahinter steckt, so weit ich Ihr Buch ›Wer hat an der Uhr gedreht?‹ verstehe, keine groß angelegte Verschwörung irgendwelcher Dunkelmänner, die uns seit Jahrhunderten ein falsches Geschichtsbild vorgaukelte, sondern ›man‹ sei eben versehentlich in diese falsche Zeitrechnung hineingeschlittert. Die Byzantiner hätten nämlich noch gar nicht mit der Epoche ›nach Christus‹ gerechnet, sondern ›nach Schöpfung‹, die laut Bibel ca.

---

55 Siehe Karl Hecht: Emotioneller Distress durch Über- und Unterforderung im Seniorenalter. In: Ebenda. S. 180f.

56 Siehe Heribert Illig: Wer hat an der Uhr gedreht? Wie 300 Jahre Geschichte erfunden wurden. München 1999. – Heribert Illig: Das erfundene Mittelalter. 8. Aufl. Düsseldorf 2000.

4000 v. Chr. stattgefunden habe. Anfang des 7. Jahrhunderts (nach Christus), so Ihr Verdacht, habe man in Byzanz diese ›Jahre nach Schöpfung‹ neu berechnet und sie dabei um 297 Jahre nach vorne korrigiert. Die gerade erst im Westen entstehende Zählweise ›nach Christus‹ habe von den Byzantinern ebenfalls die zusätzlichen 297 Jahre übernommen, und Ähnliches sei bei den Juden und dem Islam geschehen. Da aber nunmehr 297 Jahre zuviel da waren, konnte diese irrealen Phantomzeit nur mit einer Reihe mythischer Personen und Geschehnisse ausgefüllt werden, was im Laufe vieler Generationen geschah, und wovon Karl der Große eine der sagenhaftesten ist, zu der bis heute immer neue Geschichten hinzugedichtet wurden. Es ist dann klar, daß aus dieser Phantomzeit zwar viele schriftliche Zeugnisse zu existieren scheinen, aber eben keine ›Steine‹ bzw. archäologischen Belege.«<sup>57</sup>

Krojer geht davon aus, daß die Geschichte vor und nach dem »erfundenen Mittelalter« im wesentlichen richtig wiedergegeben wird und keine Megaverschwörung zur Änderung unserer Zeitskala vorliegt, weil dann auch die Argumente Illigs nicht mehr gelten könnten, denn dann wäre ja alles erfunden und nicht nur das Mittelalter. Krojer trägt nun Befunde zusammen, die zeigen, daß die Behauptung von Illig nicht stimmen kann.

Illig nutzt für seine Argumentation Unklarheiten über astronomische Ereignisse, denn nur ein grundlegender Fehler in der Chronologie rechtfertigt die Behauptung einer Phantomzeit. Die Forschungen der Astronomiegeschichte können uns also eventuell helfen. Dieter B. Herrmann verweist darauf, daß vor oder in der Phantomzeit beobachtete Sonnen- oder Mondfinsternisse Gewährereignisse sind, die nach Illig nicht stattgefunden haben. Sie können genutzt werden, um die Übereinstimmung von Beobachtung und Rückrechnung festzustellen und Argumente Illigs zu entkräften. Nach kritischer Prüfung der Quellen nennt er zwei Sonnenfinsternisse von 418 und 447, die von verschiedenen Beobachtern aus unterschiedlichen Kulturkreisen beobachtet wurden und als Grundlage unserer Chronologie dienen können. »Daraus folgt, daß die Kalenderkorrektur von Gregor zutreffend war, und somit unsere Chronologie die Ereignisse richtig datiert hat.«<sup>58</sup>

---

57 Franz Krojer: Offener Brief an Herrn Dr. Heribert Illig. [www.dbs.informatik.uni-muenchen/~krojer](http://www.dbs.informatik.uni-muenchen/~krojer).

58 Dieter B. Herrmann: Die astronomischen Grundlagen der Chronologie. In: Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät. Bd. 43. Berlin 2000. Heft 8. S. 38.

In einem Nachtrag zum Offenen Brief geht Krojer auf den Aspekt der Zeitdiskussion ein, der den eigentlichen politischen und moralischen Kernpunkt zeigt. Macht nämlich die Streichung von Zeitepochen Schule, dann könnte man auch die Zeit von 1933 bis 1945 und Auschwitz streichen. So hatte er im Offenen Brief argumentiert, was Kritik hervorrief. Im Nachtrag heißt es: »Noch eine letzte Nachbemerkung: auch mein ›Offener Brief‹ hat schon erste Reaktionen hervorgerufen, die mir überwiegend in der Sache zustimmen und teilweise sogar einen etwas härteren Ton Ihnen gegenüber für angemessen halten. Anstößig und im ›Tenor‹ unangemessen wurde andererseits jedoch teilweise meine Nennung von ›Auschwitz-Lüge?‹ empfunden. Aber nicht ich habe diese Frage aufgeworfen, sondern sie wurde mir durch Sie als bedenkenswert mitgeteilt, indem Sie auf derartige Anspielungen bereits einmal wie folgt reagierten: ›Leider ist sie [die moralische Entrüstung] fast an der Tagesordnung, seitdem Joh. Fried Assoziationsmöglichkeiten zwischen mir respektive meiner Theorie und alten wie neuen Nazis schuf. Er siedelte seine Bezeichnungen ›Karlsruhe‹ und ›Karlsruheleugner‹ zu nahe bei ›Auschwitzlüge‹ und ›Auschwitzleugner‹ und mein Denken zu nahe an einer Deutschland drohenden Katastrophe an, als daß selbst liberale Blätter der Versuchung widerstehen könnten, daraus mich diffamierende Schlüsse zu ziehen. Ich erkenne darin Versuche, das Abwägen von Argumenten abzuwürgen oder von vornherein zu stoppen.‹ (Ethik und Sozialwissenschaften 8(1997)4) Das ist der Kontext, die ›Tagesordnung‹, vor dem sich meine Überlegungen abspielten, denn ich wollte nicht verschweigen, daß auch ich recht direkt in die ›Auschwitzfalle‹ getappt war. Und zwar derart: Der erste Reflex, als ich Ihre These vom ›erfundene Mittelalter‹ hörte, war: Sehr schön, daß nunmehr zwischen Antike und Neuzeit der finsterste Teil des ›finsternen‹ Mittelalters etwas kürzer geworden ist. Doch der darauf folgende Reflex war: Was passiert eigentlich mit der deutschen Geschichte, wenn Illigs Vorbild Nachahmer fände bzw. sein Vorgehen verallgemeinert würde und zukünftig jeder die Kapitel aus der deutschen Geschichte streicht, die – aus welchen Gründen auch immer – nicht so gut gefallen? Stellt sich bei dieser Frage die Assoziation, die man nicht beim Namen nennen soll, nicht fast automatisch ein? Zumindest folgte daraus für mich, Ihre These mit den mir zur Verfügung stehenden wissenschaftlichen, d. h. hauptsächlich astronomischen Mitteln möglichst genau zu prüfen, wie ich schon einmal sagte, nicht als beson-

---

59 Franz Krojer: Nachtrag zum Offenen Brief an Herrn Dr. Heribert Illig. [www.dbs.informatik.uni-muenchen/~krojer](http://www.dbs.informatik.uni-muenchen/~krojer).

deren Beitrag zum Thema ›Auschwitz-Lüge‹, sondern um zu sehen, ob Ihre These von der ›Phantomzeit‹ wissenschaftlich so weit fundiert ist, daß sie die Assoziation zu ›Auschwitz-Lüge?‹ erst gar nicht zu fürchten braucht.«<sup>59</sup>

Bisher sprechen viele wissenschaftliche Argumente gegen die Annahme einer Phantomzeit. Es wird jedoch zugleich deutlich, wie eng verwoben auch heute noch das Zeitverständnis in seiner prinzipiellen philosophischen Relevanz mit dem Verständnis und der Bewertung von bestimmten Zeitergebnissen ist.

## 7. Fazit

Wir können festhalten:

Erstens: Zeit ist eine philosophische Kategorie zur Bezeichnung der Dauer, Ordnung und Richtung des Geschehens (objektive Zeit). Sie ist Lebensgefühl und Gestaltungsprinzip (subjektive Zeit). Zeit ist Existenz- und Lebensform des Geschehens.

Zweitens: Zeit als Nacheinander der Prozesse weist bestimmte zeitliche Strukturen auf, die in speziellen Zeitskalen zu erfassen sind. Es ist zwischen äußerer und innerer Uhr, zwischen Rahmen- und Eigenzeit, zu differenzieren. Die Irreversibilität und Reversibilität sowie die Kontinuität und Diskontinuität der Prozesse als Grundlage zeitlicher Strukturierung sind zu beachten. Zyklizitäten und Rhythmen existieren objektiv.

Drittens: Zeitregime sind soziale Institutionen, um deren Erhalt oder Veränderung immer wieder gekämpft wird. In den Zeitdimensionen entstehen Zeithorizonte als mögliche Erkenntnis- und Gestaltungsräume der Menschen unter konkret-historischen Bedingungen, zu denen sich die Individuen passiv, gestaltend oder ignorierend verhalten.

Viertens: Das Zeitverständnis hat sich unter dem Einfluß wissenschaftlicher Erkenntnisse verändert. Der relationale Charakter der Zeit, ihre Relativität wurde erkannt und ihre Meßbarkeit verbessert.

Fünftens: Biologische und kulturell geprägte Rhythmen sind Grundlage der Lebensqualität und bestimmen eine angemessene Diagnose und Therapie für Krankheiten, wenn sie untersucht und beachtet werden.



HEINZ KAUTZLEBEN

## **Zyklizität und die Geowissenschaften**

### *Vorbemerkung*

Der Vortrag ist gedacht als Beitrag zur Diskussion des interdisziplinären Themas »Zeit und Zyklizität«. Notwendigerweise werden dabei auch Fakten vorgetragen, die zum Grundwissen der Geowissenschaften gehören. Auf entsprechende Literaturangaben dazu wird hier verzichtet. Interessenten werden gebeten, sich an den Vortragenden direkt zu wenden. Als Grundlage und Ausgangspunkt für seine Bemerkungen hat der Vortragende das Buch von Herbert Hörz »Philosophie der Zeit«<sup>1</sup> verwandt.

### *1. Der Begriff »Geowissenschaften«*

Im Titel des Vortrages werden zwei verschiedenartige Begriffe durch das Wörtchen »und« verbunden. Es ist deshalb sinnvoll, zu Beginn die beiden Begriffe zu definieren.

Der Begriff »Geowissenschaften« im engeren Sinne ist die Kurzform für den Begriff »geologische Wissenschaften«, den man verwendet, wenn man die »Geologie« herausheben und auf ihre zahlreichen alten und neuen Erweiterungen hinweisen will. Im weiteren Sinne ist »Geowissenschaften« die Sammelbezeichnung für alle Wissenschaftsdisziplinen, die auf die Erde ausgerichtet sind. Dann kommen zu den geologischen Wissenschaften einerseits die Montanwissenschaften hinzu, andererseits die sog. Allgemeine Geophysik, Meteorologie, Hydrologie, Ozeanologie, Erforschung der äußeren Einflüsse auf die Erde, insbesondere der solar-terrestrischen Beziehungen, aber auch Geodäsie, Kartographie und Geographie.

In beiden Begriffsformen versteht man die Geowissenschaften vorrangig als Teil der Naturwissenschaften. In weiten Bereichen haben die Geo-

---

1 Herbert Hörz: Philosophie der Zeit. Zeitverständnis in Geschichte und Gegenwart. Berlin 1990.

wissenschaften auch den Charakter von Ingenieurwissenschaften. Wenn man den Begriff im weiteren Sinne verwendet, darf man auch die sozialwissenschaftlichen Aspekte nicht übersehen, die besonders in der Geographie eine große Rolle spielen.

Seit den sechziger Jahren des 20. Jahrhunderts ist es üblich geworden, die Erde nicht nur als Träger von Ressourcen zu betrachten, sondern stärker als biologische Umwelt zu verstehen. Dieser Aspekt der Geowissenschaften ist nicht neu. Die Erdoberfläche ist die Heimstatt des Lebens. Es wirkt seit seiner Entstehung auch als geologischer Faktor. Um überleben zu können, haben die Menschen schon immer ihre Umwelt beobachtet, sich ihr bewußt angepaßt und zunehmend versucht, sie zu beherrschen. In diesem Sinne sind die Geowissenschaften der Kern der heutigen Umweltwissenschaften.

Die Zusammenfassung der verschiedenen geowissenschaftlichen Disziplinen zu einem Wissenschaftsgebiet und dessen Sonderstellung innerhalb der Naturwissenschaften werden nicht nur durch den gemeinsamen, ungeheuer komplexen Forschungsgegenstand bestimmt, sondern auch durch das gemeinsame spezifische Verständnis der Natur. Die Geowissenschaftler haben immer noch eine sinnliche Beziehung zur Natur. Sie beobachten die Natur, die Messung ist nur die formalisierte Stufe der Beobachtung. Experimente wie in der Physik und Chemie werden nicht durchgeführt, höchstens im Sinne von Analogiebetrachtungen. Deshalb besteht auch nicht die Gefahr, einen Naturbegriff zu entwickeln, der abstrakt und nicht mehr mit den Sinnen erfäßbar ist.

## 2. Zum Begriff »Zyklizität«

Offensichtlich wurde dieser Begriff eingeführt, um eine spezielle Form der Ordnung des Geschehens in der Natur und der Gesellschaft zu bezeichnen. Kennzeichnend für die Zyklizität sind Wiederholungen in analoger oder ähnlicher Form in mehr oder weniger gleichen zeitlichen Abständen. Die Zyklizität ermöglicht die Gliederung der zeitlichen Entwicklung.

»Zeit« ist ein fundamentaler Begriff, der aus der Alltagserfahrung stammt. Er hat sich bei ausreichend präziser Definition in allen wissenschaftlichen Betrachtungen bewährt. In den Naturwissenschaften ist »Zeit« der allgemein gültige Parameter für das Nacheinander, die zeitliche Ordnung des objektiven Geschehens in der Natur. Mit Hilfe dieses Parameters wird primär die Reihenfolge und die Richtung des Geschehens beschrie-

ben. Um auch die Geschwindigkeit zu beschreiben, mit der das Geschehen abläuft, braucht man eine zeitliche Gliederung. Sie wird ermöglicht durch das Auftreten zyklischer Vorgänge. »Zeit« kann dann umgekehrt verstanden werden als die additive Folge von völlig identischen Zeiteinheiten. Dabei ist die Vorstellung angeschlossen, daß die Zeiteinheiten beliebig klein sein können.

Es muß die Frage beantwortet werden, ob es in der Natur Vorgänge gibt, die sich über unbegrenzte Zeiträume ständig in völlig identischer Form wiederholen. Bei der Suche nach der Antwort hilft die Erfahrung, daß wir in der Natur die Eigenschaft Zyklizität bei allen mehr oder weniger stabilen Systemen finden. Die Suche nach Zyklen ist folglich gleichbedeutend mit der Suche nach annähernd stabilen Systemen.

Die einfachste Form derartiger Vorgänge sind Kreisläufe mit konstanter Geschwindigkeit oder, was äquivalent ist, sinusförmige Schwingungen mit konstanter Periode. Diesem Ideal kommt sehr nahe die Drehung der Erde um ihre eigene Achse. So nahe, daß – nachdem es erkannt war – die Rotationsdauer der Erde bis in die Gegenwart als Grundlage für die Definition der Zeiteinheit »Tag« verwendet wird. Dabei darf man nicht vergessen, daß die Erdrotation das Leben der Menschen tiefgreifend beeinflusst, bis in die biologischen Vorgänge hinein.

Natürlich ist die Einheit Tag, die durch die Erdrotation direkt geliefert wird, nicht immer praktisch. Man braucht auch kleinere Einheiten, d. h. man muß die Einheit Tag in identische Teile unterteilen können. Und man braucht auch größere Einheiten, d. h. man muß mehrere Tage zu einer größeren Einheit zusammenfassen können. In der Geologie z. B. ist das Jahr die kleinste sinnvolle Einheit. In beiden Fällen braucht man möglichst unabhängige Vorgänge zur Kontrolle dafür, daß die neuen Einheiten wiederum jeweils völlig identisch sind. Zur Unterteilung wurden die technischen Uhren entwickelt. Zur Zusammenfassung zur Einheit Jahr wird der Umlauf der Erde um die Sonne herangezogen.

Die größten Folgen hatte die Entwicklung und Nutzung der technischen Uhren. Der permanente Vergleich dieser, immer besseren Uhren mit der Erdrotation ergab, daß die Erdrotation zwar außerordentlich konstant ist, aber bei genauerem Hinsehen eine Vielzahl von Schwankungen aufweist. Diese Erkenntnis führte vor etwa vier Jahrzehnten zur internationalen Vereinbarung, daß die gesetzliche Zeiteinheit Sekunde auf einen atomaren Schwingungsprozeß zurückgeführt wird. Die Vergleiche der Atomuhren, die diesen Prozeß nutzen, untereinander, mit allen anderen technischen Uhren und auch mit allen bekannten himmelsmechanischen Vorgängen hatten

ergeben, daß die Anzeige der Atomuhren die höchste Genauigkeit und Stabilität hat.

Die Frage bleibt, ob wir diese Aussage zur Definition und Messung der Zeit in die gesamte Vergangenheit extrapolieren können. Dazu müssen wir alle Vorgänge untersuchen, von denen wir annehmen können, daß sie in analoger oder ähnlicher Form wie in der Gegenwart zumindest schon seit der Entstehung der Erde im Rahmen des Sonnensystems vor etwa 4,6 Milliarden Jahren abgelaufen sind. Dabei dürfen wir nicht übersehen, daß die Extrapolation der heutigen Erkenntnisse zurück in die Vergangenheit bis zur Entstehung der Erde Mut erfordert. Noch mutiger ist die Extrapolation zurück bis zur Entstehung des Universums – handelt es sich doch um die Annäherung an den Zeitpunkt Null.

Als am besten geeignet erscheinen die himmelsmechanischen Vorgänge, also die Bewegungen der Gestirne, vor allem der Körper des Sonnensystems. Zur Prüfung brauchen wir Modellrechnungen auf der Grundlage von möglichst exakten Theorien, in denen der Parameter Zeit in der beschriebenen Weise enthalten ist, und Beobachtungen zur Prüfung der Modellaussagen. Die Modellrechnungen liefern die Konstellation der Himmelskörper als Funktion der Zeit. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen erzwingen keine Zweifel an unseren Annahmen über den Charakter des Parameters Zeit.

Die himmelsmechanischen Vorgänge sind offensichtlich einfach. Zumindest erscheinen sie so, weil sie genügend weit von uns entfernt sind. Können wir erwarten, daß die aus ihnen gewonnenen Erkenntnisse über die Zeit und die Zyklizität auch in unserer engeren Umwelt gelten? Diese Frage möchte ich ohne jede Einschränkung mit »Ja« beantworten.

In der Geologie war es sehr lange üblich, von einem besonderen Zeitbegriff zu sprechen. Ich habe den Eindruck, daß diese Forderung mehr oder weniger stillschweigend aufgegeben wird, und zwar in dem Maße, wie es gelingt, die Erdgeschichte als einheitlichen, wenn auch außerordentlich komplizierten Prozeß zu verstehen. In Wirklichkeit haben die Geologen nur ein besonderes Zeitgefühl.

### 3. Die Erdgeschichte<sup>2</sup>

Den Begriff »Erdgeschichte« können wir sinnvoll erst für den Zeitraum anwenden, aus dem wir irdische Gesteine kennen. Über die Frühzeit der Erde können wir nur spekulieren, wenn auch auf der Grundlage von Vergleichen mit anderen Körpern unseres Sonnen- bzw. Planetensystems. Für das Alter der Erde, d. h. für den Zeitraum, der seit der Herausbildung der Erde als kompakter planetarer Körper etwa mit seiner heutigen Masse vergangen ist, wird heute eine Zahl von ca. 4 600 Millionen Jahre geschätzt. Sie ergibt sich auf der Grundlage der Gesetze des Zerfalls radioaktiver Elemente aus dem Verhältnis der Bleiisotopen in Erzen, die aus dem Erdmantel stammen. Da gleiche Alterswerte auch die Steinmeteoriten zeigen, kann man annehmen, daß die Erde etwa gleichzeitig mit den anderen Körpern unseres Sonnensystems entstanden ist.

Mit dem Wort »Erdgeschichte« wird genau gesagt nur die Geschichte der Erdrinde bezeichnet, also der äußersten Schicht des Erdkörpers, die der unmittelbaren Beobachtung zugänglich ist. Diese Einschränkung bedeutet nicht, daß man die Erdrinde getrennt vom Erdinneren betrachtet, wie es die Geognosten noch getan haben. Die Erdgeschichte ergibt sich durch Rekonstruktion aus der Untersuchung der heute in der Erdrinde vorhandenen Strukturen, vom Relief ausgehend in die Tiefe.

Den Einstieg in die genetische Deutung der Strukturen bringt die Sedimentation. Sie führt zu gleichförmigen horizontalen Ablagerungen, die sich im Ablauf der Zeit verdichten und verfestigen. Jede Besonderheit in der Struktur muß also durch Änderungen während der Sedimentation oder durch nachträgliche Einflüsse auf die Sedimentschichten verursacht sein. Die Besonderheiten können folglich als Zeitmarken für die Störungen bzw. Einflüsse betrachtet und verwendet werden.

Zum Beispiel ist die Sedimentation abhängig von den jahreszeitlichen Variationen der Sonneneinstrahlung, weiterhin von den viel längeren Perioden, die sich im Auftreten der Eiszeiten äußern. Die Nutzung dieser Abhängigkeit bringt Angaben zum absoluten Alter der Schichten. Die endogenen Bewegungen der Erdoberfläche verändern die Sedimentationsbedingungen, bis zum Abbruch der Sedimentation. Die Analyse ermöglicht Angaben zum relativen Alter dieser Bewegungen.

---

2 Siehe u. a. Serge von Bubnoff: Grundprobleme der Geologie. 3. Aufl. Berlin 1954.

Viel wichtiger wurde die Erfahrung, daß die Sedimentschichten die »Friedhöfe« der Lebewelt zur Zeit der Sedimentation sind. Die Untersuchung der Gesteinsschichten im Hinblick auf ihren Gehalt an Fossilien ermöglicht es demnach, eine zeitliche Reihenfolge für die Entwicklung der Lebewelt aufzustellen und umgekehrt – wenn diese Reihenfolge verfügbar ist – den Ablauf der Sedimentation zu rekonstruieren. Die Probleme und Grenzen dieser biologischen oder paläontologischen Altersbestimmung dürften offensichtlich sein. Zirkelschlüsse sind wahrscheinlich.

Die Gesamtheit der sog. stratigraphischen Untersuchungen läßt nur den Schluß zu, daß die Erdgeschichte wie die Entwicklung der Lebewelt auf der Erde in einer Richtung verläuft und Zyklen aufweist. Dabei wird der Begriff Zyklus in der Bedeutung »Zusammenfassung von zusammengehörigen Phänomenen während eines abgrenzbaren Abschnitts der Erdgeschichte« angewendet. Bei dieser »verwaschenen« Begriffsbildung kann man nicht von einer Wiederholung sprechen; sie wird lediglich vorgetäuscht.

Die Gliederung der Erdgeschichte nach dieser Methode ist nur im jüngsten Äon (= Weltalter), dem Phanerozoikum, möglich. Nur dieses ist reich an Fossilien. Es beginnt 570 Mio. Jahren vor heute. Es kann unter bezug auf den Gehalt an Fossilien und deren Merkmale mit Annäherung an die Gegenwart zunehmend feiner gegliedert werden. Die drei Ären (= Erdalter) des Phanerozoikums heißen Paläozoikum, Mesozoikum (Beginn vor 245 Mio. Jahren) und Känozoikum (Beginn vor 66,4 Mio. Jahren). Sie werden in Perioden (auch Formationen genannt), diese dann in Epochen unterteilt.

Die geologische Zeitskala beginnt schon früher, mit dem Äon Archaikum, aus der Zeit vorher sind keine geologisch nutzbaren Zeugnisse (Gesteine) erhalten. Dessen Beginn wird angesetzt nach dem Alter der ältesten irdischen Gesteine, die gefunden wurden. Zur Zeit werden 4 000 Mio. Jahre gehandelt. Das Archaikum ist fast ohne Lebensspuren. Es folgt der Äon Proterozoikum mit primitiven und spärlichen Lebensspuren. Er beginnt vor 2 500 Mio. Jahren. Die beiden Äonen Archaikum und Proterozoikum können nur in Bezug auf die Folge der tektonomagmatischen Ereignisse untergliedert werden. Das Proterozoikum endet vor 570 Mio. Jahren mit dem Beginn des Phanerozoikums. Der gesamte Zeitraum vor dem Phanerozoikum wird häufig auch Präkambrium genannt.

Die Altersangaben in Jahren sind nachträglich eingefügt worden als Ergebnis der Altersbestimmungen mit Hilfe der Produkte des radioaktiven Zerfalls. Damit werden heute in der geologischen Zeitskala zwei Prinzipien

zusammengeführt, zum einen der »lineare« Zeitablauf, orientiert an der Zunahme der Zerfallsprodukte in den Mineralen und zum andern die zyklische Gliederung der Entwicklung in Anlehnung an die Folge der Leitfossilien, die in den relevanten Sedimentschichten enthalten sind.

Die Geologen müssen bei der Aufstellung ihrer biologisch begründeten Zeitskala keine Voraussetzungen über die Ursachen machen, warum bisherige Arten nicht mehr zu finden sind und warum neue Arten auftreten. Sie können formal Charles Darwin ebenso folgen wie der Katastrophentheorie von Georges Cuvier. Sie müssen aber solche praktischen Probleme lösen wie Gleichheit der Fossilien und Gleichzeitigkeit des Auftretens in verschiedenen Regionen. Die biologisch begründete Zeitskala ist wie jede andere Zeitskala auch nur dann sinnvoll, wenn sie auf der ganzen Erde gleichermaßen angewandt werden kann. Offensichtlich kann diese Zeitskala nicht beliebig verfeinert werden.

Die biologische Zeitskala gilt primär für die Sedimentschichten. Um die entsprechenden Altersangaben für die tektonischen Vorgänge in der Erdgeschichte zu erhalten, muß man deren Einflüsse auf die primäre Struktur der Sedimentschichten analysieren. Noch schwieriger ist die altersmäßige Einordnung der magmatischen und der metamorphen Gesteine. Im Prinzip kann man nur sagen, wann die Sedimentation nach dem Eindringen und der Erstarrung der magmatischen Gesteine bzw. der metamorphen Veränderung wieder eingesetzt hat.

Im Unterschied zur biologischen liefert die Altersbestimmung mit Hilfe der Produkte des radioaktiven Zerfalls Aussagen über den Zeitpunkt, zu dem die magmatischen Gesteine erstarrt (gebildet) sind bzw. die Metamorphose beendet war. Schwieriger ist die entsprechende Altersbestimmung für die Sedimente.

Es gab in der Vergangenheit zahlreiche Bemühungen, die petrographischen Merkmale zur zeitlichen Gliederung der Gesteinsbildung und weiterhin auch der Tektogenese zu nutzen. Diese sind an der Komplexität gescheitert. Erfolgreich war lediglich die Nutzung der Magnetisierung der Gesteine. Das erklärt sich aus dem Verhalten des Erdmagnetfeldes.

Was die Geologen zum Alter der geologischen Einheiten – die größten sind die Lithosphärenplatten – sagen, müßte weiter erläutert werden. Die Minerale und Gesteine sind lediglich die kleinsten Einheiten in der Geologie. Die Geologie nutzt diese als Dokumente zur Untersuchung und Beschreibung der größeren geologischen Einheiten, insbesondere ihrer Struktur und ihrer Entwicklung.

Sofort leuchtet wohl ein, daß die Altersabfolge mit der Tiefe dem Prinzip folgt: je tiefer umso älter. Ab einer gewissen Tiefe ist der Begriff Alter jedoch nicht mehr sinnvoll. Sinn hat dort nur die Aussage: Die Materialien sind ebenso alt wie die Erde als Planet. Die Altersunterschiede der nebeneinander liegenden geologischen Einheiten sind das Ergebnis der geologischen Entwicklung, der Gebirgsbildung (Orogenese) infolge der endogenen Kräfte in Verbindung mit der Erosion.

Die Erdgeschichte ist vor allem eine Geschichte der Tektogenesen oder Orogenesen (Gebirgsbildungen). Es hat deshalb nicht an Versuchen gefehlt, eine zeitliche Systematik der orogenen Zyklen und Phasen aufzufinden. Das muß man aber als gescheitert betrachten, insbesondere weil bei ihnen eine globale Gleichzeitigkeit nicht vorhanden ist.

Mit diesem Vorbehalt muß man auch die Ausführungen von Viktor Chain<sup>3</sup> zum Auftreten der drei Gruppen von Zyklen betrachten, die er nach Hans Stille, Marcel Bertrand bzw. John T. Wilson benannt hat. Als Stillesche Zyklen bezeichnet Chain die klassischen orogenen Phasen, die im Mittel im Abstand von 20–40 Mio. Jahren auftreten und eine Dauer von wenigen Millionen Jahren haben. Als Bertrandsche Zyklen bezeichnet er die tektonischen Zyklen, die in der klassischen Literatur alpin, herzynisch, kaledonisch, baikalisch, kimmerisch genannt werden. Die Dauer eines solchen Zyklus beträgt 200–250 Mio. Jahre. Als Wilsonsche Zyklen bezeichnet Chain die Folge von Bildung, Aufbruch und Zerfall der Superkontinente und der damit verbundenen Vorgänge bei den Ozeanen. Ein solcher Zyklus soll etwa 500–600 Mio. Jahre dauern. Als wesentliches Merkmal aller dieser Zyklen nennt Chain ihre unregelmäßige Verteilung in Raum und Zeit. Er erklärt sie mit Hilfe des Modells der sog. Plattentektonik durch den Charakter der Konvektion im Erdmantel.

#### *4. Einige Bemerkungen zu den tektonischen Zyklen*

Unbestreitbar ist, daß die Erdgeschichte einen Anfang hat und sicher auch ein Ende haben wird. Folglich kann es – wenn überhaupt – nur endlich viele Zyklen geben. Die aufeinander folgenden Zyklen können schon deshalb nicht identisch sein. Der Begriff Zyklizität ist nur näherungsweise zur Veranschaulichung anwendbar.

---

3 Victor E. Khain: Some problems of geophilosophy. Zeitschrift für geologische Wissenschaften. Berlin 27(1999)1/2. S. 33–36.

Die Plattentektonik ist eine Hypothese, die durch ihre Einfachheit besticht; sie erklärt vieles, aber nicht alles. Als Arbeitsvorstellung ist sie sehr brauchbar und nützlich. Nach dieser Hypothese besteht die Lithosphäre aus mehreren Platten, die relativ zueinander verschoben werden, an den Schnittstellen über- und untereinander. Es gibt Schnittstellen, wo anscheinend die Platten aus dem Erdinnern, aus dem Erdmantel, auftauchen, und andere, wo sie in den Erdmantel hinein abtauchen. Ungeklärt ist, was mit den Platten im Erdmantel geschieht, und völlig offen, welche Kräfte die Platten verschieben.

Beliebt ist die Vorstellung, daß die Platten durch Konvektionswalzen im Erdmantel transportiert werden, die wiederum durch die aus dem tieferen Erdinnern aufsteigende Wärme in Gang gehalten werden. Sie würde eine Art Zyklizität der Plattentektonik während eines großen Teils der Erdgeschichte verständlich machen. Um die unregelmäßige Verteilung der tektonischen Vorgänge in Raum und Zeit zu erklären, muß man entsprechend große Unregelmäßigkeiten in der Konvektion im Erdinnern annehmen. Über die Herkunft der Wärme kann man nur spekulieren.

### *5. Die Änderungen des Erdmagnetfeldes*

Ähnliche Überlegungen gelten für die vermeintlich zyklischen Vorgänge im Anteil am Erdmagnetfeld, dessen Ursachen im tiefen Erdinnern vermutet werden. Dieser Anteil wird geomagnetisches Hauptfeld genannt.

Das Erdmagnetfeld ist ein komplexes Phänomen, das nur mit Hilfe von physikalischen Messungen erfaßt werden kann. Es gibt eine Vielzahl von zeitlichen Schwankungen geringerer Amplitude mit Quasi-Perioden von Sekunden bis zu Wochen. Diese Schwankungen haben ihre primäre Ursache in der Aktivität der Sonne. Sie sind erzwungene Schwingungen der hohen und äußeren Atmosphäre und der Magnetosphäre. Das Hauptfeld ist der weitaus größte Teil des Erdmagnetfeldes. Es ändert sich zeitlich nur sehr langsam. Die Quasi-Perioden dieser säkularen Änderungen können nur aus paläomagnetischen Messungen erschlossen werden. Sie haben Skaleneinheiten in der Größenordnung von zehn- bis hunderttausend Jahren. Nachgewiesen sind nicht nur Änderungen der Amplitude der Schwankungen, sondern auch der Polarität des Magnetfeldes insgesamt.

Das Hauptfeld und seine Säkularvariation werden wahrscheinlich durch Strömungen im äußeren Erdkern erzeugt, wo die Materie zähflüssig sein sollte. Die magnetohydrodynamische Dynamotheorie erklärt recht gut, wie

die Energie dieser Strömungen in elektromagnetische Energie umgesetzt wird. Die Strömungen können turbulent sein. Bis heute ist aber noch nicht geklärt, wodurch die Strömungen angetrieben werden. Vielleicht sind es dieselben Prozesse, die auch den Wärmestrom auslösen, der benötigt wird, um die Plattentektonik zu erklären.

### 6. *Klimaschwankungen*<sup>4</sup>

Schwankungen des Klimas sind in der langen Zeit, in der die Erde eine Atmosphäre hat, nicht ungewöhnlich. Diese waren immer mit Zu- bzw. Abnahmen der Vereisung der Erde verbunden. Der Nachweis von Klimaschwankungen ist für die historische Zeit durch zahlreiche Berichte, für den Zeitraum der letzten zweihunderttausend Jahre durch die Auswertung der Bohrungen in die Eisschilde auf Grönland und in der Antarktis erbracht. Die Geologie bestätigt das Auftreten von großen Klimaschwankungen mit Zeitmaßstäben von hundert Millionen Jahren, d. h. von Eiszeitaltern und innerhalb eines solchen von Warm- und Kaltzeiten, während eines großen Teils der Erdgeschichte.

Das Klimasystem besteht aus der Atmosphäre und ihrer Unterlage: dem sehr dynamischen Ozean, der festen Erdoberfläche (einschließlich der kontinentalen Gewässer) und den vereisten Regionen. Um die Klimaschwankungen mit kürzeren Zeitmaßstäben (hunderttausend Jahre und kleiner) verstehen zu können, muß man die Vorgänge im Innern des Klimasystems einschließlich der Einflüsse von außen detailliert untersuchen. Das System kann man in diesen Zeiträumen als im wesentlichen stabil annehmen.

Als Ursache der Wechsel von Warm- und Kaltzeiten innerhalb eines Eiszeitalters vermuten viele Fachleute die regulären Veränderungen der Sonneneinstrahlung, die durch periodische Schwankungen in der Erdumlaufbahn und der Neigung der Erdachse verursacht werden.

Das Auftreten von Eiszeitaltern im Abstand von etwa 200 Mio. Jahren und mehr wird dagegen auf die Globaltektonik zurückgeführt. Die Globaltektonik verändert die Verteilung der Kontinente und Ozeane, damit das System der kalten und warmen Strömungen in den Ozeanen, ebenso wie die Verteilung der Barrieren für das Vordringen der Luftmassen tiefgreifend

---

4 Siehe auch Karl Lanianus: Die Erde im Wandel. Grenzen des Vorhersagbaren. Heidelberg-Berlin-Oxford 1995. Kapitel 4.

mit einschneidenden Folgen für das Klima in allen Teilen der Erdoberfläche. Da durch die Globaltektonik die Kontinente relativ zu den Rotationspolen der Erde weiträumig verschoben werden, ist es sehr schwierig, aus den geologischen Befunden die Verteilung der Klimazonen während der einzelnen geologischen Formationen zu erschließen.

## 7. Gezeiten

Die Gezeiten gehören zu den wenigen Vorgängen in den Geowissenschaften, die über große Zeiträume als ausgeprägt periodisch zu bezeichnen sind.

Bei den Gezeiten haben wir es mit einem der wenigen Fälle zu tun, in denen die anregenden Kräfte sehr gut bekannt sind, und wir uns darauf konzentrieren können, die Reaktionen der Erde auf die einwirkenden Kräfte zu beobachten und daraus die Eigenschaften der Erde zu erschließen. Die Gezeiten werden verursacht durch die Massenanziehung des Mondes, der Sonne und der anderen Planeten auf die Erde, die nicht als punktförmig angesehen werden kann und rotiert. Die relativen Bewegungen der genannten Himmelskörper bewirken die genau berechenbaren periodischen Gezeitenkräfte. Die Gezeiten sind die durch diese Kräfte erzwungenen Schwingungen des Systems Erde.

Am einfachsten sind die Gezeiten der Atmosphäre zu durchschauen; außerdem sind sie sehr klein. Sehr kompliziert sind die Meeresgezeiten, da die Gezeitenströme durch die Konfiguration der Meeresbecken wesentlich beeinflusst werden. Relativ einfach sind die primären Gezeitenreaktionen des Erdkörpers. Sie werden aber durch die Meeresgezeiten stark beeinflusst. Die größte Auswirkung hat dabei die sog. Gezeitenreibung. Sie führt zur säkularen Bremsung der Erdrotation, die Tage werden dadurch in geologischen Zeiträumen immer länger. Es kann durchaus sein, daß die ehemals größere Tageslänge in den eingprägten Zeitgebern des menschlichen Organismus noch wirksam ist.

Bei den Gezeiten kann man von einer Zyklizität in einer guten Näherung sprechen. Die Ursachen für die Abweichungen liegen im System Erde.

Langzeit-Probleme der Himmelsmechanik spielen bei den Gezeiten (noch) keine Rolle. Sie beginnen dann, wenn das einfachste System der Physik aus zwei sich gravitativ anziehenden Punktmassen als Modell nicht mehr ausreicht. Die Mechanik von Isaac Newton ergibt eine strenge Lösung nur für das genannte Zwei-Körper-Problem. Für ein System aus drei Punktmassen gibt es nur noch Näherungslösungen, die aber durch Stö-

rungsrechnungen erreichbar sind. Das Problem ist, daß der Iterationsprozeß nicht immer konvergiert, mit der Folge, daß das System nicht mehr stabil ist. Unter Einsatz der heutigen Rechentechnik konnte tatsächlich nachgewiesen werden, daß unser Planetensystem über sehr lange Zeiträume (Milliarden Jahre) gesehen nicht stabil ist.

#### *8. Eine einzige Schlußbemerkung*

In den Geowissenschaften ist Zyklizität ein sehr nützliches Modell für eine spezielle Form des zeitlichen Verlaufs von Vorgängen, und zwar dann, wenn nur der Verlauf innerhalb eines begrenzten Zeitraums interessiert. Die Suche nach Zyklen gehört zur Anfangsphase der Forschung. In den späteren Phasen rücken in den Vordergrund und dann in den Mittelpunkt des Interesses die eingehende Untersuchung der Eigenschaften des jeweils betrachteten Systems und die konkrete Betrachtung des Vorganges.

WOLFGANG BÖHME

## Zur Analyse der Zyklizität komplexer Systeme

Meine Betrachtungen und Bemerkungen zur Analyse der Zyklizität komplexer Systeme schließen sich in gewissem Umfange an die Ausführungen von Heinz Kautzleben an. Sie sind im Prinzip aber unabhängig davon, ob es sich um klassische natürliche oder um stärker gesellschaftlich beeinflusste Systeme handelt.

### *Einige generelle Bemerkungen*

- Wir haben es in der realen Welt bei der Untersuchung der Zyklizität fast immer mit komplexen, nichtlinearen Systemen zu tun. Oft, z. B. auch in den hier schon erwähnten Geowissenschaften, befindet sich das betrachtete System unter dem Einfluß eines äußeren Taktgebers (also z. B. Tages- und Jahresperiode); solche Systeme können aber auch eine Fülle von Eigenzyklen oder Eigenschwingungen haben.
- Die Existenz von stabilen Zyklen (Perioden) erhöht die Chancen für zutreffende prognostische Aussagen. In der Wissenschaftsgeschichte, zum Beispiel in den Geowissenschaften, gab es Zeiträume mit einer Fülle von Entdeckungen von Perioden. Die Perioden erwiesen sich aber oft nicht als stabil und waren deshalb nur selten praktisch zu nutzen.
- Das am meisten benutzte leistungsfähige klassische Instrument zur Aufdeckung von Zyklen war (und ist) die Fourieranalyse in einer ihrer Varianten. Dabei handelt es sich um eine (formale) Zerlegung einer Zeitreihe in eine Reihe von Sinusschwingungen. Eine dabei nur schwer, unter Inkaufnahme weiterer Probleme zu umgehende Voraussetzung ist die Annahme, daß die Schwingung sich in Vergangenheit und Zukunft fortsetzt (oder fortsetzen läßt).
- Klassische stabile Perioden findet man zudem zumeist nur bei einfachen, linearen Systemen. Reale Systeme in Natur und Gesellschaft sind aber zumeist nichtlinear und hochkomplex und können vielfältige Entwicklungspfade einschlagen. Sie befinden sich oft (bezüglich des

Auftretens mikroskopisch kleiner Abweichungen) in der Nähe von chaotischem Verhalten. Es erscheint häufig zufällig, welcher Entwicklungsweg (welche Zustandsfolge) eingeschlagen wird, obwohl im einzelnen das Verhalten meist deterministisch ist.

### *Einige nützliche Begriffe*

Ich verwende im folgenden einige Begriffe, die sich als nützlich erweisen:

– *Zyklus und Zustandsraum, Projektionen auf niedrigerdimensionale Unterräume*

Ein klassischer *Zyklus* tritt (im Sinne einer notwendigen Bedingung) auf, wenn das System nach Ablauf einer bestimmten Zeit exakt (das heißt bis in die feinsten Details) den gleichen Zustand erreicht. Zweckmäßig zur Beschreibung des Zustandes und seines Verlaufes ist es, den Begriff des *Zustands- oder Phasenraumes*, der durch die Zustands- oder Phasenkoordinaten des Systems aufgespannt wird, einzuführen. Jeder Zustand wird dabei durch einen Punkt des Phasenraumes gekennzeichnet. Der Phasenraum kann sehr hochdimensional sein; anschaulich kann man nur *Projektionen* des hochdimensionalen Phasenraums *auf niedrigerdimensionale Unterräume* betrachten. Bei komplexen Systemen ist zu beachten:

(1) Die Dimension des Zustandsraumes und ein *vollständiger* Satz von Zustandskoordinaten sind oftmals nicht oder nur sehr näherungsweise bekannt.

(2) Der verfügbare Zustandsraum eines Systems wird um so größer, je komplexer es ist. Komplexere Systeme haben im Prinzip bei Störungen mehr Möglichkeiten, in höherdimensionale Zustände auszuweichen (z. B. in angeregte Zustände).

– *Perfekter Zyklus, Perfektes Analogon und Analogieabstand*

Wenn es sich um einen *perfekten Zyklus* handelt, dann wird, nach Verstreichen einer bestimmten Zeit exakt dieser Zustand (derselbe Punkt im Phasenraum) wieder erreicht. Der zu diesem Zeitpunkt (also nach dieser Zeitdifferenz) auftretende Zustand ist ein *perfektes Analogon* zum ursprünglichen Zustand. Diese Zeitdifferenz wird im folgenden als *Analogieabstand* bezeichnet. Bei realen Systemen aus Natur und Gesellschaft gibt es solche perfekten Zyklen und Analogie praktisch nicht. Sie sind eine Idea-

lisierung. Das perfekte Analogon zeichnet sich aber dadurch aus, daß es in jeder Projektion des Phasenraumes auf irgendeinen Unterraum als perfekt erscheint, unabhängig von der konkreten Wahl der Zustands- oder Phasenkoordinaten und unabhängig von der Wahl der Projektionen des Phasenraumes auf niedrigdimensionale Unterräume.

– *Perfektionsgrad des Analogons*

Bei wirklichen Systemen interessiert dann der Grad der Annäherung eines Analogons an ein perfektes Analogon, also sein Perfektionsgrad  $P$ . Das Verhältnis  $p/n$  der Anzahl  $p$  der Projektionen, die das betrachtete nicht perfekte Analogon faktisch als Analogon erscheinen lassen, zur Gesamtzahl  $n$  der insgesamt benutzten Projektionen kann (wenn  $n$  nur groß genug und die Auswahl der Unterräume zufällig ist) als ein *Maß für den Perfektionsgrad*  $P$  des Analogons angesehen werden.

*Grundsätzlich zu erwartende Eigenschaften von komplexen Systemen hinsichtlich des Auftretens von Zyklen und Analoga*

Theoretische Überlegungen und Gedankenexperimente führen zu folgenden Aussagen:

1. *Analoga treten mit den unterschiedlichsten Analogieabständen (als Spuren von Zyklen) auf.*
2. *Es gibt bevorzugte Analogieabstände, also sozusagen ein Spektrum von Analogieabständen. Hierin spiegeln sich die Eigen»perioden« des Systems (es müssen nicht unbedingt Schwingungen sein!) und die Anreizungsabstände von äußeren Anregungen wider. Das Spektrum der Analogieabstände kann als ein verallgemeinertes Fourierspektrum verstanden werden.*
3. *Im Zeitablauf des Zustands des Systems gibt es Zeitpunkte und Zeitbereiche, die besonders häufig durch Analoga belegt sind. Das sind offensichtlich Zeitbereiche, in denen sich das System (sozusagen per definitionem) normal oder ungestört verhält. Andererseits können Zeitpunkte oder Zeitbereiche, in denen keine oder nur wenige Analoga auftraten, als Zeitbereiche verstanden werden, in denen eine größere Tendenz vorhanden war, daß (externe) Störungen des Systems auftraten. Auf diese Weise, also mit solchen analytischen Mitteln, kann man an den Zeitreihen des Systems das Systemverhalten sondieren. Im Prin-*

zip kann die Verarmung des Auftretens von Analogiedaten in bestimmten Zeitbereichen auch dadurch entstehen, daß in diesen Zeitbereichen durch das System aus internen Gründen sonst sehr selten auftretende extreme Zustände durchlaufen wurden. Das dürfte aber zumeist keine wesentliche Rolle spielen, wenn die Klasseneinteilung der Zustandsgrößen des Systems nach (gleichwahrscheinlichen) Quantilen vorgenommen wird.

4. *Die Analogien (die bei langer Existenz ein Beweis für eine stabile Periode sind), halten häufig nur einen Bruchteil des ihnen zugeordneten Abstandes durch (fiktives Beispiel: Existenz eines Analogieabstandes über 10 Jahre nur für 30 Monate = 2,5 Jahre). Solche Bruchteile eines periodischen Ablaufs können mit der klassischen Fourieranalyse nicht erfaßt werden.*
5. *Dennoch kann die kombinierte gleichzeitige Verwendung der Analogieabstände mit den jeweils höchsten Perfektionsgraden zu signifikant nutzbaren prognostischen Aussagen führen.*

Diese Aussagen gelten grundsätzlich für hinreichend komplexe natürliche und auch gesellschaftliche Systeme, ganz gleich, welchem Gebiet sie zugeordnet werden, ganz gleich also, ob es sich zum Beispiel um eine System gekoppelter Pendel, um Erscheinungen in der Meteorologie und der Klimatologie, um das Verhalten (einschließlich der Entwicklung) von individuellen oder vergesellschafteten Lebewesen und vieles andere mehr handelt.

### *Illustration am Beispiel einer Anwendung*

Ich konnte zeigen und auf einer Tagung europäischer Meteorologischer Gesellschaften im September 2001 in Wien<sup>1</sup> darlegen, daß Untersuchungen des Verlaufs der Abweichungen (angegeben in gleichhäufigen Sextilen) der Monatsmitteltemperaturen über Mitteleuropa (Gebietsmittel) vom langjährigen Mittel mit Hilfe von Ensembles von jeweils 135 unterschiedlichen Phasenraumprojektionen (als Phasenkoordinaten werden Kombinationen

---

1 Siehe Wolfgang Böhme/Wolfgang Enke/Annette Witt: Ein Zugang zur Langfristvorhersage mittels Nutzung von Ensembles unterschiedlicher Projektionen des Phasenraumes? In: Deutsch-Österreichisch-Schweizerische Meteorologen-Tagung 18. bis 21. September 2001. Sitzung 3c (Österreichische Beiträge zur Meteorologie und Geophysik. Wien 2001. Heft Nr. 27/ Publ. Nr. 399).

vorausgehender Abweichungen benutzt) diese Erwartungen bestätigen. Dabei wurden auch Vorhersagen über jeweils 13 Folge Monate betrachtet. Unter anderem ergab sich, inzwischen zum Teil über das hinaus, was wir schon in Wien vorgestellt haben:<sup>2</sup>

Zu 2: Besonders häufige Abstände im Spektrum der Analogieabstände sind z. B. 2, 24, 33, 40, 47, 56, 78 und 110 Jahre. Im Prinzip können die Häufungen der Abstände mit Eigenschwingungen des irdischen Klimasystems oder mit dem Wirken äußerer Taktgeber zusammenhängen (z. B. Sonne). Bemerkenswert ist die relative Armut zwischen 4 und 17 und zwischen 49 und 75 Jahren. Deutlich ist die quasizweijährige »Periode«. *Es gibt relativ viele Anhaltspunkte für ein Durchgreifen von Perioden der Sonnenaktivität.* Das betrifft besonders die Abstände 2, 22 und 24, 33, 53

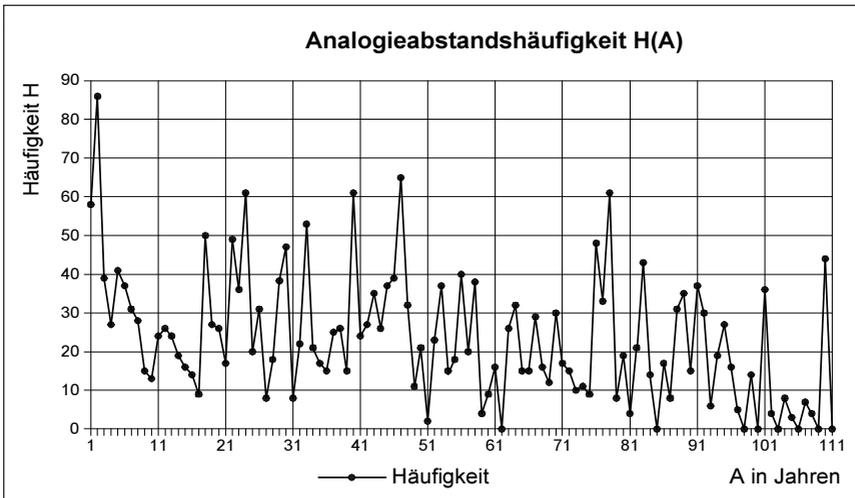


Abbildung 1: Häufigkeit H der Analogieabstände A. (H ist die Zahl der Monatsvorhersagen aus dem Zeitraum 1960 bis 2000, bei denen der Analogieabstand von A Jahren unter den 5 jeweils besten Analogieabständen auftrat.)

2 Siehe Wolfgang Böhme: Atmosphärische Zirkulation und Chaos. In: Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät. Berlin 1998. Bd. 24. Heft 5. S. 151–182. – Wolfgang Böhme: Anwendung der Methoden der Ensemblevorhersage bei komplexen dynamischen Systemen auf statistische Verfahren. In: Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät. Berlin 1999. Bd. 30. S. 145–151.

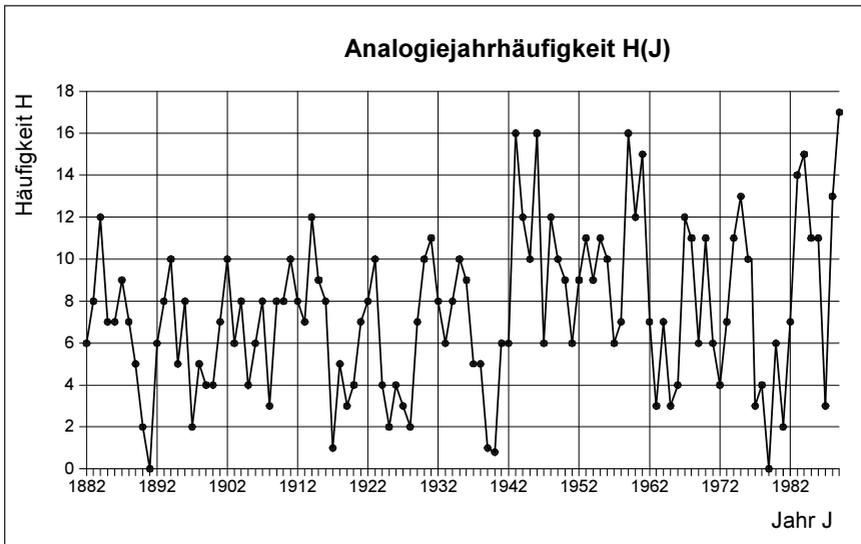


Abbildung 2: Häufigkeit  $H$  der aufgetretenen Analogiejahre  $J$ . ( $H$  ist die Zahl der Jahre  $J$ , die bei den Monatsvorhersagen aus dem Zeitraum 1960 bis 2000 als die den fünf jeweils besten Analogieabständen zugeordneten Analogien auftraten.)

und 56 und 58, 64 und 67, 76 und 78, 89 und 91 (Gleissberg-Zyklus), 101 sowie 110 Jahre. Bemerkenswert ist, daß eine exakte 11jährige Zyklizität fehlt. Allerdings ist ein breiter Gipfel von 10 bis 13 Jahren ähnlich wie beim Spektrum der Sonnenaktivität vorhanden. Eine Illustration dieser Aussagen ist durch die Abbildung 1 gegeben.

Zu 5.: Konkret wurden für die Vorhersagen für den ersten Folgemonat und 12 weitere Folgemonate jeweils die Analogieabstände mit den 5 höchsten Perfektionsgraden verwendet. Die mittleren absoluten Fehler der so erzielten Vorhersagen sind signifikant geringer als von Zufallsprognosen oder Prognosen mit Erhaltensneigung. *Es ergeben sich damit weitere Möglichkeiten für meteorologische Monats- und Jahreszeitenvorhersagen.*

Zu 3.: Der Verlauf der Häufigkeit  $H$  des Auftretens der einzelnen Jahre  $J$  als Analogiejahre zeigt, daß der Typ der Struktur der Häufigkeitsverteilung, der gegenwärtig mit großen Schwankungen zwischen Zeitbereichen mit hoher Häufigkeit und solchen mit sehr geringer Häufigkeit von Analogien (letztere können als Zeitbereiche mit starken Störungen der Dynamik des

Systems gedeutet werden) *herrscht, erst seit 1962 (und ohne größere Störungen seit 1943) vorhanden ist*. Es ist nicht ausgeschlossen, daß der starke Einbruch von 1961 bis 63, der die gegenwärtige Epoche einleitete, mit den verstärkten Kernwaffenversuchen 1961/62 vor Inkrafttreten des Moratoriums zusammenhängt. Die Abbildung 2 zeigt den Verlauf der Häufigkeit  $H$  des Auftretens der einzelnen Jahre  $J$  als Analogiejahre.

*Weiter zu 3.: Einige Minima nach 1960 scheinen mit eruptiven Vulkanausbrüchen zusammenzuhängen, insbesondere 1963, 1966, 1972, und 1981/82. Die Ausbrüche des Krakatau 1883 und des Katmai 1912 spiegeln sich dagegen kaum wieder: Es entsteht die Frage: »Hat die grundsätzliche Änderung der Dynamik des Systems um 1961 das System empfindsamer gemacht?« – Der Ablauf des mittleren absoluten Vorhersagefehlers  $MAF$  und der erforderlichen mittleren Vorhersagekorrektur  $MK$  (die gleich dem negativen mittleren Vorhersagefehler  $-MF$  ist) ist bei den 5 eruptiven Vulkanausbrüchen des Agung (März 1963), Awu (August 1966), Soufrier (Oktober 1971), El Chichon (April 1982) und Pinatubo (Juni 1991) ähnlich, so daß ein mittlerer Verlauf dieser Größen nach solchen Vulkanausbrüchen abgeleitet werden kann: *Die mittlere Vorhersagekorrektur wächst unmittelbar nach einem eruptiven Ausbruch auf ca. 1,6 Klasseneinheiten (was etwa 1,2 K bedeutet). Die Störung des Systems klingt dann im Verlaufe von ca. 15 Monaten ab.**

*Es erhebt sich natürlich auch die generelle Frage nach dem Wesen der Störung der Dynamik des Systems: Für das hier bearbeitete Beispiel gibt es eine naheliegende Vermutung, die durch eine vertiefte Analyse gestützt wird, auf die hier im Rahmen dieses Diskussionsbeitrages nicht im einzelnen eingegangen werden kann: Es gibt deutliche Hinweise darauf, daß die Störung insbesondere die kurzzeitigen Analogieteile beeinträchtigt, so daß dann die längerzeitigen Analogieanteile in den Vordergrund treten. Mit anderen Worten: Die Trajektorie des Systems im Phasenraum folgt bei Störungen der Dynamik nicht mehr so stark den kurzzeitigen Scales, sondern mehr als bei ungestörten Verhältnissen den längerzeitigen Scales. Es ist recht wahrscheinlich, daß die erforderliche Energiemenge für ein Verlassen eines kurzskaligen Bahnanteils geringer ist als für das Verlassen eines umfangreicher eingebundenen, längerskaligen Bahnanteils.*



FRANK RICHTER

## Zeit als Geschichte

### 1. Vorbemerkungen

In der heutigen Veranstaltung zum Thema Zeit geht es im Untertitel ja auch um Geschichtstheorie. Selbst demjenigen, der sich nicht als Geschichtstheoretiker sieht, ist klar, daß die aktuellen Debatten um den Marxismus bzw. um neue Gesellschaftskonzepte wie um programmatische Positionen der PDS geschichtstheoretische Dimensionen haben. Ohne Zweifel hat das auch etwas mit Zeit zu tun – mit Eigenzeit, strukturierter Zeit, mit Zyklizität u. a. Und da es immer auch noch Überlegungen gibt, ob und wann die nächste sozialistische Revolution ansteht, habe ich mir vorgenommen, u. a. etwas zum Thema Revolutionszyklus zu sagen. Wie gehen wir mit der These vom Ende der Geschichte (Francis Fukuyama) um, wieviel Zeit hat ein sozialistischer Revolutionszyklus (Wladimir I. Lenin) zur Verfügung bzw. gestaltet er, und könnte man aus der angenommenen Existenz eines solchen Zyklus bestimmte Hypothesen für künftige Entwicklungen ableiten?

Zeit in einem solchen Sinne ist also strukturierter Ablauf, »Eigenzeit«, vollgepackt mit Ereignissen, für die die kosmische Zeit wie der Erdzyklus nur eine ganz abstrakte Rahmenbedingung darstellt.<sup>1</sup> Hier kommt die Dialektik von Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft bezogen auf einzelne Völker und Staaten, Kontinente und Zivilisationsformen, ja auf die Menschheitsentwicklung insgesamt in den Blick. *Rückblick* wird zur Geschichte, *Vorausblick* zur Prophetie, zur Prognose, zu Futurologie, zu Utopie – noch vor wenigen Jahren hätten wir gesagt: zu einem wissenschaftlichen (anstatt utopischen) Sozialismus. Scheinbar dazwischen – die Gegenwart, deren Erfassung und Bestimmung aber wiederum nichts anderes ist, als gleichzeitig Geschichte und Zukunft zu erfassen. Es sei bereits hier darauf hingewiesen, daß dann eine heute zumeist angenommene Offenheit der

---

1 Grundsätzliches über Zeit findet man bei Herbert Hörz: Philosophie der Zeit. Berlin 1989.

Zukunft interessante Konsequenzen für Vergangenheit und Gegenwart besitzt: Auch diese müssen »offen« sein, d. h. nicht ein für allemal determiniert und bestimmt; es müßte eine Multiplizität auch von Geschichte und also von Zeit geben usw. Das ist natürlich eine komplizierte Angelegenheit, wenn gleichzeitig die Existenz objektiver Entwicklungsgesetze der Gesellschaft anerkannt und angenommen wird. Wenn wir uns die theoretischen und programmatischen Diskussionen in der PDS ansehen, merken wir, wie uns solche scheinbar theoretisch-abstrakten Fragen unmittelbar behühren.

## 2. *Geschichte als Zeitreise*

In seiner etymologischen Bedeutung und Herkunft heißt *Zeit* nicht so sehr Dauer, sondern eher Abschnitt, Einteilung, Nacheinander (von etwas). Die Vorstellung von Fortsetzung, Reihe, Linie ist dagegen schon wieder abstrakt, da von der räumlich-materiellen Ausgestaltung der Zeitabschnitte abgesehen wird. *Geschichte* ist für ein solches Zeitverständnis typisch: Es interessiert weniger, wie lange etwas gedauert hat, sondern *was* so lange gedauert hat und *wie* bzw. warum es in nachfolgenden Zeitabschnitten seine Wirkung immer noch besitzt. In Gedanken reisen wir ständig in die Vergangenheit und erinnern uns. Deshalb auch ist das Thema Zeitreise so faszinierend.

Warum kann man im Raum reisen, nicht aber in der Zeit? Eines meiner ersten Bücher, die ich als Junge »verschlungen« habe, hieß »Die Zeit läuft falsch im Stundenglas«, und hier wird die Zeitreise in die Vergangenheit zu einem ziemlich deprimierenden Erlebnis. Bei Herbert G. Wells ist das bei der von ihm geschilderten Zeitreise in die Zukunft nicht viel anders.<sup>2</sup> Eigentlich möchte und müßte man überall eingreifen – helfen, korrigieren, verbessern – aber die Ergebnisse solcher Eingriffe sind entweder niederschmetternd oder einfach vergeblich. Das Ergebnis, sofern man von einem solchen überhaupt sprechen darf, ist in der Regel ernüchternd: Die Urmenschen rauben einem die Geliebte, Morlocks und Elois dokumentieren den künftigen Niedergang des menschlichen Geschlechts, und man wird in ein grünes hochtechnologisches Gespinnst verwandelt, um die Zeitreise zurück zum Urknall überhaupt er- und überleben zu können. Bei Stephen Baxter

---

2 Herbert G. Wells: *The time machine – an invention*. London 1895.

gibt es sogar mehrere Zeitreisen in Zukunft wie Vergangenheit.<sup>3</sup> Das führte jedoch – wäre es technisch möglich – zur Verunmöglichung der Gegenwart oder aber zu verschiedenen Welten, die parallel zueinander angeordnet sind. So etwas halten wir für paradox und deshalb unmöglich.

Dabei ist der Gedanke – nicht zuletzt für Sozialisten bzw. Kommunisten – ja wirklich verlockend, man könnte in der Geschichte etwas verändern, um historische Wurzeln für frühere und aktuelle Fehlentwicklungen oder gar künftige Katastrophen zu beseitigen. Nun geht das aber – wie gesagt – nicht. Real gesehen kann man es also nur noch einmal versuchen. Ansonsten bleibt von alledem nur ein Gedankenexperiment übrig, eine virtuelle Zeitreise sozusagen, die aber doch interessante Aufschlüsse bieten könnte. Gleichzeitig möchte ich betonen, daß wir eigentlich seit der »Wende« nichts anderes machen: Wir fragen uns, ob es wirklich so kommen mußte, wie es gekommen ist, und warum es so gekommen ist. Wir fragen nach Sättigungs- und Wendepunkten und denken über damals vielleicht doch mögliche alternative Strategien nach. In diese Fragen integriert ist also immer der Aspekt der *Alternative*, der *Variante*, der *Möglichkeit*, des *Möglichkeitsfeldes*. Mittlerweile sagen wir dazu auch *Pluralität*, und in bestimmtem Sinne geht es da wirklich um Parallelwelten, wenn der Pluralismus-Gedanke ernst genommen und nicht nur als Feigenblatt vor üblichem früheren »Einheitsdenken« gesehen wird.

Solche parallelen Welten existieren dann im theoretischen Denken, z. B. in Gestalt eines pluralen Marxismus, oder in der »Realität«, wenn über verschiedene Sozialismus- oder allgemeiner: Gesellschaftsmodelle nachgedacht wird. Aber wenn es denn wirklich *zurück zu Marx* gehen sollte ...

*Zurück zu Marx* ist ja eine bekannte These schon seit langem, in vielen Situationen von Marxisten verwendet, wenn wieder einmal das Marxsche Denken von irgend jemandem – tatsächlich oder vermeintlich – verzerrt oder falsch verstanden oder verkehrt angewendet worden war. Jenes *Zurück* war natürlich immer umstritten, jeder wollte derjenige sein, der wirklich und als einziger mit neuen Erkenntnissen (oder mit den »alten richtigen«) von dieser Reise zurückgekommen war. Außerdem konnte man ja sowieso immer nur zurück zu Marx? Schriften, und so reduzierte sich die Diskussion um jenes Zurück ja eigentlich immer nur um die Deutungs-  
hoheit früheren Wissens.

---

3 Stephen Baxter: Zeitschiffe. München 1995.

Gemäß unserem heutigen Thema *Zeit* würde ich mit Marx über Geschichte reden wollen – darüber, wohin sie im vergangenen Jahrhundert geführt hat und was uns heute alles noch zu tun geblieben ist, und zugleich um die Großabläufe von Geschichte, Formationstheorie, über Entwicklung, über gesellschaftliche Gesetze, über Mechanismen von Entwicklung bzw. Evolution und die Rolle des Menschen (als Klasse, aber auch als Individuum) dabei – also um geschichtstheoretische Fragestellungen.

Die Geschichte können wir nicht ändern, wenn wir sie als objektiven, ein für allemal abgeschlossenen Vorgang auffassen. Aber ob das wirklich schon ein adäquates Verständnis von Geschichte ist? Sie ist doch immer auch Interpretation, Deutung und Verstehenwollen, theoretisches Erklären und Erzählen, und so kann eine solche Zeitreise doch die Interpretation von Geschichte verändern – mit Auswirkungen schon auf die Gegenwart und erst Recht für die Zukunft. Geschichte ist als Geschichtliches heute noch präsent und wirksam, und damit wirkt unser heutiges Weltbild und Wissen auch auf die Geschichte, die also als Einheit von Geschichte und Geschichtserzählung, von Objektivem und Subjektivem, die wiederum nicht getrennt voneinander existieren, zu verstehen ist.<sup>4</sup>

Geschichts- und Gegenwartsverständnis sind also durch ständiges Vor- und Zurückfragen, quasi durch »Zeitschleifen« untrennbar miteinander verbunden. Natürlich spricht die Schulphilosophie nicht von Zeitreisen, sondern von *Hermeneutik*. Diese ist vom traditionellen Marxismus in der Regel mit höchstem Mißtrauen bedacht und beobachtet worden. Sie war für ihn untrennbar mit der Diltheyschen Trennung von Erklären und Verstehen wie mit einer Leugnung bzw. Infragestellung des Konzeptes einer objektiven Wahrheit im Geschichtsprozeß verbunden.

Eine materialistische Hermeneutik im engeren Sinne ist nicht ausgearbeitet worden.<sup>5</sup> Insofern ist doch immer auch die Vorstellung dominant

---

4 Marx' Begriff von einer Naturgesetzlichkeit in der Geschichte darf uns dafür den Blick nicht verstellen und wir müssen diesen Begriff selbst erneut diskutieren.

5 Jörg Schreiter schreibt sinngemäß: Leider ist Sandkühlers Versuch einer (materialistischen) Hermeneutik aus dem Jahre 1972 nicht weitergeführt worden. Die Beziehungen von Erkennen und Verstehen wie von Verstehen, Interpretieren und Anwenden sind materialistisch ungenügend bearbeitet. Dabei gibt es eine Differenz zur traditionellen Hermeneutik: Die Vermitteltheit des Seins durch Denken heißt nicht, daß die Grundlage des Seins das Denken ist; es geht nicht um abstraktes Bewußtsein, sondern um Klassenbewußtsein, die sozialhistorische Dimension des in den Texten überlieferten jeweiligen historischen Selbstverständnisses ist ideologiekritisch zu berücksichtigen. Das Problem sei u. a., wie wir aus der Objekt-Subjekt-Dialektik heraus einen Objektbezug festhalten

geblieben, Geschichte sei objektiv-materialistisch und wahrheitsgetreu nur als objektiver Prozeß, determiniert durch objektive Gesetze darstellbar und vorstellbar, ohne ausreichend zu erkennen, daß schon der materialistische (realistische) Wahrheitsbegriff seine Probleme aufweist und daß diese nicht geringer werden, wenn man ihn als Meßlatte an historische Vorgänge anlegt.

Ohne daß nun etwa historisches Denken zu einer Angelegenheit von Subjektivismus und Beliebigkeit herabsinkt, so ist also doch jene viel beschworene Objektivität nicht ohne Subjektivität zu haben. Es kann sich immer nur um eine »genauere« Erkenntnis oder Bewertung der Objekt-Subjekt-Dialektik handeln, niemals um einen »Ausstieg« aus dieser.

Der Zusammenhang mit der gegenwärtigen programmatischen Debatte in der PDS oder mit den damit verbundenen Wertungen der Geschichte der DDR liegt dabei auf der Hand. Auch hier wird man verschiedene Geschichtsbilder als denkbar akzeptieren müssen – je nach Blickpunkt der reflektierenden Person oder Instanz. Die einzige Forderung, die man vielleicht dann doch stellen darf, ist die, daß der Untergang der DDR eine bestimmte Konsequenz auch für historische Wertungen der DDR-Geschichte haben sollte.<sup>6</sup> Auch müssen sich aktuelle und künftige Lernprozesse auf unser Geschichtsbild auswirken: Zeitreisen ...

### 3. *Geschichte als Zeit*

Die allgemeinen philosophischen Diskussionen über Objektivität oder Subjektivität von Zeit und Raum, über deren Definition und ihren Zusammenhang zur Materie, ihre Verknüpfung mit Bewegung und Kausalität sollen

---

können. – Siehe Europäische Enzyklopädie zu Philosophie und Wissenschaften. Hrsg. von Hans Jörg Sandkühler. Hamburg 1990. Bd. 2 (F–K). S. 544.

6 Siehe dazu Frank Richter: Pluralität oder Pluralismus? In: UTOPIE kreativ. Berlin (2001)132. S. 889–902. Dabei ist das Thema »Entschuldigung« ein komplizierter Spezialfall solcher Dialektik: Entschuldigungen sind Verurteilungen von verübtem Unrecht mit der Bitte um Vergebung und der Bereitschaft zur »Buße«. Letztere bedeutet immer auch Neuanfang. Dieses Unrecht muß immer noch in einem historischen und systematischen Zusammenhang mit dem sich entschuldigenden Subjekt und seinen aktuellen Ansprüchen stehen und jene Verurteilung muß sich in aktuellem Verhalten äußern. Auch der Gegenstand der Entschuldigung muß trotz vielfacher historischer und systematischer »Brechungen« noch präsent sein – im Falle der Bildung der SED damals die Spannungen zwischen SPD und PDS heute.

und können in diesem Beitrag hier keine Rolle spielen. Es soll nur darauf verwiesen werden, daß *Zeit* als philosophischer Terminus leicht jenes Schicksal erleidet, das jedem Terminus widerfährt, wenn vorschnell aus ihm als einem (abstrakten) Begriff eine Substanz, eine Realität gemacht wird, der dann auch noch selbständige Existenz und Wirkung zudedacht wird. Die Diskussionen, die dann wiederum darüber geführt werden (können), lassen *Zeit* (wie auch den Raum) zu eigenständigen, oftmals ideellen Entitäten werden, über die unabhängig von der Realität, von realen Prozessen und Strukturen reflektiert wird.<sup>7</sup>

*Zeit* als Geschichte oder Geschichte als *Zeit* – was soll das bedeuten? Heißt es mehr als nur *Zeit* als *Geschehenes*, *Vergangenes*? Ja: Es heißt auch *geschichtete* *Zeit*, d. h. gleichsam wie Jahresringe an Bäumen strukturiert, als Abfolge von Perioden, Zyklen, Formationen. Sicher hat Marx bei seinem Verständnis des Formationsbegriffs mustergebend die Geologie vorgeschwebt.<sup>8</sup> *Das Hangende ist jünger als das Liegende*; wobei wir Gesellschaftswissenschaftler zur Präzisierung unserer Theorie von Geschichte und Formationsabfolge die Geologie mit ihrem Verständnis von Störungen, von Verwerfungen in dieser Anordnung hätten genauer beachten sollen. Immerhin: Wir erinnerten uns schon gelegentlich des Wortes von Friedrich Engels, die geschichtliche Entwicklung gleiche eher einer Spirale, die mit

---

7 Hegel sagt dagegen, indem er ein altes, beliebtes Thema variiert: »Ein Ziegelstein für sich erschlägt einen Menschen nicht, sondern er bringt diese Wirkung nur durch die erlangte Geschwindigkeit hervor, d. i. der Mensch wird durch Raum und *Zeit* totgeschlagen.« (Georg Wilhelm Friedrich Hegel: Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse. Heidelberg 1830. § 261.) Das ist freilich auch wieder mißverständlich, wenn Hegel Raum und *Zeit* als ideelle Bestimmungen begreift, aber immerhin wird der Zusammenhang zwischen Realität (Ziegelstein) und *Zeit* deutlich: Der fallende Ziegelstein ist *Zeit*, ist zeitlich bestimmbares Ereignis, ist Ereignis-*Zeit*, ist konkreter Vorgang, wobei es weniger interessant ist, daß der Ziegelstein relativ zur kosmischen oder irdischen *Zeit* fällt. Entscheidend ist, daß er durch seinen Fall eine bestimmte, konkrete *Zeit* generiert, und durch diese wird der betroffene Mensch »erschlagen«. Die Kraft, die solches hervorbringt, ist selbst *Zeit*, mathematisch hier dargestellt als Produkt von Masse und Beschleunigung, wobei letztere eine Ableitung der Geschwindigkeit ist, und jene wiederum ist der Quotient aus Weg und *Zeit*.

8 Marx hat das geologische Werk von Joseph Beete Jukes ausführlich exzerpiert und sich dabei nicht zuletzt für die Stratigraphie interessiert. Siehe dazu Kurt Reiprich: Die philosophisch-naturwissenschaftlichen Arbeiten von Karl Marx und Friedrich Engels. Berlin 1969. S. 124. – Siehe auch Peter Krüger/Uta Puls: Marx und die Liebe zur Geologie. In: »Neues Deutschland«. Berlin vom 7. Mai 1998. S. 14.

»freier Hand« gezogen worden sei, aber die denkbaren formationstheoretischen Konsequenzen daraus blieben eher blass.

Auf dem Titel von Herbert HÖRZ' Buch *Philosophie der Zeit* ist eine Spirale abgebildet. Sie enthält eine große Uhr zur Darstellung linearer Zeit, also einer Rahmenzeit, sowie in den Abschnitten der Spirale jeweils kleinere Uhren zur symbolischen Darstellung der jeweiligen Eigenzeiten – Hinweise auf die Verknüpfung von Linearität und Zyklizität wie von Reversibilität und Irreversibilität. Spiralität ist Zyklizität, eine Spirale ist mehr als nur ein Zyklus, und alles läuft in einer bestimmten Rahmenzeit ab. Wir werden sehen, daß eine solche Verknüpfung von linearer Zeit und zyklischer Zeit ein erster wichtiger Schritt dahingehend ist, daß soziale Zeit nun wirklich nicht mehr als ein quasi linearer Prozeß des Aufsteigens vom Niederen zum Höheren gedacht werden kann. Es wird sich aber auch zeigen, daß diesem Schritt ein zweiter und vielleicht sogar dritter folgen muß, um die Komplexität sozialer Zeit und Geschichte annähernd wenigstens erfassen zu können. Es geht um die Fragen der Zyklizität, der Linearität bzw. Nicht-Linearität und die der Modellvielfalt in der Geschichtstheorie.

### 3.1. Zyklizität

Zyklizität ist eine grundlegende Struktur von Zeit(en). Das Vorwärtsschreiten der Zeit als realer historischer Prozeß ist mit Phasen der Umkehr und Rückkehr verbunden. Fortschritt schließt also als positives Moment auch den Rückschritt, die Rückkehr zum Alten in sich ein. Eine dialektische Philosophie wird das sofort mit dem Gesetz der Negation der Negation zusammenbringen: Position, erste Negation, zweite Negation. Und so wie in der logisch präzisen Sprache die zweimalige Verneinung die Rückkehr zur Ausgangsbehauptung, der Position ist, so ist also Entwicklung hier auch Rückkehr zum Alten. Versteht man das buchstäblich, ist man beim Kreis, dem Zyklus im engeren Sinne des Wortes angekommen. Geht man richtigerweise davon aus, daß das Geschehen der beiden Negationen nicht vollständig rückgängig gemacht werden kann, kommt man zur Spirale bzw. zu einer ersten Windung einer Spirale. Dann kann man Höherentwicklung und Zyklizität gedanklich zusammenbringen. Die Differenz zwischen dem Anfangspunkt A und dem Endpunkt der Windung A' kann auf eine Entwicklungsrichtung, auf einen Entwicklungsparameter bezogen werden und die den Rahmen für die zyklische Zeit liefernde lineare Zeit muß

nicht nur die kosmische oder irdische Zeitrichtung sein. Hörz spricht gelegentlich von Freiheitsgewinn als Entwicklungskriterium.

Es ist nicht leicht, jenes Gesetz der Negation als allgemeingültiges Entwicklungs- oder auch Strukturgesetz nachzuweisen. Zu wenige wirklich gute Beispiele gibt es, und schon gar nicht immer sprechen sie für Entwicklung. So z. B. das von Engels gewählte Beispiel Same – Pflanze – Same oder Integration und Differentiation in der Mathematik, vielleicht auch bei geologischen Prozessen als aufeinanderfolgende Zertrümmerungen und Ablagerungen von Gesteinen sowie Schichtenbildung als Folge von Hebungen und Senkungen – hier geht es zweifelsohne um Bewegung, aber wohl nicht unbedingt um Entwicklung. Bei anderen Beispielen wird man eher Entwicklungen erkennen können: individuelles – gesellschaftliches – individuelles, auf der Grundlage des Kapitalismus beruhendes Eigentum, die Expropriation der Expropriateure, antike Philosophie als ursprünglicher Materialismus – Idealismus – Aufhebung jeglicher Philosophie in einer einfachen Weltanschauung, der Rousseausche Gesellschaftsvertrag als Wiederherstellung eines gerechten Vertrages zwischen Oben und Unten nach zwischenzeitlicher Verletzung und Zerstörung eines solchen Vertrages.<sup>9</sup> Natürlich darf die marxistische Darstellung der Menschheitsentwicklung über verschiedene Gesellschaftsformationen hinweg nicht vergessen werden: Urgesellschaft – Ausbeutergesellschaft – Kommunismus.

Es wird deutlich, daß sich jenes Prinzip der Negation der Negation nicht nur auf konkrete natürliche und soziale Prozesse beziehen soll, sondern eher noch auf die allgemeinen und wesentlichen Zusammenhänge, auf die Gesetzmäßigkeiten, die jene Prozesse bestimmen. Dabei läßt sich jedes Mal ein spezifischer Entwicklungs- oder Negationsparameter angeben, um den sich in diesem Zyklus alles dreht: Eigentumsverhältnisse, politische Vertragsbeziehungen, philosophische Ansätze und Inhalte.

Damit im Zusammenhang tritt ein neues Problem auf: Diese historischen Zyklen, sind – ihre Existenz hier unbesehen angenommen – weitgehend in sich geschlossen. Eine neue Spiralwindung läßt sich (z. B. im Unterschied zu Biologie und Geologie) nicht so einfach anschließen, weil der Negationsparameter seine Aufgabe mit dem Erreichen der Negation der Negation »erfüllt« hat. Das ist die berühmt-berüchtigte Frage nach der historischen Entwicklung, die auf den Kommunismus folgen sollte, wenn die

---

9 Siehe dazu u. a. Friedrich Engels: Anti-Dühring. In: MEW. Bd. 20. S. 120f.

Entwicklung in Bezug auf die Eigentumsverhältnisse einmal abgeschlossen wäre. Entweder müßte also der Negationsparameter gewechselt werden oder es geht – dem eigentlichen Konzept zuwider – doch mit demselben Negationsparameter weiter, möglicherweise sogar beschleunigt, hier also mit Eigentumsfragen, vielleicht irgendwann in irdischem und dann kosmischem Maßstabe.

Im ersten Falle könnte man das nur noch sehr bedingt als eine Spirale ansehen, denn dort werden ja bekanntlich die einzelnen Windungen (Zyklen) durch eine einheitliche Streckungsrichtung überhaupt erst als Spirale konstituiert, im zweiten Fall stoßen wir eher auf bedenkliche theoretische Probleme. Fukuyama mit seinem *Ende der Geschichte* läßt grüßen ... Nun hat ja Engels selbst schon auf die Schwierigkeit hingewiesen, solche allgemeinen dialektischen Gesetze auf konkrete Fälle anzuwenden und damit etwas beweisen zu wollen.<sup>10</sup> Dabei hat Engels ganz sicher Recht, wenn er meint, daß ein ganz bestimmter Entwicklungsvorgang nicht dadurch als existent nachgewiesen wird, indem er als ein Anwendungsfall der Negation der Negation dieser subsumiert wird. Andererseits müßte jedoch eine heuristische Anwendung jenes Gesetzes möglich und angebracht sein, wenn es sich denn dabei wirklich um ein allgemeines Entwicklungsgesetz handelt. Dann muß es bei Entwicklungen immer Negation der Negation geben, man darf nach der zweiten Negation suchen und muß sie dann freilich unabhängig von jenem Gesetz empirisch und theoretisch bestimmen. Und wenn wir uns einmal auf eine Ausgangssituation festgelegt haben, dann ist mit gebotener Vorsicht auch etwas über die Phase der Negation wie die der zweiten Negation ableitbar. Das eigentliche Hauptproblem für die Anwendung dieses Gesetzes ist deshalb offensichtlich die Bestimmung der (Ausgangs-)Position und damit die Frage, womit eigentlich der interessierende Zyklus beginnt. Zeitreise?!

Bereits im Fall der globalen Menschheitsentwicklung sind einer solchen Dreischritt-Entwicklung immerhin ihre theoretischen und empirischen Grenzen aufgezeigt worden: Es ist zwar nach wie vor nicht ausgeschlossen und vielmehr in einem bestimmten Sinne sogar hochwahrscheinlich, daß eine bestimmte Form privaten Eigentums an Produktionsmitteln – repräsentiert durch die Dominanz der von Marx untersuchten und bestimmten Kapitallogik – die Menschheit in ihren Abgrund reißen wird. Dennoch ist die erneute Vergesellschaftung der Produktionsmittel bisherigen Stils

---

10 Siehe ebenda. S. 131.

wahrscheinlich auch nicht *der* Ausweg aus solcher Krise.<sup>11</sup> Dann ist aber der Hauptnegationsparameter *Eigentum an Produktionsmitteln* generell in Frage gestellt bzw. wir müssen uns theoretisch erneut und vertieft dem Eigentumsbegriff zuwenden und in diesem Zusammenhang den Vergesellschaftungsbegriff neu zu bestimmen suchen. Ansätze dafür gibt es, wie z. B. bei der Anwendung von Selbstorganisationskonzepten auf die Gesellschaft, bei der Entwicklung von Konzepten der Dezentralisierung, kommunaler Selbstverwaltung, der freien Kooperation usw.

Für Marx und Engels ist der Entwicklungszeitraum bis zur Ausreifung des Kapitalismus die Vorgeschichte der Menschheit, und wenn Geschichte Geschichte von Klassenkämpfen ist, dann ist eigentlich mit dem Ende solcher Vorgeschichte auch das Ende von Geschichte generell gekommen. Dann wäre also die mit dem Sturz des Kapitalismus anhebende Zeit eine geschichtslose Zeit?

Auch für Fukuyama<sup>12</sup> ist ein Ende der Geschichte gewiß – nur, daß dieses Ende mit dem Sieg der bürgerlichen Demokratie über alle Formen des Totalitarismus im 20. Jahrhundert prinzipiell bereits eingetreten ist. Fukuyama argumentiert dabei mit Hegel und sieht Marx in dieser Frage als Vorläufer von Hegel – anders als die Marxisten, die jenes Verhältnis umgekehrt für richtig hielten und halten.

### 3.2. »Revolutionszyklus«

Diese Unsicherheit soll hier einstweilen stehen bleiben und ich will versuchen, durch eine kurze Analyse des sogenannten *Revolutionszyklus*, der ja irgendwie in den bisher erörterten Formationszyklus integriert sein müßte und vielleicht sogar dessen letzte Phase verkörpern würde, hier einen Schritt weiter zu kommen. Hauptzweck dieser Überlegungen ist dabei, etwas mehr Klarheit in der Frage zu gewinnen, ob denn Marxisten qua Marxisten überhaupt annehmen können, die Weltgeschichte werde ohne eine globale sozialistische Revolution nachhaltig weitergehen können und daß der demokratische Sozialismus eher zum geistigen Grundzug der gegen-

---

11 Indirekt hat auch Marx gewarnt: »Hegel bemerkt irgendwo, daß alle großen weltgeschichtlichen Tatsachen und Personen sich sozusagen zweimal ereignen. Er hat vergessen hinzuzufügen: das eine Mal als Tragödie, das andere Mal als Farce.« (Der achtzehnte Brumaire des Louis Bonaparte. In: MEW. Bd. 8. S. 115.).

12 Siehe Francis Fukuyama: *The End of History and the Last Man*. London 1992.

wärtigen Gesellschaftsformation werden müsse als zu einer eigenständigen und neuen Gesellschaftsformation selber. In der marxistischen Theorie tauchen die Begriffe bürgerlicher Revolutionszyklus und sozialistischer Revolutionszyklus auf. Deutungen dafür gibt es mehrere.

In der schon genannten Europäischen Enzyklopädie zu Philosophie und Wissenschaft wird von *Revolutions-Zyklus* in mehrfacher Hinsicht gesprochen:<sup>13</sup>

- a) Die zyklische, in Etappen verlaufende Entwicklung jeder einzelnen Revolution.
- b) Die Summe von Revolutionen, die ein Land bis zur endgültigen Ausformung des neuen Systems durchläuft (Frankreich 1789, 1830, 1848, 1870/71).
- c) Der kontinentale Revolutionszyklus (z. B. Europa 1848/81).
- d) Die zyklische Etablierung der bürgerlichen Gesellschaft vom frühen 16. bis auf die Höhe des 19. Jh. (Weltrevolution des Bürgertums).
- e) Der mit 1917 inaugurierte sozialistische Revolutionszyklus.

Wolfgang Küttler und Wolfgang Eichhorn diskutierten das Thema noch 1989 ausführlich. Für sie bedeutet *Revolutionszyklus der bürgerlichen Revolution*: Die Revolution setzt am Feudalismus an, um ihn zu überwinden; Revolutionen vollziehen sich stadial (global), regional und im unmittelbaren Phasenverlauf innerhalb der revolutionären Ereignisse im Wechsel unterschiedlicher Konstellationen von revolutionären und konterrevolutionären Kräften, von revolutionären Vorstößen, Reformen und Rückschlägen, in der Ungleichmäßigkeit der Formations- und Revolutionsprozesse. Unter dem *russischen Revolutionszyklus* verstehe Lenin u. a. das Hinüberwachen der demokratischen Revolution in die sozialistische. Schließlich sprechen Küttler und Eichhorn von einem *Revolutionszyklus der Gegenwart*, den sie gleichzeitig mit einer statistischen Konzeption der Gesetze der Gesellschaft verbinden wollen, um so noch einmal der Irrvorstellung von einer linearen ununterbrochenen Höherentwicklung der Gesellschaft entgegenzutreten zu können.<sup>14</sup>

Es ergibt sich also hier: Zyklizität wird in seinem ganz elementaren Sinne als das Auf und Ab von Revolution und Konterrevolution, von Aufschwung und Abstieg verstanden und soll der Vorstellung einer un-

13 Siehe Europäische Enzyklopädie zu Philosophie und Wissenschaften. Hrsg. von Hans Jörg Sandkühler. Hamburg 1990. Bd. 4(R-Z). S. 131.

14 Wolfgang Eichhorn/Wolfgang Küttler: »... daß Vernunft in der Geschichte sei«. Berlin 1989. S. 105ff., S. 264.

unterbrochenen Kontinuität des Aufsteigens vom Niederen zum Höheren entgegneten – offensichtlich aus dem Grund, weil die Realität von Revolutionen mit dem Bild einer (linearen) Entwicklung unverträglich ist. Und diese Richtigstellung ist auch sinnvoll. Aber das Problem der Zyklizität ist hierbei noch gar nicht berührt, geschweige denn adäquat erfaßt, es sei denn, man gibt sich mit der Existenz eines Auf und Ab zufrieden. Das sieht dann eher nach einer Zyklizität wie der von Tag und Nacht, dem Wechsel der Jahreszeiten u. ä. aus. Tatsächlich scheinen beide Autoren eher das Problem der Linearität oder Nichtlinearität von Geschichtsprozessen erfassen zu wollen als das der Zyklizität: »Es wäre also völlig falsch, hier an einen einfachen Transformationsprozeß zu denken, der kraft innewohnender Notwendigkeit stets gleicher Richtung gleichmäßig und kontinuierlich fortschreitet.«<sup>15</sup>

Was ist also der bürgerlicher Revolutionszyklus? Was sind hier Fortschritt und Rückkehr zum Alten? Womit beginnt der bürgerliche Revolutionszyklus? Was ist die erste Negation, was die zweite? Sollte es vielleicht heißen, daß nach Feudalismus (Position) und individualistischem Kapitalismus als erster Negation nun als zweite Negation eine Art von kommunitaristischer bürgerlicher Gesellschaft, eben eine soziale Marktwirtschaft entstehen muß, soll der Zyklus einen Abschluss finden?

Oder soll die erste Negation die bürgerliche Revolution sein und die zweite dann die sozialistische? Dann fehlt uns nur noch die Position – zu der man im Revolutionszyklus dann irgendwie auch zurückkehren müßte. Zunächst ist man geneigt, das Mittelalter hierfür auszuschließen, obwohl man in gewissen Aspekten im realen Sozialismus ein Zurück dorthin vielleicht doch erkennen konnte, wenn man wollte (Betonung des Gesellschaftlichen gegenüber dem Individuellen, aber auch Personenkult, Fürstentümer). Aber für eine adäquate Theorie sozialistischer Revolution würde das wohl doch nicht reichen?

Der Wunsch von Novalis nach einer Rückkehr ins Mittelalter war für uns doch eigentlich immer nur Ausdruck eines reaktionären romantizistischen Weltbildes. Humberto Eco sieht das anders: »Müßig zu sagen, daß alle Probleme des modernen Europas, wie wir sie heute kennen, im Mittelalter entstanden sind, von der kommunalen Demokratie bis zum Bankwesen, von den Städten bis zu den Nationalstaaten, von den neuen Technologien bis zu den Revolten der Armen: Das Mittelalter ist unsere

---

15 Ebenda. S. 191.

Kindheit, zu der wir immer wieder zurückkehren müssen, um unsere Anamnese zu machen.«<sup>16</sup>

Nehmen wir also den Feudalismus (also das *ancien régime* in Frankreich vor 1789) als Position, dann ist die Revolution von 1789 die erste Negation. Wozu führt sie? Zur formalen Befreiung des Bürgers, zur Etablierung der individuellen Menschenrechte in Verfassung und Gesetz. Gleichzeitig wird der Frühkapitalismus, den es ja im Schoß der alten Ordnung schon gibt, legalisiert und favorisiert immer weiter durchgesetzt. Was ist nun die zweite Negation, die ja in gewisser Weise zur Position zurückführen soll!? Kann ich sagen: Feudalismus – Kapitalismus – Sozialismus/Kommunismus oder soll ich sagen: feudale soziale »Gemeinschaft« – Individualismus des frühen Kapitalismus – bürgerliche Zivilgesellschaft und Kommunitarismus?

In einem solchen Zusammenhang wären bürgerliche Industriegesellschafts- und Konvergenztheorien neu zu bewerten. Auch der bereits erwähnte Grundgedanke Fukuyamas mutet dann gar nicht mehr zu fremd an. Fukuyama stützt sich auf Hegel und begründet von daher ein *Ende der Geschichte*. Geschichte gäbe es nämlich nur so lange, wie es um die Lösung grundlegender dialektischer Widersprüche gehe. Und dieser Vorgang sei mit dem Untergang des realen Sozialismus grundsätzlich abgeschlossen: Demokratie und Menschenrechte haben sich unwiderruflich durchgesetzt. Natürlich heiße das nicht, die Welt sei nun so perfekt, daß überhaupt nichts mehr verändert und gebessert werden müßte.

Wir erinnern uns: Eigentlich hatten wir Marxisten ja Ähnliches geantwortet, wenn uns Studenten fragten, was denn eigentlich nach dem Kommunismus käme: Über die dem Kommunismus folgenden Negationsparameter wußten wir nur wenig oder gar nichts zu sagen ... Aber »zu Ende« konnte die Entwicklung natürlich nicht sein. Es wird deutlich, daß Zeit immer etwas mit Anfang und Ende zu tun hat, und eine spezifische Form der Zeit ist der Zyklus, in dem es ein Ende geben muß, freilich zum Anfang zurückführend, soll es wirklich ein solcher sein. »Ende« ist also konkret auf einen bestimmten Zyklus bezogen – die Frage ist nur, auf welchen?

Das hat dann auch einiges mit den Fragen nach Zivilgesellschaft, Moderne/Postmoderne, dem Thema Produktivität und Ausbeutung, dem Eigentums- und Demokratieverständnis u. ä. zu tun. Dann kann man sich vielleicht wenigstens auf die Grundthese einigen: Die Geschichte ist inso-

---

16 Umberto Eco: Nachschrift zu »Der Name der Rose«. Frankfurt am Main 1987. S. 701.

fern zu Ende, als es nicht mehr möglich zu sein scheint, die Menschheit mit großen, zusammenfassenden und einheitlichen Gedankengebäuden auf den richtigen Weg zu führen. Und es ist wahrscheinlich auch nicht möglich, einen der bisherigen großen Entwürfe von seinen bisherigen praktischen und theoretischen Verzerrungen zu reinigen und erneut auf die Tagesordnung der Weltpolitik zu setzen. Die Forderung nach *utopischem Denken in einer utopielosen Welt* ist nur dann sinnvoll, wenn der Gedanke von Hans Jonas mitgedacht wird, daß es gerade die großen Utopien waren und sind, deren versuchte Realisierung die Menschheitsentwicklung zum Scheitern bringt. Es geht also wirklich nicht einfach um Rekonstruktion von schon Gedachtem, sondern eher um jene umstrittene *postmoderne Dekonstruktion*, in der die heute existierenden großen Gedankengebäude, die großen Erzählungen, bis auf ihre Fundamente hin auseinandergelegt werden. Dabei werden ihre Einseitigkeiten und Verabsolutierungen deutlich. An ihre Stelle tritt dann eine Pluralität von sinnvollen Konzepten, die in konkreter Beziehung zu Raum und Zeit partielle Anwendung finden können.

Plattformen wie die in der PDS sollten genutzt werden, solche Modelle zu entwickeln, anstatt sich in Grabenkämpfen um eine alte oder neue Einheitstheorie zu verschleißen.

### 3.3. Nichtlinearität/Linearität

So problematisch, aber auch nützlich und sinnvoll schon eine Anwendung des dialektischen Gesetzes der Negation der Negation auf konkrete Vorgänge sein mag – von der Linearität des Geschichtsprozesses sind wir immer noch nicht weggekommen – selbst wenn die bekannte S-Kurve zur Darstellung des Überganges von quantitativen zu qualitativen Veränderungen mathematisch gesehen bereits Ausdruck von Nichtlinearität ist. Die Termini *Stufe, Stufenleiter* (bei Marx), die Redeweise von *Entwicklungsstufen* können immer noch Ausdruck von linearem Denken sein: Die Entwicklung vollzieht sich kontinuierlich von Stufe zu Stufe und in nur einer Richtung. Anthony Giddens sagt jedoch in einem Interview: Man darf nie glauben, Geschichte verlaufe linear. Was gestern geschah, wiederholt sich nicht zwangsläufig morgen.<sup>17</sup> Geschichte bewegt sich in einem dialektischen

---

17 Siehe Anthony Giddens: Interview: Vorsicht vor den Bossen, Genossen. Europawahljahr 2002: Geht die sozialdemokratische Epoche zu Ende? Ein ZEIT-Gespräch mit Anthony Giddens. In: »DIE ZEIT«. Hamburg vom 21. Feb. 2002. S. 8.

Prozeß. Das gilt für die Politik und genauso für die Akzeptanz von neuen Technologien.

Eine Abgrenzung von überholten (aber dennoch verbreiteten) linearen Geschichtsmodellen, die sich unzulässig an der klassischen, globalen und kosmischen Zeitvorstellung orientieren, diese mit einfachen Kausalvorstellungen koppeln und damit gleichzeitig ein zu enges marxistisches Geschichtsbild am Leben erhalten, ist deshalb sinnvoll. Entwicklungsprozesse in ihrer Dialektik von Notwendigkeit und Zufall müssen nichtlinear gedacht und aufgefaßt werden. Nun ist es vielleicht überhaupt problematisch, einen mathematischen Begriff wie *Linearität* (der dann überdies noch mit einem Begriff von Kontinuität bzw. Stetigkeit oder Unstetigkeit zusammengebracht werden muß) auf soziale Prozesse anwenden zu wollen. *Linearität* ist mathematisch: Linie, also Ausdehnung nur in einer Dimension, ebene Fläche, in Gleichungen gibt es keine Ausdrücke wie  $x^2$ ,  $xy$ ,  $x^2y^3$ ,  $e^{-x}$ , damit also keine Kurvenverläufe. Physikalisch gesehen ist Linearität direkte und über die Zeit konstante proportionale Abhängigkeit von Parametern.

Was wäre dann also *Nichtlinearität*?

- Auftreten von Ausdrücken wie eben genannt in Gleichungen oder Gleichungssystemen,
- keine direkte Proportionalität zwischen Ein- und Ausgabe, also von Ursache und Wirkung,
- Kurvendarstellungen mit Existenz von Sättigungs- und Wendepunkten,
- Exponentielles Wachstum,
- Autokatalytische Vorgänge höherer Ordnung,
- Bistabilität, Bifurkationen.

In schwächerer, allgemeinerer und damit angenähert auch auf soziale Prozesse anwendbarer Weise könnte man vielleicht sagen: Nichtlinearität ist ausgedrückt durch

- Vorgänge, zu deren Beschreibung eine Dimension nicht ausreicht,
- Vorgänge, zu deren Erklärung eine (lineare?) Kausalbeziehung nicht ausreicht,<sup>18</sup>

---

18 Die u. a. von Martin Walser wieder aufgeworfene Frage um die Rolle der Versailler Verträge für die Machtergreifung durch die Faschisten in Deutschland mag das verdeutlichen: Können diese Verträge als Ursache oder wenigstens als eine Ursache für jene Machtergreifung betrachtet werden? Auch dann, wenn noch weitere Ursachen in Betracht gezogen werden? Hans Mommsen warnt davor, die Verträge *primär verantwortlich* zu machen bzw. als *Ursache* anzusehen. Hitler habe die nationalistische Agitation gegen Versailles *ausgenutzt*. Siehe Hans Mommsen: Über ein Geschichtsgefühl. In: »DIE ZEIT«. Hamburg vom 16. Mai 2002. S. 41. – Hier wird deutlich, wie kompli-

- Netzwerke,
- Vorgänge, bei denen kleine Ursachen große Wirkungen hervorrufen (Selbstorganisation, labile Gleichgewichte, Bifurkationen),
- Existenz verschiedener Wege linearer Entwicklung,
- Änderung von Zuwachsraten, Beschleunigung, Verlangsamung.

Man kann davon ausgehen, daß über Evolution und Selbstorganisation sozialer Systeme immer nur in einem Konzept von Nichtlinearität nachgedacht werden kann.<sup>19</sup> Freilich lassen sich in historischen Prozessen keine Multiplikationen bzw. Potenzen von Fakten oder Einzelprozessen definieren und angeben. Man kann auch keine Entfernungen von Gleichgewichtszuständen exakt bestimmen und die »Entscheidung« bistabiler Systeme kann man sowieso prinzipiell nicht voraussagen.

Zyklizität kann und muß deshalb ebenfalls nichtlinear gedacht werden: Die Position darf die Negation wie die Negation der Negation nicht alternativlos festlegen. Bifurkationalität bzw. Alternativen, Verzweigungspunkte sind in einem solchen Prozeß selber als gesetzmäßig anzuerkennen oder erst einmal zu bestimmen. Erst so wird der Eindruck überwunden, als sei der lineare Ablauf das Gesetzmäßige, das davon Abweichende, Nichtlineare das Zufällige. Das führte hier jedoch in ein Kapitel Entwicklungsgesetze/ Determinismus/Entwicklungskonzepte hinein, wozu an anderer Stelle schon diskutiert worden ist und was dort weitergeführt werden muß.<sup>20</sup>

### 3.4. Pluralität

Neben Zyklizität und Nichtlinearität taucht beim Versuch, Entwicklungsprozesse zu beschreiben und theoretisch zu erfassen, das Problem der Pluralität in verschiedenen Aspekten auf. Die oben angesprochene herme-

---

ziert das alles ist: Versailles ist selber nicht die Ursache, wohl aber die nationalistische Agitation. Letzteres gibt es aber nicht ohne ersteres, beides »multipliziert« sich. Zum Druck kommt das Bewußtsein des Drucks, wie Marx allgemein sagt, hinzu. Kausales Denken wird unter solchen komplexen Bedingungen fast unmöglich.

- 19 Siehe Werner Ebeling/Rainer Feistel: Physik der Selbstorganisation und Evolution. Berlin 1982. S. 29f. – Hier werden 20 entscheidende Faktoren von Evolutionsprozessen genannt, die nicht nur für die Physik, sondern generell für jede Form von Evolution zutreffend sein dürften.
- 20 Siehe dazu u. a. die Tagung der Rosa-Luxemburg-Stiftung in Leipzig am 02.02.2002 zum Thema Gesetz und Zufall. Material dazu ist im Internet verfügbar unter der Adresse <http://www.hg.graebe.de/moderne/seminar/2-2.html> wie auch unter <http://home.t-online.de/home/frank.richter/gesch.htm>.

neutische Dimension von Geschichte bringt es ja mit sich, daß verschiedene historische Interpretationen koexistieren und miteinander konkurrieren. Die Frage, was denn nun die eigentliche, wahre Geschichte sei, verschwindet demgegenüber geradezu als Scheinfrage. Es geht hier zu wie *Im Dickicht* von Akutagawa,<sup>21</sup> wo eine Geschichte aus drei verschiedenen Sichtweisen erzählt wird, ohne daß es eine klassische Wahrheitsentscheidung zwischen ihnen gibt. Die verschiedenen Interpretationen existieren allerdings nicht völlig unabhängig voneinander, sondern sie berühren sich in bestimmten historischen Ereignissen (Napoleon hat existiert, führte die französischen Revolutionsarmeen, wurde Kaiser, wurde in Rußland und in Leipzig geschlagen und ist auf St. Helena gestorben; Galilei schwor seiner Theorie vor dem Päpstlichen Konsortium ab; eine Frau ist vergewaltigt und ihr Mann getötet worden usw. usf.) oder auch in partiellen theoretischen Erklärungen und Positionen. Sie werten und interpretieren komplexe Ereignisse normalerweise jedoch verschieden. Ein definitives Ausschlußverfahren für bestimmte Interpretationen gibt es nur in Grenz- und Ausnahmefällen, etwa im Falle der Leugnung von Auschwitz und des Holocausts.

Normalerweise ist jedes Geschichtsbild eine konkrete Komplexitätsreduktion mit dem Anspruch auf relative Wahrheit. Bestenfalls nähern sich alle relativen Wahrheiten zusammen einer »absoluten« Wahrheit, wenn man diesen Begriff nicht gänzlich fallen lassen will. Wir wollen diese Form von Pluralität  $P^H$  nennen, hermeneutische Pluralität, die existierenden, hermeneutisch bedingten konkreten Geschichtsmodelle nennen wir  $M^H$  oder  $M^H_n$ , mit  $n$  als der Zahl der vorkommenden Modelle.

Davon unterschieden werden muß eine Form von Pluralität  $M^{BP}$ , die innerhalb eines bestimmten  $M^H$  auftritt, wenn die Existenz von Bifurkationspunkten in realen historischen Vorgängen berücksichtigt wird, mit  $BP \geq 2$  und wobei solche Verzweigungen selber gesetzmäßig sein können. In der Regel drücken sich solche Punkte in konkreten politischen Entscheidungen historischer Personen aus, die sie freilich auf der Grundlage einer Bewertung der jeweiligen historischen Situation treffen. Solche *Verzweigungspunkte* können auch *Wendepunkte* darstellen, an denen bestimmte Entwicklungen eingeleitet bzw. festgeschrieben werden.

Das soll an einem Beispiel demonstriert werden. In der Diskussion auf der heutigen Tagung beantwortete Thomas Kuczynski die Frage nach dem

---

21 In: Ryunosuke Akutagawa: Rashomon. Tübingen 1955.

Wendepunkt in der Entwicklung des Weltsozialismus bzw. des Sozialismus in der DDR dahingehend, daß mit der Beendigung der Neuen Ökonomischen Politik (NÖP) Lenins durch Josef W. Stalin im Jahre 1928 der Weg der Vernachlässigung der Wert- und Marktbezogenheit sozialistischer Produktion eingeschlagen worden sei. Damit sei der Niedergang und schließlich Untergang des Realsozialismus eingeleitet und schließlich besiegelt worden.– Diese Interpretation schließt zunächst die Möglichkeit ein oder wenigstens nicht gleich aus, die NÖP hätte auch weitergeführt werden können – mit bestimmten Konsequenzen für die spätere Produktivkraft- und Eigentumsentwicklung in Industrie und Landwirtschaft. Klar ist, daß in diesem Modell auch ein ganz anderer politischer und ideologischer Überbau angedacht und errichtet werden muß, als er sich dann entwickelte. Die in den realsozialistischen Ländern dominierende marxistisch-leninistische Theorie hat die NÖP immer nur als eine Zwischenperiode aufgefaßt und die nachfolgende stalinistische Zentralisation der Produktion und auch Kollektivierungspraxis in der Landwirtschaft nicht prinzipiell kritisiert. Alternativen zu dieser Strategie sind in diesem Modell m. E. niemals positiv diskutiert worden.

Die Frage ist also, ob die marxistische Theorie  $M^H$  jene Bifurkation, jenen Wendepunkt im Sinne eines  $M^{BP}$  überhaupt angemessen reflektieren und den dann wirklich eingeschlagenen Weg nur als einen von mehreren möglichen diskutieren und dann zugleich theorieimmanent und intern als unangemessen und voreilig kritisieren konnte. Verschiedene marxistische Ansätze haben gerade in dieser Frage ihren Ausgangspunkt gehabt.

Von anderen marxistischen Konzepten her wie von außen ist der offizielle Marxismus-Leninismus oftmals als Apologie kritisiert worden: Er habe eine Quasi-Theorie zur Beschreibung und Rechtfertigung der praktizierten Politik geliefert und die nötige Differenz und Distanz zwischen Theorie und Praxis eingeebnet. Sicherlich ist der Grat zwischen Apologetik und Praxisnähe bei einer sozialwissenschaftlichen Theorie schmal, insbesondere wenn die betroffenen geschichtlichen (wirklichen oder vermeintlichen) Subjekte und die Auftraggeber solcher Theorien identisch sind.<sup>22</sup> Das war in den realsozialistischen Ländern weitestgehend der Fall. Alternative Ansätze gab es selten und wenn, dann standen sie schnell unter Revisionismusverdacht.

---

22 Kompliziert wurde das noch dadurch, daß die maßgebende marxistische Theorie häufig ein apologetisches Wunschbild auch hinsichtlich der geschichtlichen Subjekte selber entwickelte.

Auch der »Nach-Wende-Marxismus« ist von solchen Schwierigkeiten nicht völlig frei. Ob eine theoretische marxistische Grundposition mehrere politische Plattformen zu tragen vermag, die jeweils ihre eigenen theoretischen Ansätze besitzen, oder ob sich solche Ansätze in eine »einheitliche« Theorie zusammenfügen lassen, ist ungeklärt. Echte Pluralität stößt immer noch auf Mißtrauen und Unverständnis. Möglicherweise ist sie jedoch über eine Dialektik von Konkretem und Abstraktem gedanklich verarbeitbar, und die jeweiligen spezielleren Ansätze sind dann konkreter als der grundlegende Ansatz, wobei sich »alle« Ansätze auf den je verschiedenen Ebenen als marxistisch verstehen können. Die konkreteren Ansätze lassen sich dann gleichzeitig als praktisch-programmatische Konzepte für unterschiedliche historische Situationen interpretieren.

Eine solche methodologische Sicht ginge über eine einfache Fassung von Pluralität als eine Beziehung von Allgemeinem und Einzelem hinaus bzw. würde eine solche vertiefen.<sup>23</sup> Der im orthodoxen Marxismus-Leninismus generell grassierende Revisionismusbvorbehalt und -verdacht hat sich der hier existierenden wissenschaftstheoretischen Fragestellung gegenüber aus bestimmten praktisch-politischen Gesichtspunkten heraus prinzipiell verweigert. Dabei gab es und gibt es woanders ähnliche Schwierigkeiten. Eine vergleichende Analyse der pluralen Differenzierung und Spaltung der protestantischen Religion nach und in der Reformation bzw. in Gestalt verschiedener Reformationen hätte nicht zum Schaden gereicht, um hier existierende Problemlagen erst einmal genauer zu verorten. Ähnliche Probleme hatte die christliche (katholische) Religion schon vor der Reformation und auch die ökumenische Bewegung der Gegenwart hat etwas mit der Frage zu tun, wie man mit der Dialektik von Einheit und Unterschied umgehen sollte, um die Vorteile von Differenzierung mit denen von Einheit und Einheitlichkeit zu verbinden.

#### 4. Zusammenfassung

Geschichte, insbesondere die der Gesellschaft, gleicht damit weniger einem Zeitpfeil oder einer linearen Abfolge von Epochen, sondern eher einem Geflecht, einem Rhizom, einem Labyrinth (Eco). Einfache Ursache-Wir-

---

23 Siehe dazu auch Frank Richter: Pluralität oder Pluralismus? In: UTOPIE kreativ. Berlin (2001)132. S. 889–902.

kungszuordnungen sind nicht möglich. Gesetzeserkenntnis darf sich nicht auf die Herausisolierung abstrakter Trends konzentrieren bzw. reduzieren, sondern muß jene Verflochtenheit und die damit verbundenen Bifurkationen selber zu erfassen suchen. Sollte es sich zeigen, daß die einem bestimmten historischen Modell  $M^H$  zuzuordnende politische Theorie  $M^{BP}$  nur eine der beiden Entscheidungsvarianten »zuläßt«, kann vermutet werden, daß jene Theorie ad hoc auf diese zugeschnitten worden ist und damit eigentlich ihren Theorieanspruch hier aufgegeben hat.

Es ist deutlich geworden, daß das sogenannte dialektische Grundgesetz *Negation der Negation* zwar mit den Vorstellungen von Zyklus und Zyklizität zusammengebracht werden kann, daß daraus aber nicht direkt auf die Notwendigkeit einer sozialistischen/kommunistischen Epoche der Weltgeschichte geschlossen werden darf. Es sind verschiedene Modelle möglich, wie Geschichte, Gegenwart und Zukunft der Menschheit gesehen und interpretiert werden können.

*Labyrinth* scheint die Situation, in der wir uns gegenwärtig alle befinden, am angemessensten auszudrücken.

THOMAS KUCZYNSKI

## **Die langen Wellen der Konjunktur – große Zyklen oder Folgen von Sättigungsfunktionen?**

Wie in allen Bereichen von Natur und Gesellschaft so gibt es auch in der Wirtschaft Zyklen. Nach der zeitlichen Dauer geordnet beginnen sie wohl mit den Tages- und Wochenzyklen der Arbeitsleistung, dann kommen die sog. Saisonschwankungen und die kurzen Lagerhaltungszyklen von zwei bis drei Jahren Dauer (zuweilen auch Khintchin-Zyklen genannt), sodann die Investitionszyklen von sieben bis zehn Jahren (Krisenzyklen im Sinne der Marxschen Theorie, zuweilen auch Juglar-Zyklen genannt), weiter die längerfristigen Bau- und Transportzyklen von etwa 20 bis 25 Jahren (zuweilen auch Kuznets-Zyklen genannt), schließlich die großen Zyklen von etwa 40 bis 60 Jahren, zumeist Kondratieff-Zyklen genannt oder eben die langen Wellen der Konjunktur.

Ich möchte mich hier nicht mit all diesen verschiedenen Zyklen befassen, deren materielle Grundlage – mit einer Ausnahme – weitgehend erforscht und aus wissenschaftlicher Sicht auch kaum umstritten ist. Anders liegen die Dinge bei den langen Wellen der Konjunktur, deren Charakter in der wissenschaftlichen Literatur außerordentlich umstritten ist und deren Existenz von gar nicht wenigen Ökonomen auch heute noch, nach mehr als hundertjähriger Debatte, in Frage gestellt wird. Gewiß, das wiederholte Auftreten großer Wirtschaftskrisen, die sich nach Länge, Breite und Tiefe von den »normalen« zyklischen Überproduktionskrisen unterscheiden, die Existenz der großen Krisen von 1825, 1873, 1929 und 1973 und der sich ihnen anschließenden Phasen langfristiger Depression ist eine historische Tatsache. Trotzdem gilt in gewisser Weise noch heute die 1969 von Oskar Lange getroffene Feststellung: »Obwohl diese historischen Tatsachen kein Gegenstand ernsthafter Einwendungen sind, sind sie kein hinreichender Beweis für die Existenz langfristiger Zyklen. Um diese Theorie zu beweisen, wäre notwendig zu zeigen, daß es ein Kausalverhältnis zwischen den bei-

den aufeinander folgenden Phasen des Zyklus gibt, und darin hat bisher niemand Erfolg gehabt.«<sup>1</sup>

Liegt das vielleicht daran, daß es sich gar nicht um lange bzw. große Zyklen handelt?

Wir dürfen ja nicht übersehen, daß die Hypothese, es gäbe langfristige, je Zyklus etwa fünfzig Jahre umfassende zyklische Schwankungen im Produktionswachstum eine weitere Annahme voraussetzt, nämlich die, daß es einen langfristigen Wachstumstrend gibt, um den das Produktionswachstum zyklisch schwankt. Diese Annahme ist augenscheinlich richtig, denn in der Tat wächst beispielsweise die Industrieproduktion im Kapitalismus seit über zweihundert Jahren mehr oder minder kontinuierlich, zwar unterbrochen von Krisen der verschiedensten Art, aber doch um einen bestimmten Prozentsatz von Jahr zu Jahr. Und zu diesem Trend kommt, das ist das gängige Modell aller Betrachtungen, der Zyklus hinzu. Trend und Zyklus sind also, vom Modell her, voneinander getrennt, sie sind allein additiv miteinander verbunden, etwa so:

$$y_t = \exp \{f(t) + G_t\}$$

wobei  $f(t)$  eine einfache Trendfunktion, z. B.  $x_t = a + bt$ ,

und  $G_t$  ein Satz trigonometrischer Funktionen ist.

$G_t$  kann mittels statistischer Verfahren (z. B. der Spektralanalyse) ermittelt werden. Voraussetzung ist eine vorher durchgeführte »Trendbereinigung«. Die Frage aber, die bis heute niemand beantworten kann, ist die: Was ist das eigentlich – ein Trend? Die am wenigsten unbrauchbare Antwort auf die Frage fand ich bei Darrell Huff, in seinem Buch »Wie lügt man mit Statistik?« Sie lautet: Tag für Tag sterben mehr und mehr Menschen – das ist der Trend.<sup>2</sup> In Wahrheit ist ja »der Genosse Trend« nichts anderes als der Aristotelische erste (unbewegte) Bewegte<sup>3</sup>. Wem das zu antiquiert erscheint, auch die Parameter, die gemäß Niklas Luhmann Evolution hervorbringen, aber nicht selber Evolution sind,<sup>4</sup> sind nichts anderes als »unbewegte Bewegte«, also nichts furchtbar Neues.

- 
- 1 Oskar Lange: *The Theory of Reproduction and Accumulation*. Warsaw 1969. S. 76f.
  - 2 Siehe Darrell Huff: *How to Lie with Statistics?* Harmondsworth 1977. 4. Umschlagseite.
  - 3 Siehe Aristoteles: *Metaphysik (1071b)* = *Philosophische Schriften*. Bd. 5. Hamburg 1995. S. 254f.
  - 4 Niklas Luhmann: *Theorie der Gesellschaft oder Sozialtechnologie – was leistet die Systemforschung?* Frankfurt 1971. S. 362.

Ebenfalls nicht neu ist das scheinbar rein mathematische Problem, von welchem »Trend« man denn die Zeitreihe »bereinigen« müsse – von einem einfachen exponentiellen oder einem polynomialen oder einem hyperbolischen usw. Immerhin ist seit Oskar Anderson bekannt,<sup>5</sup> daß – je nachdem, welchen Trend man bei der »Bereinigung« zugrunde legt – ganz verschiedene Wellenbilder entstehen können, bis hin zum Extremfall, daß die eine Methode dort langfristige Aufschwünge »erzeugt«, wo die andere langfristige Abschwünge und umgekehrt. Das hindert allerdings bis zum heutigen Tage kaum jemanden, weiterhin so zu verfahren.<sup>6</sup> Ich nenne das Problem ein *scheinbar* rein mathematisches, weil seine Lösung nur eine mathematisch-ökonomische sein kann (so wie ja auch die Tatsache, daß das Weltall nicht mit Hilfe der euklidischen Geometrie analysierbar ist, ein Resultat mathematisch-physikalischer Untersuchung ist).

Überhaupt ist die Frage zu stellen, ob lange Wellen und historische Grundtendenz der Entwicklung (der Trend) voneinander separiert werden dürfen, ob »Trend« und »Zyklus« nicht, wie schon von Bogdanov und Eventov angenommen, ein untrennbares Ganzes bilden.<sup>7</sup> Joseph A. Schumpeter war wohl der erste, der vorgeschlagen hat, die Periodizität in dem Sinne als ein der Grundtendenz inhärentes Moment anzunehmen, daß der einem Zyklus  $n$ -ter Ordnung zugrunde liegende Trend selber ein Zyklus  $(n+1)$ -ter Ordnung ist.<sup>8</sup> Wird diesem Konzept aber strikt gefolgt, so zeigt es die vollständige Reversibilität des Prozesses: Nachdem der Zyklus höchster Ordnung durchlaufen ist, ist der Ausgangszustand wiederhergestellt. Offensichtlich hat dann aber keine Entwicklung im eigentlichen Sinne des Wortes stattgefunden: Einmal begonnen, läuft der Prozeß bis ins Unendliche – das heißt, Hegel zufolge,<sup>9</sup> ins schlecht Unendliche – und wird sich auch bis in dies schlecht Unendliche hinein wiederholen.

- 
- 5 Siehe Oskar Anderson: Probleme der statistischen Methodenlehre in den Sozialwissenschaften. 1928. Würzburg 1962. S. 176
  - 6 Siehe z. B. Rainer Metz/Oliver Watteler: Historische Innovationsindikatoren. In: Historical Social Research. Köln 27(2002)1. S. 1ff.
  - 7 Siehe V. Bogdanov: K voprosu o zakonomernosti istoričeskogo razvitija kapitalizma. In: Pod znamenem marksizma. Moskau (1928)6. S. 80ff. – L. Eventov: O prirode dlitel'nych kolebanij kapitalističeskoj dinamiki. In: Problemy ekonomiki. Moskau (1928)1. S. 54ff. und (1928)2. S. 47ff.
  - 8 Siehe Joseph A. Schumpeter: Business Cycles. New York 1939.
  - 9 Siehe Georg Wilhelm Friedrich Hegel: Wissenschaft der Logik. Bd. 1. Berlin 1971. S. 225.

In der Tat wird also auch durch eine Separierung von Trend und Zyklus à la Schumpeter genau das Moment aus der Entwicklung eliminiert, das es eigentlich zu analysieren gilt – nämlich das historische. Was von der Abbildung her so klar und offensichtlich erschien, hat sich als ein in mathematisch-ökonomischer Hinsicht ziemlich vertracktes Ding entpuppt. Eine genauere Betrachtung zeigt aber, daß die Entwicklung auf eine wesentlich andere Art und Weise in Entwicklungsphasen zerlegt werden kann, nämlich in eine Folge logistischer Funktionen, sogenannter Sättigungs- oder Saturationsfunktionen.<sup>10</sup>

Wir gehen aus von der einfachen logistischen Funktion

$$y_t = \frac{K}{1 + e^{a-bt}}$$

wobei  $K$  das Saturationsniveau ist,

$a$  das Ausgangsniveau zum Zeitpunkt  $t_0 = 0$  bestimmt und

$b$  die Geschwindigkeit des Saturationsprozesses, dessen Wendepunkt bestimmt ist durch

$$t_w = \frac{a}{b}; y_w = \frac{K}{2}.$$

Wir nehmen nun an, es gäbe eine zweite, dritte usw. Sättigungsfunktion, die sich von der ersten allein dadurch unterscheidet, daß  $a$  sich verdreifacht, verfünffacht usw. So entsteht eine Folge von Sättigungsfunktionen

$$\sum \frac{K}{1 + e^{(2i+1)a-bt}}$$

wobei die Wendepunkte dieser Funktion in erster Näherung bei

$$t_w = \frac{a}{b}, \frac{2a}{b}, \frac{3a}{b} \text{ usw. bzw. } y_w = \frac{K}{2}, \frac{2K}{2}, \frac{3K}{2} \text{ usw. liegen.}$$

Damit ist eine strenge Quasi-Zyklizität hergestellt, obwohl es weder einen Trend noch einen Zyklus gibt. Wenn wir nun für die einzelnen Sättigungsfunktionen auch unterschiedliche Sättigungsniveaus ( $K_i$ ) und unterschiedliche Sättigungsgeschwindigkeiten ( $b_i$ ) annehmen und zudem die Existenz von Verschiebungsparametern ( $c_i$ ) annehmen, also eine Folge ver-

---

10 Thomas Kuczynski: Great Depressions as Transitional Phases within the Capitalist Mode of Production. In: *New Finding in Long-Wave Research*. New York 1992. S. 259ff.

allgemeinerer Sättigungsfunktionen konstruieren, kommen wir der historischen Realität schon sehr viel näher:

$$\sum \left[ \frac{K_i}{1 + e^{(a_i - b_i t)}} \right]^{c_i}$$

Es ist keine neue Idee, die Verbreitung neuer Dinge im allgemeinsten Sinne des Wortes – Produkte, Prozesse, Ideen usw. – durch logistische Funktionen zu modellieren.<sup>11</sup> Theoretisch formuliert finden wir den Ausgangspunkt solcher Betrachtung schon bei Georg Wilhelm Friedrich Hegel: »Alles, was da ist, hat ein Maß«<sup>12</sup>, wobei das Maß sich hier einfach aus dem Saturationsniveau  $K$  ergibt. Praktisch hat sich dieses Konzept beispielsweise in der Marktforschung, und zwar im Sinne des Lebenszyklus von Produkten, bestens etabliert.<sup>13</sup>

Ein sehr schönes Beispiel für eine Folge von Sättigungsfunktionen bietet die Entwicklung des modernen Verkehrswesens in den vergangenen 250 Jahren. Diese Entwicklung begann um 1760 in England mit den Kanalbauten. Sie ermöglichten über lange Jahre in völlig ausreichender Weise, die im Prozeß der Industriellen Revolution enorm gewachsene Produktion innerhalb des Landes abzusetzen, die für die Produktion notwendigen Ausgangsmaterialien aus den anderen Landesteilen heranzuschaffen usw. Aber alles, was da ist, hat ein Maß – hier besonders deutlich zu sehen: Der Ausbau des englischen Kanalsystems war zumindest in der Weise begrenzt, daß irgendwann das gesamte Land von Kanälen durchzogen gewesen wäre und schließlich im wahrsten Sinne des Wortes untergegangen, im Meer versunken wäre. Nun, das ist in England nicht der Fall gewesen, schon lange zuvor wurde ein der weiter expandierenden Wirtschaft adäquates Verkehrsmittel entwickelt – die Eisenbahn.

Die Eisenbahn hat aber nicht nur der expandierenden Wirtschaft gedient, sie stand auch in Konkurrenz mit der Binnenschifffahrt und hat sie teilweise sogar zurückgedrängt. Ein besonders instruktives Beispiel hierfür lieferte der Ausbau der Eisenbahnen in Deutschland, der binnen zwanzig Jahren (von 1840 bis 1860) das faktische Erliegen der gesamten Elbschifffahrt zum Ergebnis hatte. (Dieser Prozeß kann übrigens mit dem hier ver-

11 Siehe Georges Tarde: *The Laws of Imitation*. London 1903. S. 127.

12 Georg Wilhelm Friedrich Hegel: *Wissenschaft der Logik*. Bd. 1. Berlin 1971. S. 343.

13 Theodore Levitt: *Exploit the Product Life Cycle*. In: *Harvard Business Review*. Cambridge/Mass. (1965)6. S. 81–94.

wendeten Modell einer Folge von Saturationsfunktionen nicht erfaßt werden, da diese in gar keinem Falle ein negatives Wachstum aufweisen können.)

Retrospektiv betrachtet können wir feststellen, daß das Wachstum des Eisenbahnnetzes an der Wende von den 70er zu den 80er Jahren des 19. Jahrhunderts einen Wendepunkt erreichte, das Wachstum begann sich zu verlangsamen, strebte also offenbar auch einem Saturationsniveau zu. Das ist insofern interessant, da zu dieser Zeit die künftige Konkurrenz – das Auto und der innerstädtische Bahnverkehr (Straßenbahn sowie später U- und S-Bahn) – noch nicht einmal in den Anfängen vorhanden war, der Prozeß also unabhängig davon sein Maß gefunden hatte. Daran konnten auch die nachfolgenden technologischen Verbesserungen – der Ausbau mehrgleisiger Strecken, die Verstärkung des Unterbaus für schwerere Lasten und höhere Geschwindigkeiten usw. usf. – nicht sehr viel ändern.

Erwuchs der Eisenbahn mit dem Auto auf dem Landwege eine starke Konkurrenz, die – insbesondere in den USA, später auch in Westeuropa – sogar die zu beträchtlichen Reduktionen im Eisenbahnnetz führte, so wurde dieser Druck noch verstärkt durch die Einführung des Luftverkehrs, zunächst der Luftschiffe (Zeppeline), später der immer größer, stärker und schneller werdenden Flugzeuge, die schließlich auch einen beträchtlichen Druck auf die bis dahin noch unangefochten agierende Hochseeschifffahrt ausübte und insbesondere im Passagierverkehr zu beträchtlichen Einbußen führte.

Das Schicksal der Luftschifffahrt ist übrigens unter zwei weiteren Aspekten interessant. Erstens war ihre Entwicklung in den Jahren bis zum Ausbruch des ersten Weltkriegs eine so rasante gewesen, daß zum ersten Male Schreckensvisionen der Maßlosigkeit abgebildet wurden: Der Luftverkehr über New York werde so dicht werden, die Zahl der verkehrenden Luftschiffe so groß, daß die Sonne dahinter verschwinden und die Stadt nicht mehr Tag und Nacht, sondern nur noch Dämmerung und Dunkelheit erleben würde. Zweitens führte der Zeppelin-Absturz bei Lakehurst 1937 zum sofortigen Zusammenbruch der Luftschifffahrt, ein Zusammenbruch, von dem sie sich bis heute nie wieder erholt hat. Dieser Blick in die Geschichte der Verkehrswege – von den water ways über die rail ways und die road ways zu den air ways – illustriert das Konzept, langfristige Wachstumsschwankungen als Folge logistischer Funktionen zu modellieren. Es macht aber nicht plausibel, warum diese langfristigen Schwankungen mehr oder minder die gesamte Wirtschaft ergreifen, so daß wir sie als langfristige Depressionen bzw. Aufschwünge erleben. Insbesondere ist nicht klar,

warum eigentlich auf die Depression ein neuer Aufschwung folgt, warum im Sinne des vorgestellten Modells eine neue Sättigungsfunktion einsetzt.

Historisch betrachtet, kann ja der Verlangsamung des Wachstums drei-erlei folgen:

1. die Stagnation verfestigt sich derart, daß sie tatsächlich ein sehr lang andauernder Zustand wird, wie er uns aus den vorkapitalistischen Produktionsweisen, insbesondere der sogenannten asiatischen, sehr wohl bekannt ist (geschichtslos nannte Karl Marx derartige Gesellschaften, denn für ihn war das Geschehen die Basis wirklicher Geschichte – wo nichts Neues geschieht, da ist keine Geschichte);
2. der Periode der Stagnation folgt der effektive Zusammenbruch des Systems, wie das in den nominalsozialistischen Ländern Osteuropas und der Sowjetunion geschehen ist;
3. der Periode der Stagnation folgt ein neuer Aufschwung, eine Folge »großer Zyklen« entsteht, also das, was der kapitalistischen Produktionsweise seit nunmehr 250 Jahren eigen ist.

Wollen wir nun den Übergang zu einem neuen langfristigen Aufschwung im Rahmen der kapitalistischen Produktionsweise nicht auf die Wirkung exogener Schocks<sup>14</sup> oder historischer Zufallskonstellationen<sup>15</sup> zurückführen, so haben wir uns die Mechanismen dieser Produktionsweise anzusehen, wie sie insbesondere Marx in seiner Kritik der politischen Ökonomie dargestellt hat. In der Tat hat Marx nämlich – bis heute weitgehend unbeachtet – seine eigene Auffassung zu dieser Problematik gehabt, zum Beispiel daß »eine wirkliche Änderung in der allgemeinen Profitrate, soweit nicht durch außerordentliche ökonomische Ereignisse ausnahmsweise ins Werk gesetzt, das sehr späte Werk einer Reihe über sehr lange Zeiträume sich erstreckender Schwingungen [ist], d. h. von Schwingungen, die viel Zeit brauchen, bis sie sich zu einer Änderung der allgemeinen Profitrate konsolidieren und ausgleichen.«<sup>16</sup>

Ausgangspunkt ist das Gesetz des tendenziellen Falls der Profitrate, das nach Marx wichtigste historische Gesetz der kapitalistischen Produktions-

14 Siehe Ragnar Frisch: Propagation Problems and Impulse Problems in Dynamic Economics. In: Economic Essays in Honor of Gustav Cassell. London 1933.

15 Siehe Ernest Mandel: Long Waves of Capitalist Development. Cambridge 1980.

16 Karl Marx: Das Kapital. Dritter Band. In: MEW. Bd. 25. S. 176. – Fast identisch: In: MEGA<sup>2</sup>. Bd. II/4.2. S. 243. – Zusammenstellung von Belegen bei Thomas Kuczynski: Marx and Engels on Long Waves. In: The Long-Wave Debate. Berlin, Heidelberg u. a. 1987. S. 35ff.

weise. Das Hauptinstrument, um dem Fall der Profitrate entgegenzuarbeiten, ist der technologische Fortschritt. Jedes technologische System kann nur innerhalb seiner eigenen Grenzen verbessert werden, und je weiter es verbessert wird, desto kleiner werden sowohl die Möglichkeiten weiterer Verbesserung als auch die ökonomischen Effekte dieser Verbesserungen. Wenn die Verbesserungen den Fall der Profitrate nicht verhindern können, muß das Kapital nach anderen Möglichkeiten suchen. Die einfachste ist, daß es seine Nettoinvestitionen in Bereiche lenkt, wo die Profitrate höher ist als die eigene und auch noch nicht zu fallen begonnen hat. Dabei findet, dem Gesetz des Durchschnittsprofits entsprechend, ein allgemeiner Ausgleich der Profitraten statt. Das eigene Problem wird also zunächst einmal dadurch gelöst, daß es verallgemeinert wird und auf der gesellschaftlichen Ebene erscheint, denn nach dem Ausgleich beginnt nicht nur die eigene Profitrate zu fallen, sondern die allgemeine Durchschnittsprofitrate. Nun können die Nettoinvestitionen nicht mehr profitabel umgesteuert werden, das Kapital muß sich nach anderen Möglichkeiten umsehen, zum Beispiel nach grundlegend neuen Produkten und Produktionsverfahren, sogenannten Basisinnovationen. Basisinnovationen zu tätigen, ist nicht ohne Risiko, und sie werden zumeist nur unter schlechten ökonomischen Bedingungen getätigt, denn ihre voraussichtliche Profitabilität, ihr Marktverhalten, ihre weitergehenden technologischen Erfordernisse, all das sind unbekannte Größen. Daher gehen gar nicht selten diejenigen, die solche grundlegenden Neuerungen in die Produktion einführen, zunächst einmal kaputt, und erst ihren Nachfolgern gelingt die erfolgreiche, die profitable Einführung. Ihre Profitrate liegt daher weit über dem Durchschnitt, erbringt einen Extraprofit, senkt also die Profitrate der anderen noch weiter, so daß diese noch stärker dem Zwang ausgesetzt sind, nach neuen Technologien zu suchen. Es ist also kein Zufall, daß unterschiedliche Basisinnovationen, obgleich in sehr verschiedenen Industriezweigen getätigt, etwa zur selben Zeit ökonomisch wirksam werden.<sup>17</sup> Die Verbreitung der neuen Technologien aber kostet Zeit, denn sie erfordert ja nicht nur, die Nettoinvestitionen in neue Bereiche zu lenken, sondern jene Investitionen, die bislang dazu dienten, in der Produktion verbrauchtes Kapital zu ersetzen, in die neuen Bereiche zu lenken, also die alten nur auf einer schmalen Basis zu reproduzieren bzw. allmählich aufzugeben. Ohne diese allmähliche Restrukturierung der Ersatzinvestitionen, mithin ganzer Anlagesphären kann sich die neue Technologie

---

17 Siehe Alfred Kleinknecht: *Innovation Patterns in Crisis and Prosperity*. London 1987.

nicht etablieren. Wenn sie aber etabliert ist, verschwindet ihre Ausnahme-position, der Extraprofit verschwindet, und es entsteht eine neue allgemeine Durchschnittsprofitrate – der »Zyklus« beginnt von vorn. Dabei können wir hier sogar dahingestellt sein lassen, ob die neue Durchschnittsprofitrate niedriger ist als die alte (die Profitrate ist tatsächlich und absolut gesunken) oder nicht (das Gesetz wirkt tatsächlich nur als Tendenz, die ihm entgegenstehenden Faktoren heben die Profitrate auf das zuvor vorhandene Niveau).

Was hier kurz gerafft dargestellt ist, das ist ein endogenes Modell der »langen Wellen«. Ohne exogene Störungen läuft es ab. Das Interessante ist aber nun, daß gerade in den Phasen großer Depression, dort, wo die Einführung der Basisinnovationen erfolgt, die allgemeine Lage höchst unsicher und kaum voraussehbar ist. In den Zeiten der Ausbreitung der neuen Technologien, ihrer Diffusion, hingegen geht alles seinen gewohnten Gang, nicht nur ökonomisch, sondern auch politisch: Die Reden von einem möglichen Ende des Kapitalismus erscheinen obsolet und werden aktuell erst wieder in der nächsten großen Krise. Dies Ende kann allerdings nur exogen herbeigeführt werden, die Krise selbst kann da nur unterstützen und stimulieren. Bislang aber sind die exogenen Faktoren, allen Erwartungen zum Trotz, nie stark genug gewesen, den endogenen Mechanismus der »langen Wellen« auf Dauer, also auf globaler Stufenleiter, zu durchbrechen. Warum das so gewesen ist, welche Möglichkeiten für ein solches Ende es in der Vergangenheit gegeben hat und es in Zukunft geben wird, das sind Fragen, die über das hier zu diskutierende Problem hinausgehen. Sie hängen aber meines Erachtens unzweifelhaft mit ihm zusammen, und vielleicht stellt ja mein Lösungsansatz einen möglichen Ausgangspunkt für die Diskussion dieser Fragen dar.



LOTHAR SPRUNG

## Psychologie und Zeit

Zeit, das ist ein sehr altes Thema der Psychologie. Dennoch möchte ich heute nicht auf dessen lange Geschichte eingehen, sondern mich auf ihre Rolle in der jüngeren Geschichte beziehen. Im weiteren Sinne des Wortes wird der Begriff *Chronopsychologie* für die Gebiete verwandt, in denen die Bedingung der Zeit eine wesentliche Rolle spielt. Er wird allerdings auch im engeren Sinne benutzt. In diesem Falle bezeichnet er die Gebiete der *Zeitwahrnehmung* und der *Chronobiologie*. Versucht man eine Ordnung in die Vielfalt zu bringen, dann müssen mindestens fünf Gesichtspunkte berücksichtigt werden:

1. Die Zeit als *objektive Zeit*, d. h. als physikalische Zeit.
2. Die Zeit als *subjektive Zeit*, d. h. als erlebte Zeit.
3. *Die Zeit als Variable, d. h. als Bedingung in psychologischen Untersuchungen.*
4. Die Zeit als *historische Zeit*, d. h. als vergangenheitsbezogene Zeit.
5. Die Zeit als *Zeitwahrnehmung*, d. h. als Wahrnehmung der Gleichzeitigkeit, der Ungleichzeitigkeit, der Sequenz und der Dauer.

### 1. Die Zeit als objektive Zeit

Die *objektive Zeit* ist in der Psychologie der einfachste Fall, denn die physikalische Zeit tritt in der Psychologie nur methodisch auf. In dieser Form wird sie dann z. B. als Reaktionszeit, Entscheidungszeit, Verarbeitungszeit im Millisekunden- oder im Sekundenbereich mit Uhren gemessen oder sie wird z. B. als kalendarisches Alter in der Entwicklungspsychologie angegeben. Mit anderen Worten, die objektive Zeit reduziert sich in der Psychologie auf das physikalische Problem, die Zeit mit Hilfe eines stabilen, normativen, periodischen physikalischen Vorgang zu messen, und das ist ein Problem der Physik und der physikalischen Meßtechnik. Dieser Punkt ist somit der kürzeste, denn hierzu ist psychologisch wenig zu sagen.

## 2. Die Zeit als subjektive Zeit

Die *subjektive Zeit* ist demgegenüber ein breites Forschungsgebiet der Psychologie, denn der Mensch hat ein Zeitbewußtsein. Das Zeitbewußtsein und damit die erlebte Zeit bildet die physikalische Zeit nicht einfach isomorph ab. Dementsprechend liegen viele Untersuchungen über die erlebte Zeit vor – und zwar sowohl an gesunden Erwachsenen, an Kranken und an Kindern.

Um ein zentrales Ergebnis vieler Untersuchungen hier schon vorwegzunehmen: Alle Versuche einen – der physikalischen Zeit vergleichbaren – stabilen, normativen, periodischen *psychischen Vorgang* als Bezugsgröße zu finden, waren bisher erfolglos. Dennoch kann man davon ausgehen, daß der Mensch in einer Welt ohne periodische Prozesse nie ein Zeitbewußtsein entwickelt hätte. In einem Lebensraum mit chaotischen Schwanken aller Zustandsgrößen wäre kein Zeitbewußtsein entstanden. So aber spiegelt unsere Zeitwahrnehmung auch die Bedingungen unserer nahen kosmischen Umgebung wider, dies allerdings in sehr verschiedenen Formen. Wir empfinden beispielsweise *Zeitdehnungen* und *Zeitraffungen* und das in Abhängigkeit von den Inhalten des Erlebens. So wird z. B. eine Zeitspanne, die reich an Erfahrungen ist, im Erleben als *kurz*, d. h. als »spannend« und »intensiv« erlebt. Demgegenüber wird eine gleich lange Periode des Wartens als *lang*, d. h. als »langweilig« empfunden. Im Gedächtnis dreht sich dieser Vorgang um, d. h. mit dem gedächtnismäßigen Zeitempfinden verhält es sich umgekehrt. In der späteren Erinnerung an die intensiven Erlebnisse wird die erlebte Zeit als lang empfunden, während die als lang erlebte ereignisarme Zeit im Gedächtnis als kurz empfunden wird. Diese Raffungen und Dehnungen der Zeitintervalle verweisen darauf, daß es subjektive Verzerrungen der objektiven Zeitskala gibt und sie verweisen darauf, daß sich diese Effekte unterscheiden – je nachdem, ob es sich um ein unmittelbares Zeitempfinden oder um einen Gedächtniseffekt handelt.

Aber auch Gefühle wie Sorge, Freude oder Trauer beeinflussen die erlebte Zeit. Prozesse dieser Art haben ihre eigene Zeitstruktur. Selbst so einfache Aufgaben wie die Einschätzung der Länge eines Zeitintervalls hängen von Faktoren wie dem der Aufmerksamkeit, der Erwartungshaltung und der Motivation ab. Obwohl alle bisherigen Versuche einen – der physikalischen Zeit vergleichbaren – psychischen Vorgang als Bezugsgröße zu finden bisher erfolglos waren, weisen experimentelle Untersuchungen darauf, daß ein *minimales*, d. h. ein nicht weiter teilbares *Element der psycho-*

*logischen* Zeit existiert. Allerdings wurde bisher kein morphologisch lokalisiertes Funktionszentrum für die Zeit gefunden.

Veränderungen in der Wahrnehmung der physikalischen Zeit sind auch bei kranken Menschen zu beobachten. So treten beispielsweise bei Depressionen und bei schizophrenen Psychosen zeitliche Fehlleistungen auf. Sie zeigen sich z. B. bei der Einschätzung der Länge von Zeitintervallen. Bei Depressionen werden Zeitlängen stark überschätzt. Bei schizophrenen Psychosen äußern sich zeitliche Fehlleistungen beispielsweise in der falschen zeitlichen Ordnung der stattgefundenen Ereignisse, d. h. sie werden in eine falsche zeitliche Reihenfolge gebracht. Zeitliche Fehlleistungen können sich auch in zeitlicher Desorientiertheit äußern. So weiß man z. B. nicht mehr, wann ein Ereignis stattgefunden hat. Das ist beispielsweise beim Korsakow-Syndrom der Fall. Das Korsakow-Syndrom ist ein amnestisches Psychosyndrom, das aus einer Kombination von Merkfähigkeitsstörungen und Konfabulationen besteht. Auch bei manisch-depressiven Störungen ist das Zeitbewußtsein verändert. In der depressiven Phase empfindet der Kranke ein quälendes Dahinschleichen der Zeit, d. h. eine zeitliche Dehnung der erlebten Zeit. In der manischen Phase empfindet der Kranke eine Beschleunigung der Zeit, d. h. ein zeitliches Raffens der erlebten Zeit. Allgemein gesehen kann es bei Psychosen zum völligen Zusammenbruch der Zeitvorstellung kommen, d. h. die Zeitzonen der Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft verschmelzen zu einer verfremdeten Erlebniswelt. Wir werden im Abschnitt der *Zeitwahrnehmung* noch etwas spezifischer darauf eingehen.

### 3. Die Zeit als Variable

Die *Zeit als Variable* spielt zum einen in der *Methodologie und Methodik*, d. h. in der Methodenlehre empirischer Untersuchungen eine wichtige Rolle. Mit anderen Worten, das Problem der Zeit als Variable muß in irgendeiner Form bei jeder Methodenstandardisierung und bei jeder Planung und Realisierung einer empirischen Untersuchung berücksichtigt werden. Allerdings tritt das Zeitproblem in unterschiedlicher Weise auf. Zum anderen gibt es psychologische *Disziplinen*, in denen die Bedingung der Zeit zu ihren konstituierenden Bedingungen gehört, so z. B. in der Entwicklungspsychologie.

In der *Methodologie und Methodik* betrifft die Zeit als Variable zwei Problembereiche. Erstens: Die Zeit als Problem bei der *Standardisierung*

von Methoden. Zweitens: Die Zeit als Problem bei der *Planung* und *Realisierung* empirischer Untersuchungen. Auf drei Probleme in diesem Zusammenhang wollen wir exemplarisch kurz eingehen.

### 3.1. Die Zeitstichproben

Das Problem der Zeitstichproben betrifft die Frage, zu welchem Zeitpunkt, also wann die empirische Untersuchung durchgeführt werden soll. Dies Problem berührt zum einen die *Chronobiologie*, d. h. die verschiedenen Rhythmen. Dabei kann es sich beispielsweise um Periodiken handeln wie zum ersten die Minuten bis Stunden umfassenden, d. h. die ultradianen Rhythmen, zum zweiten die einen Tag umfassenden, d. h. die circadianen Rhythmen oder zum dritten die einen Monat bis 1 Jahr umfassenden, d. h. die circaannualen Rhythmen.

Das Problem der Zeitstichproben berührt aber auch Prozesse, die andere methodologisch-methodische Folgen haben. Dabei handelt es sich vor allem um zwei Typen von Prozessen:

1. *Lern- und Gedächtnisprozesse*. Dabei handelt es sich um zeitliche Veränderungen eines Phänomens, die auf der Basis von Lernformen und Lernmechanismen sowie auf der Basis von inzwischen abgelaufenen Gedächtnisprozessen erfolgt sind.
2. Die *spontanen Remissionen*. Dabei handelt es sich um zeitliche Veränderungen eines Phänomens in eine erwünschte Richtung, die aus unbekanntem Ursachen heraus erfolgt sind.

Probleme dieser Art werden innerhalb der *Standardisierung* von Methoden relevant, so z. B. bei der *Reliabilitätsprüfung*. Bei der Reliabilitätsprüfung geht es um die Prüfung des Grades der Zuverlässigkeit einer Methode zur Datengewinnung. Das Zuverlässigkeitsproblem betrifft sowohl experimentelle Methoden als auch quasiexperimentelle Verfahren, wie z. B. Tests oder Fragebögen. Ein gebräuchliches Konzept der Reliabilitätsprüfung ist das *Stabilitätskonzept*. Dabei erfolgt die Prüfung der Zuverlässigkeit durch den Vergleich der Ergebnisse mindestens zweimaliger Anwendungen derselben Methode an derselben Stichprobe unter den gleichen Randbedingungen aber zu verschiedenen Zeitpunkten. Beim Stabilitätskonzept hängt der Grad der Übereinstimmung von der Gleichartigkeit des Ausprägungsgrades des zu untersuchenden Phänomens zu den verschiedenen Meßzeitpunkten ab. Das heißt aber, Lerneffekte oder Remissionseffekte vermindern den Grad der Übereinstimmung und damit die Reliabilität der Methode.

### 3.2. Die Längsschnittmethodik

Das Problem der Längsschnittmethodik betrifft die Methodik, die zur Untersuchung von Entwicklungsprozessen eingesetzt wird. Sie umfaßt vor allem Methodiken der Stichprobenplanung, Versuchsplanung, Datengewinnung und der Datenanalyse. Der Einsatz der Längsschnittmethodik betrifft Fragen wie:

1. In welchen Abständen sollen und müssen die Untersuchungen wiederholt werden, d. h. wann liegen die Replikationszeitpunkte?
2. Wie wird mit Stichprobenausfällen umgegangen?
3. Wie wird mit dem Altern der Methoden umgegangen?
4. Kann der Längsschnitt aus einer Zeitreihe von Querschnitten gebildet werden, d. h. können die Replikationen an verschiedenen Stichproben durchgeführt werden, die dann in der Auswertung zu einem Längsschnitt zusammengefügt werden?

Entwicklungspsychologische Untersuchungen an Kindern werden beispielsweise manchmal an verschiedenen Altersgruppen durchgeführt, die dann in der Auswertung zu einem Längsschnitt zusammengefügt werden. Bei den Stichproben handelt es sich dann um sogenannte kohortengeschichtete, d. h. nach Altersgruppen geordnete Stichproben. In diesem Falle können Längsschnittuntersuchungen schneller zum Abschluß gebracht werden, weil man nicht auf die Entwicklungen innerhalb ein und derselben Stichprobe warten muß.

Das zentrale Problem der *Längsschnittmethodik* aber ist das Problem der *Zeitstichproben*, wie wir es oben diskutiert haben, und die wichtigste Frage innerhalb eines Untersuchungsplanes lautet: *Wann* müssen die *Replikationen* in der *Zeitreihe* durchgeführt werden?

### 3.3. Die Veränderungsmessung

Das Problem der Veränderungsmessung betrifft die Frage, inwieweit Interventionsmethoden verändernd gewirkt haben. Interventionsmethoden sind Veränderungsmethoden. Therapiemethoden, Lernmethoden und Lehrmethoden sind hierfür Beispiele. In der Therapieforschung betrifft die Veränderungsmessung beispielsweise die Frage, inwieweit die eingesetzte Therapiemethode den erwünschten Effekt gehabt hat. Genauer gefragt, was an der eingetretenen Veränderung ist das Ergebnis der Therapiewirkung und was daran ist die Folge anderer Bedingungen, so z. B. die Folge spon-

taner Remissionen, d. h. der natürlichen Verbesserungen der Störung? Im Jargon der Methodiker formuliert lautet die Frage schlicht: Ist der Patient *wegen* oder *trotz* der Therapie gesund geworden? Bei der Veränderungsmessung tritt das Zeitproblem vor allem in zwei Fragen auf:

1. Über welchen *Zeitraum* hin soll die Veränderung verfolgt werden? Das betrifft die *Stabilität* der Interventionswirkung.
2. In welchen *zeitlichen Abständen* soll die Veränderung geprüft werden? Das betrifft das *Zeitstichprobenproblem*.

Zu den *Disziplinen* der Psychologie, in denen die Variable der Zeit zur konstituierenden Bedingung gehört, zählen besonders die *Entwicklungspsychologie*, die *Lebenslaufforschung* und die sogenannte *Life-Event-Forschung*, d. h. die Untersuchung lebenswichtiger Ereignisse. Innerhalb dieser Gebiete werden unterschiedliche Zeitskalen verwandt.

1. *Gebiet: Die Entwicklungspsychologie.* Dabei handelt es sich um das Gebiet der Psychologie, das sich mit der ontogenetischen psychophysischen Entwicklung des Menschens beschäftigt. In diesem Gebiet werden sehr unterschiedliche Zeitskalen verwandt. Drei Beispiele zur Illustration:

1. Die Zeitskala des Entwicklungsalters

Das Entwicklungsalter entspricht dem psychophysischen Entwicklungsstand einer Person, bezogen auf das Durchschnittsniveau gleichaltriger Personen. Geprüft werden dabei verschiedene Dimensionen des Erleben und Verhaltens, so z. B. körperliche, soziale, kognitive, emotionale und motivationale. Eine derartige Zeitskala liegt vielen entwicklungsdiagnostischen Verfahren zu Grunde. Mit ihrer Hilfe können beispielsweise Frühentwicklungen und Spätentwicklungen diagnostiziert werden.

2. Die Zeitskala der Entwicklungsstufen

Die Entwicklungsstufen charakterisieren die Entwicklung durch lebensabschnittstypische psychische Entwicklungsphasen. Ein Beispiel bildet das *Phasenmodell der Kindheit und Jugend* nach Charlotte Bühler.<sup>1</sup> Es umfaßt den Zeitraum von der Geburt bis zum 19. Lebensjahr. Es ist nach ausgewählten Merkmalen wie z. B. der Entwicklung des Objektbewußtseins, des Subjektbewußtseins, der Psychomotorik, der Sozialbeziehungen usw. aufgebaut. Eine Auswahl enthält die Darstellung in Tabelle 1.

---

1 Siehe Charlotte Bühler: *Kindheit und Jugend*. Leipzig 1928.

1. Lebensjahr	<p>1. Stufe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beginn der Entwicklung des Objektbewußtseins, d. h. der Zuwendung zu den Dingen der Umwelt</li> <li>• Beginn der Erfassung dinglicher Einheiten, d. h. der Unterscheidung unterschiedlicher Objekte der Umwelt</li> <li>• Gestaltung der Eigenbewegungen, d. h. Beginn der Entwicklung der Psychomotorik von der Grobmotorik zur Feinmotorik</li> </ul>
2.-4. Lebensjahr	<p>2. Stufe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hervortreten des Subjektiven</li> <li>• Erste persönliche Stellungnahmen zu Situationen und Ereignissen, verbunden mit der ersten sogenannten »Trotzphase«</li> </ul>
5.-8. Lebensjahr	<p>3. Stufe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überwiegen des Objektbezugs</li> <li>• Realistische Haltung zu Dingen und Ereignissen</li> <li>• Soziale Einordnung</li> </ul>
9.-13. Lebensjahr	<p>4. Stufe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erneute Wendung zum Subjektiven</li> <li>• Isolierung des Ichs</li> <li>• Ablehnung der Umwelt verbunden mit der sogenannten zweiten »Trotzphase«</li> </ul>
14.-19. Lebensjahr	<p>5. Stufe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Synthese von Subjekt- und Objektbeziehungen</li> <li>• Festigung der Verbindung zur Wirklichkeit</li> <li>• Beginn der Selbstbestimmung und eigenen Zielsetzungen, die aber noch im Provisorischen bleiben</li> </ul>

Tabelle 1: Ausgewählte Merkmale der Entwicklungsphasen in Kindheit und Jugend

### 3. Die Zeitskala der Altersstufen

Sie ist eine grobe Zeitskala der Altersstufen und damit der Lebensabschnitte, die auf allgemeinen körperlichen und psychosozialen Merkmalen der gesamten menschlichen Entwicklung von der Geburt bis zum

Altersstufen	Bezeichnung
Geburt – 28. Tag	Neugeborenes
29. Tag – 12. Monat	Säugling
1. – 3. Lebensjahr	Kleinkind
3. – 6. Lebensjahr	Vorschulkind
6. – 16. Lebensjahr	Schulkind
16. – 18. Lebensjahr	Jugendlicher
18. – 25. Lebensjahr	junger Erwachsener
ab 25. Lebensjahr	Erwachsener
25. – 50. Lebensjahr	Leistungsphase
50. – 65. Lebensjahr	Rückbildungsphase
ab 65. Lebensjahr	Alterung, Senium

Tabelle 2: Zeitskala der Altersstufen

Tode aufbaut (siehe Tabelle 2). Sie wird heute in verschiedenen Wissenschaften verwandt, so z. B. in der Medizin und in der Psychologie.<sup>2</sup>

2. *Gebiet: Die Lebenslaufforschung.* Dabei handelt es sich um das Gebiet der Psychologie, das sich mit den Formen allgemeiner, typologischer, d. h. gruppenspezifischer und individueller Lebenslaufentwicklungen beschäftigt. Ich wähle wiederum ein historisches Beispiel aus dem Arbeitskreis um Charlotte Bühler im Wiener Psychologischen Instituts aus.<sup>3</sup> In diesem Arbeitskreis wurden verschiedene Phasenmodelle des menschlichen Lebenslaufes entwickelt. Eines unter ihnen ist nach einem speziellen Merkmal aufgebaut, d. h. nach den altersphasentypischen relativ stabilen allgemeinen Lebenszielbildungen. Es wurde in den 30er Jahren des 20. Jahrhunderts entwickelt. Das Modell enthält fünf Phasen des menschlichen Lebenslaufes (siehe Tabelle 3).

Charlotte Bühlers Fazit besteht darin, daß im vitalen und im sozialen Lebenslauf zunächst eine Expansion in verschiedene Lebensbereiche hin erfolgt und später eine Restriktion dieser Entwicklungsbereiche zu beobachten ist. Die Wiener Studien untersuchten viele Aspekte des menschlichen

2 Siehe Pschyrembel Klinisches Wörterbuch. Hrsg. von Helmut Hildebrand. 258. Auflage. Berlin 1998.

3 Siehe Charlotte Bühler: Der menschliche Lebenslauf als psychologische Problem. Leipzig 1933.

0.–15. Lebensjahr	1. Phase	<ul style="list-style-type: none"> <li>• In dieser Phase werden keine weitreichenden eigenen Lebensziele gesetzt und praktiziert.</li> <li>• Die Lebensziele schwanken.</li> </ul>
15.–25. Lebensjahr	2. Phase	<ul style="list-style-type: none"> <li>• In dieser Phase werden provisorische Lebensziele gesetzt und praktiziert.</li> <li>• Verschiedene Lebensziele werden ausprobiert.</li> </ul>
25.–45. Lebensjahr	3. Stufe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• In dieser Phase werden die Lebensziele in bezug auf Beruf und Familie spezifiziert und praktiziert.</li> <li>• Verschiedene Lebensziele werden gleichzeitig realisiert und teilweise differenziert.</li> </ul>
45.–65. Lebensjahr	4. Stufe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• In dieser Phase wird über die Zielerreichung reflektiert und es werden z. T. Korrekturen der Lebensziele vorgenommen und praktiziert.</li> <li>• Die verschiedenen Lebensziele werden verstärkt hinterfragt und teilweise geändert oder modifiziert.</li> </ul>
65. Lebensjahr – Lebensende	5. Stufe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• In dieser Phase erfolgt eine Bilanz mit Hilfe eines Rückblicks auf das eigene Leben.</li> <li>• Dominante Lebensziele werden in eingeschränkter Form weitergeführt.</li> </ul>

Tabelle 3: Phasen des menschlichen Lebenslaufes unter dem Gesichtspunkt der Lebenszielbildungen

chen Lebenslaufes. Ein Beispiel dafür ist die spezielle Studie von Else Frenkel und Edith Weisskopf aus dem Jahre 1937. Dabei ging es um die Entwicklung von Wünschen und Pflichten. Ein Resultat war, daß im Laufe des Lebens eine zunehmende Verschiebung der Wünsche hin zu den Pflich-

ten und Aufgaben erfolgt. Dies betrifft besonders die Verschiebung der Wünsche in Bezug auf die eigene Person in frühen Phasen des Lebenslaufes hin zu den Pflichten und Aufgaben in Bezug auf Familie und Werk in späteren Phasen.<sup>4</sup>

3. *Gebiet: Die Life-Event-Forschung.* Ein spezielles Gebiet der Lebenslaufforschung stellt die sogenannte *Life-Event-Forschung* dar. Sie wird teilweise auch »*stressful-life-event-Forschung*« genannt. Leider gibt es dafür bisher keine gute deutsche Bezeichnung. Man kann »Life-Events« (LE's) nur unvollkommen mit »lebensverändernde Ereignisse«, »Lebensveränderungen« oder »kritische Lebensereignisse« übersetzen. In diesem Forschungsbereich wird die *Zeitvariable* durch die Life-Events gebildet.

Bei den Life-Events handelt es sich vor allem um lebensverändernde Ereignisse, die zum normalen Erwartungshorizont im menschlichen Leben zählen. Aber sie erfordern immer eine größere Anpassungsleistung des Individuums an die neuen Bedingungen, d. h. sie bewirken mehr oder weniger eine Änderung im bisherigen Erleben und Verhalten. Zu den Life-Events gehören beispielsweise Ereignisse wie Heirat, Umzug, Arbeitsplatzwechsel, Scheidung, Krankheit, Tod nahestehender Menschen, ungewollte berufliche Veränderungen, Wohnungsverlust usw. Es können aber auch gravierende Ereignisse wie schwere Unfälle, Haft, Krieg, Flucht, Lager oder Folter sein. Zu den Life-Events zählen also neben normalen lebensverändernden Ereignissen auch Ereignisse, die einen *katastrophalen* Charakter für den Lebenslauf haben. In LE-Studien werden dabei sowohl die *Folgen* derartiger Ereignisse auf den Lebenslauf als auch die Prozesse der *Bewältigung* untersucht, d. h. die sogenannten »coping«-Prozesse.

Aber auch die Prozesse der *Nichtbewältigung* werden erforscht. Im letzteren Falle ist die LE-Forschung dann Teil der Psychopathologie- und der Psychotherapieforschung. Viele von uns dürften erlebt haben, daß die jüngste Geschichte zahlreiche »kritische Lebensereignisse« für viele Menschen hervorgebracht hat. Das betrifft vor allem die Menschen, die von der sogenannten »Wende« in der DDR und danach von den Folgen der sogenannten »Abwicklungen« oder Industrieschließungen betroffen wurden. In Transformationsstudien aber auch in psychopathologisch ausgerichteten klinisch-psychologischen Beiträgen wurden in den letzten Jahren

---

4 Siehe Else Frenkel/Edith Weisskopf: Wunsch und Pflicht im Aufbau des menschlichen Lebens. In: Psychologische Forschungen über den Lebenslauf. Bd. 1. Hrsg. von Charlotte Bühler und Else Frenkel. Wien 1937.

viele Berichte darüber vorgelegt. Doch das wäre ein eigenes Thema, auf das ich heute nicht näher eingehen möchte.

Entscheidend für unseren heutigen Zusammenhang ist die Tatsache, daß die *Variable der Zeit als Krisenzeit* auftritt. Mit anderen Worten, die Zeitachse wird durch die kritischen Lebensereignisse, d. h. durch die Life-Events skaliert.

Zu den *Disziplinen* der Psychologie, in denen die Variable der Zeit zu ihren *konstituierenden Bedingungen* gehört, zählen auch viele andere Disziplinen. Drei von ihnen seien noch aufzählend genannt:

1. *Die Evolutionspsychologie*, d. h. das Gebiet, das sich mit der biologischen, sozialen, psychischen und kulturellen Ko-Evolution des Menschen und dessen phylogenetische Herausbildung aus dem Tierreich beschäftigt.
2. *Die Lernpsychologie*, d. h. das Gebiet, das sich mit dem Aufbau von Wissens- und Könnensbeständen im Gedächtnis beschäftigt.
3. *Die Gedächtnispsychologie*, d. h. das Gebiet, das sich mit der Organisation, den Veränderungen in der Repräsentation von Wissen und Können sowie mit deren Reproduktion beschäftigt.

#### 4. *Die Zeit als historische Zeit*

Im Begriff der *historischen Zeit* mischen sich verschiedene Zeitbegriffe. Dabei spielen sowohl methodische als auch inhaltliche Aspekte eine Rolle. Ein Beispiel sind die sogenannten *Säkularisierungseffekte*. Sie treten in vergleichenden Studien auf, d. h. vor allem in Untersuchungen, die einen größeren Zeitraum umfassen. So beispielsweise dann, wenn die Entwicklung von Kindern und Jugendlichen verglichen werden soll, die zu verschiedenen historischen Zeiten aufgewachsen sind.

In diesem Falle können *Akzelerationserscheinungen*, d. h. die Folgen der Beschleunigung der Entwicklungsgeschwindigkeit von Kindern und Jugendlichen die Vergleichbarkeit gleicher Altersgruppen aus verschiedenen Zeitaltern einschränken. Säkularisierungseffekte zeigen sich z. B. bei kulturellen, geistigen, schulischen und mentalitätsspezifischen Generationenvergleichen, wenn in dem zu untersuchenden historischen Zeitraum Veränderungen im Kultur- und im Bildungssystem stattgefunden haben. Zu den Säkularisierungseffekten gehören auch die Folgen von Unterschieden, die in zeitgleich vorhandenen kulturellen Systemen oder Bildungssystemen liegen, so wie dies z. B. bei verschiedenen Ländern der Fall ist.

Ein spezieller Säkularisierungseffekt trat beispielsweise zu DDR-Zeiten auf und zwar dann, wenn einige der sogenannten »non-culture-fair-Tests« eingesetzt wurden, d. h. der bildungssystemabhängigen Tests, die in der Bundesrepublik entwickelt worden waren. In diesem Falle stimmten die Testnormen aus der Bundesrepublik in der DDR nicht immer. Hier schlugen sich die Unterschiede im Bildungs- und Schulsystem beider deutscher Staaten nieder.

Ein weiteres Beispiel zur Zeit als *historische Zeit* bildet das Gebiet der *Geschichte der Psychologie*. Es betrifft z. B. die Frage, welche *Zeit- und Entwicklungsvorstellungen* zu verschiedenen historischen Zeiten dominiert haben und wie sie sich in den Dokumenten niedergeschlagen haben, die der Historiker heute auswertet. Ein Psychologiehistoriker muß sich daher auch die Frage stellen, was die Autoren, d. h. die Dokumentalisten, zu ihrer Zeit unter *Zeit* und *Entwicklung* verstanden haben, deren Dokumente er heute auswertet. Hier bieten sich verschiedene Vorstellungen an, so z. B. die Vorstellung der Entwicklung als wiederkehrende Veränderung des Gleichen, als Fortschritt, als Rückschritt, als Kontinuität, als Diskontinuität, usw. Die Frage wird besonders wichtig, wenn Quellen aus der Geschichte der »Älteren Psychologie«, d. h. aus der Zeit von vor etwa 200 Jahren und noch weiter zurückliegend ausgewertet werden. In erster Näherung lassen sich hier vier Typen von Modellvorstellungen der historischen Zeit und der Entwicklung herausarbeiten.

1. *Die Kreismodelle*. Die Kreismodelle erklären Entwicklungen als einen Wechsel zwischen ewigen Zuständen. Die ewige Wiederkehr des Gleichen bestimmt diese Form des Entwicklungsdenkens. Veranschaulichende Beispiele sind die ständige Wiederkehr von Tag und Nacht oder von Frühling, Sommer, Herbst und Winter. Die Kreismodelle sind zu verschiedenen Zeiten nachweisbar. Sie beherrschten vor allem die griechische Antike. Ein Beispiel ist die Ideenlehre von Platon (427–347 v. Chr.).
2. *Die Halbkreismodelle*. Die Halbkreismodelle erklären Entwicklungen durch ein Werden und Vergehen zeitweilig existierender Einheiten. Das ewige Auf und Ab bestimmt diese Form des Entwicklungsdenkens. Veranschaulichende Beispiele sind das Aufblühen und Verwelken der Pflanzen oder das Geborenwerden und Sterben der Tiere und Menschen. Aber auch das Werden und Vergehen von Kulturen, Ideen, Gesellschaften, Staaten, usw. sind Beispiele. Die Halbkreismodelle sind zu verschiedenen Zeiten nachweisbar. Sie dominierten in der griechisch-römischen Antike. Ein Beispiel ist die See-

lenlehre von Epikur (342–270 v. Chr.) vom Entstehen der individuellen Seele des Menschen aus den allgemeinen Seelenatomen und deren Rückverwandlung in allgemeine Seelenatome nach dem Tode des Menschen.

3. *Die Spiralenmodelle.* Die Spiralenmodelle erklären Entwicklungen durch eine auf Umwegen verlaufende Höherentwicklung. Aber auch Niederentwicklungen sind möglich.

Eine ewige zielgerichtete Veränderung bestimmt diese Art des Entwicklungsdenkens. Den Spiralenmodellen entsprechend ist Entwicklung entweder »Heilsgeschichte« oder »Fortschrittsgeschichte«. Die Spiralenmodelle sind zu verschiedenen Zeiten nachweisbar.

Beispiele für die »Heilsgeschichte« sind die Propheten oder Gründer der großen Weltreligionen wie z. B. Moses (um 1225 v. Chr.) für die jüdische Religion, Christus (ca. 7 v. Chr.–30 n. Chr.) für die christliche Religion oder Mohammed (ca. 570–632 n. Chr.) für die islamische Religion. Beispiele für die »Fortschrittsgeschichte« sind die Vertreter der aufklärerischen Philosophien oder der gesellschaftlichen Utopien wie z. B. Immanuel Kant (1724–1804) oder Karl Marx (1818–1883). Aber auch Niedergangsszenarien wurden entwickelt, so z. B. von Oswald Spengler (1880–1936).

4. *Die Evolutionären Modelle.* Die evolutionären Modelle erklären Entwicklungen durch gerichtete, irreversible Veränderungen aus inneren Bedingungen heraus, die unter determinierenden äußeren Randbedingungen erfolgen. Entwicklungen finden danach in historisch-konkreten Wirklichkeitsfeldern statt. Wirklichkeitsfelder sind durch die jeweils zeitbedingten materiellen und geistigen Ressourcen des Feldes bestimmt. Beispiele von Wirklichkeitsfeldern sind Staaten, Gesellschaften, Biotope, geistig-kulturelle Lebensräume, Wissenschaften usw. Die Wirklichkeitsfelder determinieren Möglichkeitsfelder. Die Möglichkeitsfelder sind durch die auf der Basis der Wirklichkeitsfelder realisierbaren künftigen Verhältnisse und Bedingungen bestimmt. Die Möglichkeitsfelder bestehen aus künftig möglichen Wirklichkeitsfeldern. Den evolutionären Modellen entsprechend ist jede Zukunft relativ offen. Sie wird durch die Relationen zwischen den verschiedenen Wirklichkeits- und Möglichkeitsfeldern bestimmt. Evolutionäre Modelle sind erst in den letzten 150–200 Jahren nachweisbar. Psychologische Beispiele sind die Entwicklungspsychologien des Kindesalters von Granville Stanley Hall (1846–1924) oder von William Preyer (1841–1897).

## 5. Die Zeit als Zeitwahrnehmung

Die *Zeitwahrnehmung* ist ein breit untersuchtes Gebiet der Wahrnehmungspsychologie. Dies hat seinen Grund in der Tatsache, daß bei der Zeitwahrnehmung die physikalische Zeit nicht isomorph abgebildet wird. Im Gegenteil, es kommt zu charakteristischen »Verzerrungen«. Mit Blick auf die bisherigen Ergebnisse läßt sich zunächst zweierlei generell sagen. Zum ersten sprechen die bisherigen Untersuchungen dafür, daß es keinen spezifischen physiologischen Rezeptor für die Zeit zu geben scheint und zum zweiten spricht alles dafür, daß die Zeit über die Wahrnehmung der Geschwindigkeit von Bewegungen und von Veränderungsprozessen wahrgenommen wird. Vor allem drei Phänomene der Zeitwahrnehmung wurden umfassend untersucht: erstens die Wahrnehmung der *Gleichzeitigkeit und Ungleichzeitigkeit*, zweitens die Wahrnehmung der *Reihenfolge*, d. h. der Sequenz und drittens die Wahrnehmung der *Dauer*.

### 5.1. Zur Wahrnehmung der Gleichzeitigkeit und Ungleichzeitigkeit

Ein erstes Ergebnis besteht darin, daß die Wahrnehmung der Gleichzeitigkeit und Ungleichzeitigkeit rezeptorspezifisch ist, d. h. der für die Wahrnehmung der Ungleichzeitigkeit benötigte Abstand der Ereignisse unterscheidet sich für die einzelnen Sinnesmodalitäten. So hat das menschliche *Gehör* ein feineres zeitliches Auflösungsvermögen als das menschliche *Auge*. Es beträgt beim Ohr etwa 2 Millisekunden und beim Auge etwa 20 Millisekunden. Der Grund liegt in den unterschiedlichen *peripheren* sensorischen Mechanismen. Ein zweites Ergebnis besteht darin, daß das menschliche Gehirn zeitliche Differenzen unterschiedlich auswertet. Nicht immer entsteht die Wahrnehmung des *zeitlichen Nacheinanders* direkt. Es ergibt sich auch bisweilen eine andere Qualität der Wahrnehmung. Ein Beispiel ist das Richtungshören. So spielt beispielsweise die binaurale Zeitdifferenz beim Richtungshören eine spezifische qualitative Rolle. Die binaurale Zeitdifferenz betrifft die Differenz, mit der die Schallreize die Rezeptoren des linken und des rechten Ohres erregen. Wenn die binaurale Zeitdifferenz anwächst, wird diese Differenz nicht als Zeitdifferenz wahrgenommen, sondern die Schallquelle wird als von der Mittellinie versetzt wahrgenommen, d. h. man hört den Schallreiz links oder rechts.

### 5.2. Zur Wahrnehmung der Reihenfolge

Die Wahrnehmung der Reihenfolge stellt ein eigenes Modul der Zeitwahrnehmung dar. Es läßt sich nicht auf die Wahrnehmung der Gleichzeitigkeit und Ungleichzeitigkeit zurückführen. Die Wahrnehmung der *Gleichzeitigkeit* kann schon bei 4 Millisekunden und weniger erfolgen. Die Wahrnehmung der zeitlichen Ordnung, d. h. der *Reihenfolge* erfolgt erst bei 30 bis 50 Millisekunden. Dieser Wert ist für verschiedene Sinnesmodalitäten gleich. Das ist ein Hinweis auf einen zentralen Verarbeitungsmechanismus. Demgegenüber ist der Übergang von der Gleichzeitigkeit zur Ungleichzeitigkeit innerhalb der verschiedenen Sinnesbereiche unterschiedlich. Von der Zeitwahrnehmung der Reihenfolge kann die *zeitliche Markierung* von Ereignissen unterschieden werden. Mit anderen Worten, wir können nicht nur die Reihenfolge von Ereignissen wahrnehmen, sondern sind auch in der Lage, sie *inhaltlich* wiederzuerkennen und wiederzugeben, d. h. es werden sowohl die Ereignisse selbst als auch ihre zeitliche Abfolge gespeichert. Untersuchungen an Hirnverletzten ergaben, daß sich die Fähigkeit zur Unterscheidung von Ungleichzeitigkeit und Gleichzeitigkeit nicht wesentlich von der Gesunder unterscheidet. Anders verhält es sich mit der Fähigkeit zur Bestimmung der zeitlichen Ordnung, sie ist bei Hirnverletzten verlangsamt. Wenn das sequenzielle Ordnungsbewußtsein gestört ist, geht auch die Fähigkeit verloren, den Ereignissen die entsprechenden Zeitmarken zuzuordnen. Das bedeutet, daß die subjektive Kausalität für diese Menschen verloren geht. Mit anderen Worten, der Mensch kann sich noch an das erinnern, *was* er erlebt hat, er kann sich aber nicht mehr daran erinnern *wann*, d. h. er kann es nicht mehr in den tatsächlich vorhandenen gewesenen zeitlichen Rahmen einfügen. Dies ist auch beim beschriebenen Korskow-Syndrom der Fall.

### 5.3. Zur Wahrnehmung der Dauer

Die Wahrnehmung der Dauer ist ein besonders wichtiges Modul der Zeitwahrnehmung. In diesem Zusammenhang wurde z. B. der bereits erwähnte Effekt gefunden, daß ein gefülltes Zeitintervall als schneller vergehend erlebt wird als ein ungefüllter Zeitraum. Das Thema der zeitlichen Dauer wurde unter verschiedenen psychophysikalischen Aspekten analysiert, so wurde beispielsweise das *Indifferenzintervall* untersucht. Dabei handelt es sich um das Intervall, bei dem die beiden Grenzstimuli und das dazwischen

liegende Intervall als Einheit erlebt werden. Die Untersuchungen ergaben, daß die *Untergrenze der Dauerwahrnehmung* bei etwa 100 Millisekunden liegt. Reize von kürzerer Dauer erzeugen das *Erlebnis einer Momenthaftigkeit*. Dabei können Beginn und Ende des Reizung *erlebnismäßig* nicht unterschieden werden. Ob die Unterschiedsempfindlichkeit für Dauer dem Weberschen Gesetz folgt, d. h. ob der ebenmerkliche Unterschied zweier Reize in einem konstanten Verhältnis zur Größe des kleineren Reizes steht, also zum Ausgangsreiz, ist kontrovers. Dabei werden visuelle Reize häufig als länger andauernd empfunden als auditive Reize. Die Wahrnehmung der *Dauer* wird durch *motivationale* und *emotionale* Faktoren mitbestimmt. Bei interessanten Arbeiten vergeht die Zeit *erlebnismäßig* schneller als bei monotonen. Demgegenüber haben *physiologische* Variablen wie z. B. der Blutdruck, die Pulsfrequenz, die Atemfrequenz keinen Einfluß auf die Zeitwahrnehmung. Drogen allerdings verändern die Zeitwahrnehmung. Untersuchungen an Kindern ergaben, daß die Zeitwahrnehmung, genauer gesagt die Zeitschätzungen bis zu Alter von etwa 14 Jahren anders sind. Verglichen mit den Erwachsenen sind sie ungenauer. Von etwa 14 Jahren an beginnen sie sich dann denen der Erwachsenen anzunähern.

#### 5.4. Die psychologischen Theorien der Zeitwahrnehmung

Generell läßt sich sagen, es gibt bisher keine umfassende Theorie der Zeitwahrnehmung. Es stehen sich zwei Typen von Theorien gegenüber. Die eine Theoriegruppe nimmt biologisch fundierte innere Uhren an. Diese inneren Uhren generieren größere und kleinere Rhythmen, wie sie in der Chronobiologie erforscht werden. Diese Theorien gehen davon aus, daß die Zeit »gequantelt« ist. Die andere Theoriegruppe postuliert anstelle eines endogenen Zeitgebers einen kognitiven Beurteilungsprozeß. Durch ihn wird z. B. die Anzahl und die Art der Ereignisse eines Intervalls bestimmt. Die kognitiven Modelle können ihrerseits zum einen in die Gruppe eingeteilt werden, die auf der Anzahl stattgefunderer Veränderungen basieren. Dabei handelt es sich dann um die sogenannten »changes«-Theorien. Zum anderen können sie dahingehend unterschieden werden, daß sie sich auf das Ausmaß des im zu schätzenden Zeitintervall vorliegenden Verarbeitungsaufwandes orientieren. Dabei handelt es sich dann um die sogenannten »processing-effort«-Theorien.

### 5.5. Resümee der Forschungen zur Zeitwahrnehmung

1. Eine grundsätzliche Annahme, die viele Phänomene der Zeitwahrnehmung erklären kann, ist die Annahme einer Quantelung der subjektiven Zeit. Daraus ergibt sich das Konzept des »*psychischen Moments*« als der kleinsten Einheit der subjektiven Zeit. Dieses Konzept wurde schon Mitte des 19. Jahrhunderts entwickelt. Es wurde aber erst in der Mitte des 20. Jahrhunderts als sogenannte »*running-clock*«-Hypothese bekannt. Es umfaßt einen Zeitumfang, der zwischen *100 bis 160 Millisekunden* liegt.
  2. Neuropsychologische Untersuchungen legen die Existenz eines *Oszillators* nahe, dessen Frequenz bei etwa *30 bis 40 Millisekunden* liegt. Dabei handelt es sich um einen Grundtakt, der für verschiedene Sinnesgebiete gilt. Er wird als die Minimalzeit definiert, die nötig ist, um einzelne Ereignisse zu identifizieren und schnelle Entscheidungen zu ermöglichen. Diese Taktsequenz ermöglicht es auch, ein konstantes Tempo beim Sprechen oder in der Musik aufrechtzuerhalten. So konnte beispielsweise gezeigt werden, daß Verszeilen in verschiedenen Sprachen maximal den Umfang von 3 Sekunden betragen.
  3. Es scheint einen weiteren *Oszillator* im Bereich von *2 bis 3 Sekunden* zu geben, der mit den *Aufmerksamkeitsprozessen* zusammenhängt. Er konstituiert das Erlebnis der *subjektiven Gegenwart*, d. h. das »*Jetzt-Gefühl*«. Durch ihn wird die zeitliche Grenze der Integrationsfähigkeit von aufeinander folgenden Ereignissen, also die Grenze der zeitlichen Gestaltbildung bestimmt. Möglicherweise bestimmt auch er die Taktsequenz, die es ermöglicht, ein konstantes Tempo beim Sprechen oder in der Musik aufrechtzuerhalten. Vielleicht bestimmt auch er die o. a. Tatsache, daß Verszeilen in verschiedenen Sprachen maximal den Umfang von 3 Sekunden betragen.
- In die gleiche zeitliche Richtung verweisen auch Versuche mit Kippfiguren. Bei ihnen »drängt« sich die jeweils alternative Sichtweise etwa alle drei Sekunden wieder auf. Untersuchungen zur *subjektiven Gegenwart* wurden beispielsweise mit folgender Versuchsanordnung durchgeführt. Den Versuchspersonen wurden Tonreize oder Lichtreize dargeboten und sie erhielten den Auftrag, möglichst exakt die Dauer der Darbietung zu wiederholen. Das Ergebnis war, daß die Reproduktion bis zu einer Grenze von etwa 3 Sekunden etwas länger angegeben wurden. Jenseits der Grenze von etwa 3 Sekunden erfolgte die Reproduktion etwas kürzer. Diese Grenze stellt somit die Indifferenzschwelle

dar, da an dieser Stelle die Reizdauer und die Reproduktionsdauer gleich sind. Dies Phänomen zeigt, daß die Dauer der subjektiven Gegenwart etwa einen Umfang von 3 Sekunden hat. Bei einem Zeitumfang von etwa 3 bis 5 Sekunden spricht man heute auch von einem »*Gleichzeitigkeitsfenster*«. Andere ältere Bezeichnungen dafür sind »psychische Präsenzzeit« oder »mentale Gegenwart«.

*Ergänzende Literatur:*

- 1 Handwörterbuch der Psychologie. Hrsg. von Roland Asanger und Gerd Wenninger. 5. Aufl. Weinheim 1994.
- 2 Hellmuth Benesch: Enzyklopädisches Wörterbuch Klinische Psychologie und Psychotherapie. Weinheim 1995.
- 3 A Pictorial History of Psychology. Hrsg. von Wolfgang G. Bringmann, Helmut E. Lück, Rudolf Miller und Charles E. Early. Chicago 1997.
- 4 Helio Carpintero: Historia de las Ideas psicológicas. Madrid 1996.
- 5 Hans-Georg Geissler: Zeitverarbeitung – Verarbeitungszeit: Temporale Invarianten und oszillatorische Mechanismen in Wahrnehmung und Gedächtnis. In: Zeitschrift für Psychologie. Göttingen (2000)208. S. 129–168.
- 6 Hans-Georg Geissler: Ultragenauere Zeitzyklen in der menschlichen Informationsverarbeitung. In diesem Heft. S.
- 7 Psychodiagnostik. Hrsg. von Jürgen Guthke, Hans R. Böttcher und Lothar Sprung. Bd. I. Berlin 1990.
- 8 Psychodiagnostik. Hrsg. von Jürgen Guthke, Hans R. Böttcher und Lothar Sprung. Bd. II. Berlin 1991.
- 9 Zukunft gestalten. Bericht über den 41. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Psychologie in Dresden 1998. Hrsg. von Winfried Hacker und Mike Rinck. Lengerich 1999.
- 10 Herbert Hörz: Philosophie der Zeit. Berlin 1992.
- 11 Lothar Sprung/Helga Sprung: Grundlagen der Methodologie und Methodik der Psychologie. Eine Einführung in die Forschungs- und Diagnosemethodik für empirisch arbeitende Humanwissenschaftler. 2. durchges. Aufl. Berlin 1987.
- 12 Lothar Sprung/Helga Sprung: Grundzüge der historischen Methodenlehre. In: Psychologische Rundschau. Göttingen 52(2001)4. S. 215–223.
- 13 Thomas Städtler: Lexikon der Psychologie. Wörterbuch. Handbuch. Studienbuch. Stuttgart 1998.
- 14 Una Historia de la Psicología Moderna. Hrsg. von Francisco Tortosa Gil. Madrid 1998.
- 15 Informationsverarbeitungsanalysen: Kognitionspsychologische und meßmethodische Beiträge. Festschrift für Hans-Jürgen Lander zum 70. Geburtstag. Hrsg. von Evelin Witruk und Hans-Jürgen Lander. Leipzig 1999. S. 179–197.

HARDWIN JUNGCLAUSSEN

## Die Zeit im Computer und im Gehirn

Das in den vorangehenden Vorträgen über die Zeit Gesagte möchte ich um einige Gedanken eines Informatikers ergänzen. Ich bin mir bewußt, daß die folgenden Überlegungen nicht bis in alle Konsequenzen durchdacht sind. Aber welcher Gedanke kann das für sich in Anspruch nehmen. Nachdenken ist Suchen und Versuchen.

Meine Überlegungen gehen von einem charakteristischen Unterschied zwischen der Arbeitsweise eines Computers und der eines Gehirns aus. Die Prozesse im Gehirn sind im ständigen Fluß. Sie wiederholen sich niemals ganz genau. Man kann nicht zweimal exakt dasselbe denken, auch dann nicht, wenn man zweimal ein und dieselbe Rechenaufgabe löst. Nicht nur die Denkwege können unterschiedlich sein, auch die Möglichkeit des Irrrens besteht immer. Das Denken des Menschen kann nicht zweimal in denselben Fluß der Gedanken springen, um mit Heraklit zu sprechen.

Ganz anders im Falle des Computers. Er »denkt« exakt reproduzierbar, d. h. auf ein und dieselbe Frage gibt er stets ein und dieselbe Antwort (vorausgesetzt, die Hardware arbeitet fehlerfrei und die Software enthält keinen Programmierfehler). Sogar jeder Computer, der über die notwendigen Ressourcen verfügt, gibt dieselbe Antwort, einerlei, ob er dafür eine Sekunde oder einen Tag benötigt. Es sieht so aus, als existiere die Zeit für den Computer nicht, während sie für das menschliche Denken eine wesentliche Rolle spielt. Warum ist das so?

Um das zu erklären, führe ich eine problemangepaßte »Definition« der Zeit ein. Ich beginne mit einem Gedanken aus dem Buch »Was ist Zeit?« von Friedrich Seemann,<sup>1</sup> den ich verkürzt wiedergebe: Die Zeit ist diejenige physikalische Größe, die am präzisesten meßbar und am unpräzisesten erfäßbar ist. Zeit läßt sich auf 13 Stellen genau messen; das entspricht einer Ungenauigkeit von einer Sekunde in 300 000 Jahren Meßzeit. Andererseits zeichnet sich die Zeit dadurch aus, daß sie nicht direkt wahrgenommen werden kann, sie ist nicht »anfaßbar«. Eine Länge kann man

---

1 Siehe Friedrich W. Seemann: Was ist Zeit? Berlin 1997. S. 136.

abschreiten oder zwischen die Finger nehmen, die Masse eines Steines empfindet man, wenn man ihn anhebt, Schall hört man, Licht sieht man, Druck und Temperatur fühlt man über die Haut, einen elektrischen Strom empfindet man, wenn man einen Schlag bekommt. Die Zeit aber übt keinerlei direkte Wirkung aus, weder auf unsere Sinnesorgane noch auf das übrige Geschehen in der Welt. Zeit an sich hat keine Wirkung. In diesem Sinne gibt es keine wirkende Zeit, oder etwas provokanter ausgedrückt: *Es gibt keine »wirkliche« Zeit.* Wie kommt es dann zum Zeitempfinden und zum Zeitbegriff?

Besonders deutlich empfindet man die Zeit, wenn man auf etwas wartet. Doch wartet man nicht auf die Zeit, sondern auf ein Ereignis, von dessen Eintreten das eigene Handeln abhängt. Das Ereignis, nicht die Zeit übt eine Wirkung auf das Handeln aus. Unter bestimmten Umständen kann es jedoch den Anschein haben, als sei die Zeit selber wirksam (»wirklich«), wie folgendes Beispiel zeigt.

Angenommen, ich befinde mich auf einer Reise und muß umsteigen. Ob ich den Anschlußzug erreiche, hängt von der zeitlichen Reihenfolge der Ereignisse Zugankunft und Zugabfahrt ab. Insofern scheint die Zeit Wirkung auf meine Reise zu haben. Am Umsteigen sind drei parallel ablaufende Prozesse beteiligt, das Fahren zweier Züge und mein eigenes Tun, das die beiden anderen Prozesse in gewisser Weise miteinander verkoppelt. Die Zeit wirkt über die Reihenfolge der Ereignisse Ankunft und Abfahrt auf mein Handeln und wird damit für mich »wirklich«. Ich verallgemeinere: »Wirkliche« Zeit gibt es nur im Zusammenhang mit gekoppelten parallelen Prozessen, oder noch schärfer formuliert: *Zeit wird durch aneinander gekoppelte parallele Prozesse generiert.* Daß diese Verallgemeinerung gerechtfertigt ist, erkennt man, wenn man sich klar macht, daß es in einem reinen Nacheinander, in einer linearen Ereignisfolge keine »wirkliche« Zeit gibt. Sie kann aber durch einen parallel ablaufenden Beobachtungsprozeß eingeführt (generiert) werden, z. B. durch eine Zeitmessung; dann wird der zu vermessende Prozeß an den Gang einer Uhr gekoppelt.

Die Gesamtheit aller denkbaren Ereignisse kann man sich als Netz oder besser als gerichteten Graphen vorstellen, dessen Knoten Ereignisse sind. Nur sie sind »wirklich«, die Kanten fügt unsere Vorstellung hinzu und nennt sie Zeit. Durch gedankliche unendliche Verlängerung des gerichteten Ereignisgraphen in beide Richtungen ergibt sich der abstrakte Begriff der Zeit. *Die Zeit wird in unserer Vorstellung durch Ereignisse in gekoppelten parallelen Prozessen generiert. Sie ist ein gedankliches Konstrukt und der*

*fundamentalste Begriff, den der Mensch zum Zwecke des sprachlichen (und gedanklichen) Modellierens der Welt gebildet hat.*

Dies ist die angekündigte problemangepaßte »Definition« der Zeit, die freilich keine Definition ist. Der Zeitbegriff läßt sich nicht definieren, weil es keine fundamentaleren Begriffe gibt, auf die er sich zurückführen ließe. In der Physik wird die Zeit eingeführt, indem Meßmethoden angegeben werden und die Rolle der gemessenen bzw. meßbaren Zeit, die sie bei der Beschreibung der Welt spielt, mathematisch festgelegt wird. Diese Rolle ist nicht ein für allemal durch die Natur vorgegeben. Tatsächlich hat sie durch die Relativitätstheorie eine tiefgehende Änderung erfahren.

Aus dem oben eingeführten Begriff der wirkenden oder »wirklichen« Zeit ergibt sich die Rolle, welche die Zeit im Computer spielt. In einem arbeitenden Computer laufen viele gekoppelte Prozesse parallel ab, das heißt, es wird ein Ereignisgraph generiert. Jedes Ereignis ist ein Datentransfer, der in einer Übergabe elektrischer Impulse von einem Register an ein anderes besteht. Die Möglichkeit, daß die Zeit eine Wirkung hat, ist also im Prinzip gegeben. Doch wird von einem Computer verlangt, daß er auf einen Auftrag, den er autonom (ohne weitere Eingaben) ausführt, ein eindeutiges und beliebig oft reproduzierbares Resultat liefert. Das Resultat muß also unabhängig sein von den Zeitpunkten der Datentransfers und von der Dauer der Teilprozesse, in deren Verlauf die zu transportierenden Zwischenergebnisse produziert werden.

Dieses Ziel wird durch zwei Maßnahmen erreicht, hardwaremäßig durch einen Taktgeber, der die Datentransfers synchronisiert, und softwaremäßig durch Programme, die den Einfluß des Zeitbedarfs der Teilprozesse auf das Endresultat ausschließen. Tatsächlich hängt das Resultat, das ein Computer bei Abarbeitung eines Programms liefert, weder von der Taktfrequenz des Prozessors noch davon ab, wieviel Zeit die einzelnen Teiloperationen benötigen; kurz, die Zeit spielt im Computer keine Rolle, mit anderen Worten: *Aus der Sicht des autonom arbeitenden Computers gibt es keine wirkliche Zeit.* Sie spielt erst dann eine Rolle, wenn die internen Prozesse im Computer mit externen Prozessen verkoppelt werden, z. B. bei der Echtzeitsteuerung von Anlagen oder im Echtzeitdialog mit einem Computernutzer.

Etwas Ähnliches gilt auch für den Menschen. Wer sehr konzentriert etwas aufnimmt oder über etwas nachdenkt, für den existiert die Zeit nicht. Doch tritt sie bei einer störenden Einwirkung aus der Umwelt sofort in sein Bewußtsein, z. B. wenn er angesprochen wird oder wenn das Telefon klingelt. Er empfindet dann durch die Unterbrechung seines Gedankenflusses

die »wirkliche« Zeit. Aus neurophysiologischer Sicht spielt die »wirkliche« Zeit im Gehirn eine weit kompliziertere und fundamentalere Rolle, wie so gleich gezeigt wird.<sup>2</sup>

Die Informationsverarbeitung im menschlichen Gehirn beruht, ebenso wie im Computer, auf dem Transport von Impulsen, die aber nicht von elektronischen Bauelementen, sondern von Neuronen generiert werden. Man sagt, daß ein Neuron feuert, wenn es einen Impuls ausgibt, der dann über das Axon weitergeleitet wird. Das Feuern der Neuronen hört niemals auf, solange das Gehirn lebendig ist. Ständig werden Impulse generiert und ständig fließt ein Impulsstrom durch die graue Materie. Doch werden die Impulse nicht synchron generiert wie im Computer. Nur unter bestimmten Bedingungen können sie sich in gewissem Umfange synchronisieren. Das aktive Gehirn generiert also ein Netz von weitgehend asynchronen Ereignissen und damit »wirkliche« Zeit. *Das Gehirn agiert »in wirklicher« Zeit, die es selber generiert.*

Insbesondere agiert auch der assoziative Kortex »in wirklicher« Zeit. Das ist derjenige Bereich des Gehirns, dessen neuronale Anregungszustände ins Bewußtsein treten (d. h. Bewußtseinsinhalte codieren) können.<sup>3</sup> Anregungszustände wie Bewußtseinsinhalte sind diskreter Natur. Die obige für das Gehirn formulierte Schlußfolgerung gilt auch für das Bewußtsein: *Das Bewußtsein agiert »in wirklicher« Zeit, die das Gehirn produziert.* Nicht nur der Begriff der abstrakten Zeit, sondern auch die erlebte »wirkliche« Zeit ist ein Produkt des Gehirns. Die erlebte Zeit, die der assoziative Kortex im Bewußtsein generiert, kann nur eine lineare Zeit sein, die sich aus einem strengen Nacheinander wahrgenommener Ereignisse ergibt, denn der assoziative Kortex läßt immer nur einen einzigen Inhalt ins Bewußtsein treten. *Die Wurzel der erlebten linearen Zeit liegt in der Struktur und Funktion des Gehirns.*

Wir stellen uns die Zeit nicht nur als etwas Lineares, sondern zudem als etwas kontinuierlich Fließendes vor. Es erhebt sich die Frage, wie es zur Vorstellung der kontinuierlichen Zeit kommen kann, wenn die erlebte Zeit

- 
- 2 Siehe dazu Hans-Georg Geißler: Ultragenauere Zeitzyklen in der menschlichen Informationsverarbeitung. In diesem Heft. S. 111–135 – Hans-Georg Geißler: Zeitverarbeitung – Verarbeitungszeit: Temporale Invarianten und oszillatorische Mechanismen in Wahrnehmung und Gedächtnis. In: Zeitschrift für Psychologie. Göttingen (2000)208. S. 129–168.
  - 3 Siehe z. B. Neurowissenschaften. Hrsg. von Josef Dudel, Randolph Menzel und Robert F. Schmidt. Berlin, Heidelberg, New York 1996. S. 555.

durch diskrete Zustände des assoziativen Kortex »diskretisiert« sein müßte. Wir sehen die Elbe kontinuierlich fließen. Sie macht keine Sprünge. Offenbar spielt hier der sinnliche Eindruck bei der Herausbildung neuronaler Anregungszustände und ihrem Bewußtwerden eine wesentliche Rolle, gewissermaßen die Rolle eines Digital-Analog-Umsetzers. Wenn man das fließende Wasser eines Flusses beobachtet, nimmt man einen kontinuierlichen Fluß von Zuständen (von »Ereignissen«) wahr, obwohl der zugrundeliegende neuronale Prozeß eine diskontinuierliche Folge von Anregungszuständen ist. Das bedeutet, daß ein im Bewußtsein vorgestellter kontinuierlicher Prozeß und der entsprechende neuronale Anregungsprozeß nicht miteinander identisch sein können, daß also die Ausgangshypothese der sog. Identitätstheorie nicht exakt zutreffen kann.

Diese Überlegungen zur Informationsverarbeitung im Gehirn zeigen, daß neben dem physikalischen Weg ein zweiter Weg existiert, auf dem man sich einem Verständnis des Zeitbegriffs nähern kann, der Weg der Psychologie und Neurophysiologie. Dabei wird ein gewisses Vorverständnis darüber vorausgesetzt, was unter Zeit zu verstehen ist. Der Weg enthält also einen hermeneutischen Zirkel, der nicht zum naturalistischen Fehlschluß verführen darf, also zu der Meinung, man hätte auf diesem Wege erklärt, was Zeit ist.

Die dargelegten Vorstellungen über das Zustandekommen des Zeitbegriffs sind keineswegs neu. Vor mehr als anderthalb Jahrtausenden schrieb der Heilige Augustinus (374–430): »Erst aus diesem bewegten Gestaltenwandel, aus dem Nacheinander von dem und jenem, was nicht zugleich bestehen kann, erst aus den kürzeren oder längeren Zwischenstrecken, die durch das Weichen des einen und das Nachrücken des anderen sich ergeben, kommt die Zeit zustande.«<sup>4</sup> Hans Joachim Störig charakterisiert die Zeitauffassung des Augustinus folgendermaßen: »Es ist die Beschränktheit unseres menschlichen Bewußtseins, welches das immer Seiende nur in der Erscheinungsform des Nacheinander fassen kann. Vor Gottes Auge ist alles gleich gegenwärtig.«<sup>5</sup>

An anderer Stelle schreibt Augustinus: »Herr du bist ewig, aber ich – ich springe in Zeiten auseinander, von denen ich nicht weiß, warum sie

---

4 Augustinus: Bekenntnisse. Zit. nach Hans Joachim Störig: Kleine Weltgeschichte der Philosophie. Frankfurt am Main 1989. S. 229.

5 Hans Joachim Störig: Kleine Weltgeschichte der Philosophie. Frankfurt am Main 1989. S. 229.

eben so sich folgen. Im Strudel eines Vielerlei zerstückt sich mein Denken, mein innerstes Leben, bis ich mit allem münde in Dir«. <sup>6</sup>

Für Augustinus mündet alles Nachdenken über Dinge, die dem menschliche Verstande unbegreiflich sind, in Gott. Auch heutzutage werden unerklärbare Phänomene gerne an eine höhere Instanz delegiert. Früher war diese Instanz ein Gott mit menschlichen Zügen. Heute kann sie ein Phantasiegebilde mit technischen Zügen sein, beispielsweise ein Allspeicher, in dem alle Ereignisse »gegenwärtig« sind und aus dem sie von »hellsehenden« Menschen zu jedem Zeitpunkt ausgelesen werden können, auch dann, wenn der Lesezeitpunkt dem tatsächlichen Ereigniszeitpunkt vorangeht. Ein Mensch, für den Phänomene wie beispielsweise Synchronizität, Hellsehen oder andere sogenannte parapsychologische Phänomene Realität sind und die er erklären möchte, kann kaum umhin, irgendeine Art höherer Instanz anzunehmen. Aber welcher Art diese auch sei, in jedem Fall ist sie zeitlos. Vor ihr scheint die Zeit aufgehoben zu sein.

Die letzten Bemerkungen waren nicht mehr die Gedanken eines Informatikers, sondern eher die eines Parapsychologen. Abschließend möchte ich einen Physiker zu Worte kommen lassen. Er könnte beanstanden, daß erstens die Kausalität nicht gebührend einbezogen wurde, und daß zweitens der »naive« Begriff der linearen, unendlichen Zeit von der Wissenschaft überholt ist. Auf den ersten Einwand würde ich entgegnen, daß der Begriff der Kausalität zwar für die kausale Erklärung der Welt im Sinne des physikalischen Weltbildes erforderlich ist, nicht aber für die Erklärung der Herausbildung des naiven Zeitbegriffs, von dem ich als Informatiker gesprochen habe.

Der zweite Einwand ist berechtigt. Die naive Vorstellung von der unendlichen, linear ablaufenden, universellen Zeit entspricht dem Newtonschen Zeitbegriff, der durch die Relativitätstheorie überholt ist. Aber der relativistische Zeitbegriff entspricht nicht unserer täglichen Erfahrung, denn er entspringt der Beobachtung einer Welt, die hinsichtlich Raum, Zeit, Geschwindigkeit und Energie weit über die Welt hinausgeht, in der sich unser Alltag vollzieht. Darum kann das Gehirn des Menschen den relativistischen Zeitbegriff nicht ohne weiteres produzieren und im Grunde auch nicht verstehen.

---

6 Augustinus: Bekenntnisse. Zit. nach Hans Joachim Störig: Kleine Weltgeschichte der Philosophie. Frankfurt am Main 1989. S. 229.

Die Wandlung des Zeitbegriffs und seine Unverständlichkeit sollte uns also nicht in Erstaunen versetzen. Erstaunlich ist vielmehr, wie weit die Physiker es mit dem naiven Zeitbegriff gebracht haben, und daß Newton auf seiner Grundlage die Bewegung der Planeten mit großer Genauigkeit beschreiben konnte, wenn auch nicht ganz genau. Was werden unsere Nachfahren über die Zeit denken? Wir wissen es nicht und wir würden es auch nicht verstehen. Stephen W. Hawkings »Kurze Geschichte der Zeit« läßt es ahnen.<sup>7</sup>

---

7 Siehe Stephen W. Hawking: Eine kurze Geschichte der Zeit. Die Suche nach der Urkraft des Universums. Reinbek bei Hamburg 1991.



HANS-GEORG GEISSLER

## **Ultragenaue Zeitzyklen in der menschlichen Informationsverarbeitung**

Bevor eine neue Erkenntnis den Weg in eine Nachbardisziplin findet, vergeht meist eine stattliche Reihe von Jahren. Innerhalb des Ursprungsfachs hat sie dann in aller Regel bereits eine längere Geschichte hinter sich, ehe sie in Überblicksarbeiten oder womöglich in die Lehrbuch- und Populärliteratur gelangt und schließlich – wenn die Winde günstig stehen – den Sprung in ein benachbartes Fach schafft. So oder ähnlich immer anzunehmende Verzögerungsketten sind ein Grund dafür, daß in den Beziehungen zwischen den Disziplinen dem direkten Austausch (»Kurzschluß«) über neue und neueste Erkenntnisse eine wichtige Rolle zukommt. Erkenntnisse über *Zeit* machen hierin keine Ausnahme. Um die interdisziplinäre Diskussion zu diesem Thema zu fördern, soll daher in dem folgenden Kurzbericht der Versuch gemacht werden, nach einer Hinführung kritische Resultate jüngerer und jüngster psychologischer Forschungen zu diesem Thema vorzustellen. Dabei soll es vorwiegend um Elemente des Tatsachenwissens gehen, deren Implikationen mehr oder weniger unabhängig von dem fachspezifischen Kontext betrachtet werden können, aus dem sie stammen. Dem Bedürfnis, den Problemen auch in ihren Verflechtungen mit psychologischen Theorieansätzen nachzugehen, wurde nach Möglichkeit durch die Auswahl der Literaturverweise entsprochen.

Das »Neue« an den darzustellenden Resultaten kann durch vier Konsequenzen gekennzeichnet werden, die wir hier vorwegnehmen und im weiteren so nicht wiederholen:

1. Sie weisen allesamt darauf hin, daß die sich im Millisekunden- bis Sekundenbereich während des Wahrnehmens, Erinnerns, Denkens und Urteilens im Gehirn abspielenden Prozesse eine zeitliche Wiederholungsgenauigkeit von  $\pm 1$  Millisekunde erreichen können. Präzisierend ist hinzuzufügen, daß maximale Genauigkeit nur in der Umgebung gewisser ausgezeichnete Zeitwerte erreicht wird. Da nur sehr wenige physiologische Befunde bisher eine ähnlich hohe Wiederholungsgenauigkeit belegen,<sup>1</sup> steht zu vermuten, daß es sich um eine Eigenschaft handelt, die

---

1 Siehe Mosche Abeles/E. Vaadia/H. Bergman/Y. Prut/I. Haalman/H. Slovin., H.: Dyna-

- innerhalb bekannter neuraler Abläufe nur kleine Untermengen kritischer, »erfolgsvermittelnder« Prozesse charakterisiert.
2. Sie beinhalten zwingende Belege für übergreifende Gesetzmäßigkeiten in unterschiedlichen Aspekten psychischer Zeit, die nach eingewurzelten Denktraditionen zu qualitativ getrennten Facetten der menschlichen Kognition gerechnet werden: Subjektive Repräsentation von Zeit auf der einen Seite und Zeit im Sinne objektiver Veränderungscharakteristik psychischer Zustände und objektiver Dauer perzeptiv-kognitiver Abläufe auf der anderen. Von den verfügbaren Messungen her ist darüber hinaus keine Alternative zu der Schlußfolgerung zu erkennen, daß diesen verschiedenen Erscheinungsweisen von Zeit das gleiche neuronale Substrat zu Grunde liegt.
  3. Logisch ergibt sich die Konsequenz, daß die zugehörigen neuralen Trägerprozesse angestoßene und spontan wieder erlöschende zyklische Vorgänge darstellen. Zugleich mehren sich Befunde, die auf einen gesetzmäßigen Zusammenhang zwischen Zyklendauer und zeitlicher Obergrenze zyklischer Wiederholung hinweisen. Diese Ergebnisse widersprechen somit der Annahme, daß Zeitwahrnehmung und mentale Zeitabläufe durch eine oder mehrere »frei laufende« innere Uhren gesteuert werden.
  4. Ganzzahlige Verhältnisse zwischen unterschiedlichen ausgezeichneten Perioden deuten auf die Existenz von Hierarchien von Zeitzyklen hin, die sich wahrscheinlich »nach oben«, d. h. in Richtung immer längerer Perioden, fortsetzen. Nach 3. sind diese Hierarchien zyklischer Vorgänge transienter Natur, d. h. sie bilden sich aus in Abhängigkeit von der jeweiligen Anforderung und zerfallen – außer bei Ankoppelung an Reizzyklen – auch wieder spontan.

### *Zeithierarchien kognitiver Verarbeitung als Ausgangs- und Zielpunkt*

Wie so oft in anderen Fällen: Die gedankliche Vorgeschichte der zu berichtenden Tatsachen ist die einer Wiederentdeckung. Sie reicht zurück bis in

---

namics of Neuronal Interactions in the Frontal Cortex of Behaving Monkeys. In: Concepts in Neuroscience. Singapore (1993)4. S. 131–158. – Mosche Abeles/Y. Prut/H. Bergman/E. Vaadia: Synchronization in neural transmission and its importance for information processing. In: Temporal Coding in the Brain. Hrsg. von G. Buzsáki, R. Llinás, W. Singer, A. Berthoz und Y. Christen. Berlin 1994. S. 39–50.

die Anfänge der empirischen Psychologie, in die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts, eine Periode, in der viele wesentliche Elemente, scheinbar unvermittelt, kurz nacheinander aus dem Boden schossen: Der Gedanke von Oszillationen als den Trägern mentalen Geschehens bei Gustav Theodor Fechner<sup>2</sup> zuerst. Fast gleichzeitig die Idee diskreter Zeitatome, sog. Psychologischer Momente, als Grundlage der Zeitempfindung bei Karl Ernst Ritter von Baer (1860; veröffentlicht 1864<sup>3</sup>). Dann, sehr bald auch, die Anfänge der psychologischen Chronometrie, der Methodologie des Rückschlusses von Verarbeitungszeiten auf Zeitstrukturen psychischer Vorgänge bei Frans Cornelis Donders<sup>4</sup>. Als Zwischenspiel, in den 30er Jahren des 20. Jahrhunderts, bis heute leider nahezu vergessen, die entscheidende experimentelle Entdeckung: Nachweis und Charakterisierung stabiler, ultragenauer ausgezeichneter Perioden durch Gerhard Adolf Brecher<sup>5</sup> und Georg von Békésy<sup>6</sup>. Und schließlich die Wiederentdeckung der Anfänge durch Saul Sternberg<sup>7</sup>, der die Chronometrie um zwei Beiträge bereichert und dadurch als methodisches Instrument revitalisiert hat.

Der für unsere Darstellung entscheidende Beitrag Sternbergs lag in der Einführung der sog. Item-Erkennungsaufgabe, deren Wert, im Vergleich zu ähnlichen, lange erprobten Aufgaben, in der Reduktion des Antwortverhaltens auf zwei Reaktionsalternativen besteht, die die Trennung von reiz- und reaktionsbezogenen Bestandteilen der Reaktionszeit gestattet. Im Originalexperiment hatten Sternbergs Probanden sich zunächst unterschiedliche Mengen (»Gedächtnismengen«) aus ein bis sechs einstelligen Ziffern zu merken. Danach wurden, in ausbalancierter Häufigkeit, einstellige Ziffern

- 
- 2 Gustav Theodor Fechner: *Elemente der Psychophysik*. Bd. 2. Leipzig 1860.
  - 3 Karl Ernst Ritter v. Baer: Welche Auffassung der lebendigen Natur ist die richtige? Und wie ist diese Auffassung auf die Entomologie anzuwenden? In: *Reden, gehalten in wissenschaftlichen Versammlungen, und kleine Aufsätze vermischten Inhalts*. Hrsg. von H. Schmitzdorf. St. Petersburg 1864. S. 237–283.
  - 4 Frans Cornelis Donders: Die Schnelligkeit psychischer Prozesse. In: *Archiv für Anatomie, Physiologie, und wissenschaftliche Medicin*. Leipzig (1868). S. 657–681.
  - 5 Gerhard Adolf Brecher: Die Entstehung und biologische Bedeutung der subjektiven Zeiteinheit, – des Moments. In: *Zeitschrift für vergleichende Physiologie*. Berlin (1932)18. S. 204–243.
  - 6 Georg v. Békésy: Über die Hörschwelle und Fühlgrenze langsamer sinusförmiger Luftdruckschwankungen. In: *Annalen der Physik*. Weinheim 26(1936)5. S. 554 – 556.
  - 7 Saul Sternberg: High-speed scanning in human memory. In: *Science*. Washington D.C. (1966)153. S. 652–654. – S. Sternberg: Memory-scanning: Mental processes revealed by reaction-time experiments. In: *American Scientist*. Research Triangle Park, NC 57(1969)4. S. 421–457.

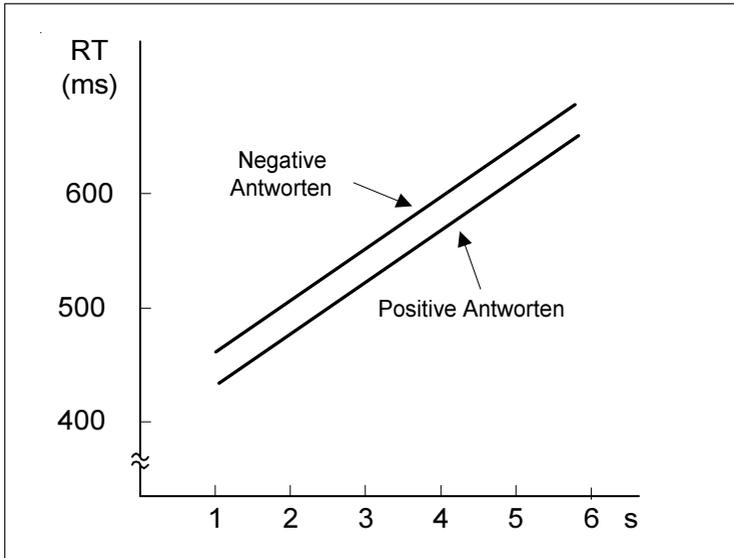


Abbildung 1: Reaktionszeiten im Sternberg-Versuch als Funktion des Umfangs  $s$  der Gedächtnismenge. Schematische Darstellung

geboten. Je nachdem, ob diese in der Gedächtnismenge enthalten waren oder nicht, hatten die Probanden so schnell wie möglich mit »Ja« oder »Nein« zu antworten. Die Reaktionszeiten wurden registriert.

Abbildung 1 zeigt, schematisch idealisiert, das Versuchsergebnis: Die mittleren Reaktionszeiten für Ja- und Nein-Antworten als Funktion des Umfangs der Gedächtnismengen stellen parallele Geraden dar. Sternbergs Modellinterpretation lautete: Jede dargebotene Ziffer wird – nach entsprechender Kodierung im Gehirn – seriell (und erschöpfend) mit jeder im Gedächtnis gespeicherten Ziffer verglichen, und auf der Grundlage der Vergleichsergebnisse wird die Entscheidung über die zu gebende Antwort gefällt.

Das Modell erlaubt die Berechnung der (im Mittel) auf einen Vergleich entfallenden Operationszeit. Sie entspricht dem Anstieg der Geraden. In Experimenten mit Ziffern ergaben sich immer wieder Werte von 37 bis 39 Millisekunden, die somit als erste Abschätzungen einer Elementarperiode des Denkens gelten konnten. Freilich zeigte sich bald, daß der Anstieg und damit die Operationszeit nicht unabhängig vom benutzten Material ist.

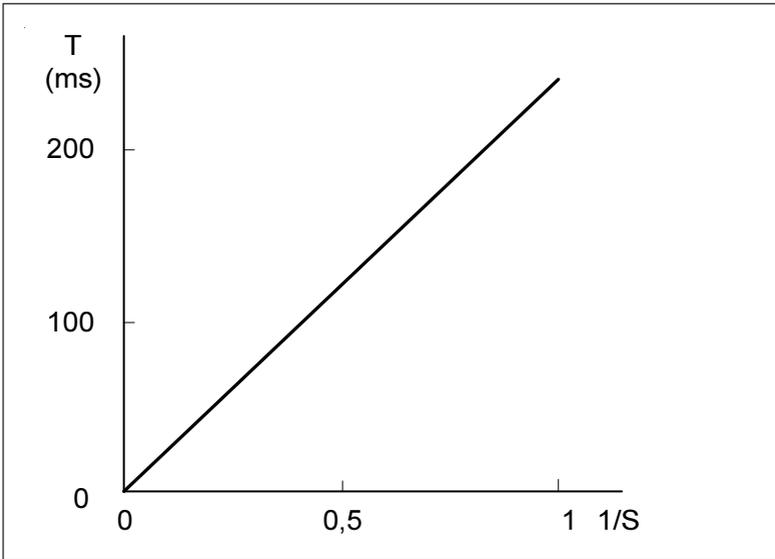


Abbildung 2: Operationszeiten als Funktion des Kehrwerts der Gedächtnisspanne  $S$  als Maß der Objektkomplexität. Schematische Darstellung

Abbildung 2 schematisiert einen Befund, der von John Patrick Cavanagh unter Benutzung von Ergebnissen aus der Literatur für unterschiedliche Objektarten (Ziffern, Buchstaben, Farben, Formen) erhalten wurde.<sup>8</sup> Hierin wurden die ermittelten Operationszeiten über dem Kehrwert  $1/S$  der Gedächtnisspanne  $S$  (Anzahl gleichartiger Objekte, die ohne Wiederholen behalten werden können) abgetragen, ein Wert, der auch als Komplexität der betreffenden Objekte interpretiert werden kann. Der Anstieg der erhaltenen Geraden hat eine leicht faßliche Bedeutung: Er entspricht der Gesamtzeit, die für Vergleiche erforderlich ist, wenn die Objekte der Gedächtnismenge das Kurzzeitgedächtnis voll ausfüllen oder – alternativ bezogen auf ein einzelnes Objekt – der Operationszeit für ein Objekt der maximalen Komplexität  $1/S = 1$ . Da es sich bei Cavanagh um eine Regression aus einem Konglomerat von unter unterschiedlichsten Bedingungen gewonnenen

8 John Patrick Cavanagh: Relation between immediate memory span and the memory search rate. In: Psychological Review. Washington 79(1972). S. 525–530.

Datensätzen handelte, ist der erhaltene Anstieg von 243 ms sicher nur eine grobe Annäherung an den hypothetischen Maximalwert.

Hier genau liegt der Ausgangspunkt einer Entwicklung, die schließlich zum Nachweis ultragenauer Zeitzyklen in der menschlichen Kognition führen sollte: Sternbergs Aufgabe hatte nur den Startschuß für eine Vielzahl von Untersuchungen geistiger Leistungen und Anforderungsbedingungen gegeben. Genauere Meßwerte für Operationszeiten waren dabei naturgemäß dann zu erwarten, wenn geistige Leistungen mit hinreichender Spannweite unterschiedliche Anzahlen zyklisch wiederkehrender Operationen umfaßten. Ein bemerkenswertes Ergebnis, das auf eine Strukturierung von Operationszeiten in schmalen Bändern hinwies, lieferten Untersuchungen von Friedhart Klix und seinen Mitarbeitern zum analogen Denken.<sup>9</sup> Wiederholt wurden hierbei Bestanpassungen bei Operationszeiten von 220 ms gefunden. Gelegentlich wurden Werte von 110 ms erhalten. Zur Annahme einer Bänderstruktur paßten auch Daten aus modifizierten Sternberg-Experimenten mit regulären geometrischen Mustern.<sup>10</sup> Die Bestanpassungen lagen hier bei 54 ms. Diese Ergebnisse legten nahe, daß im Falle komplexer Denkaufgaben die obere Zeitgrenze kognitiver Operationen nahe dem nach Cavanagh anzunehmenden oberen Grenzwert fixiert wird. Dieser Sachverhalt und die regulären (Doppelungs-)Beziehungen zu den in anderen Zeiten gaben dem Wert von 220 ms eine ausgezeichnete Stellung und nährten damit die Vermutung, daß es sich um einen die Organisation kognitiver Verarbeitung begünstigenden Zyklus handelt. Nur, worin diese Begünstigung bestehen könnte, blieb zunächst unklar.

Auffällig war allerdings, daß die von Sternberg für Ziffern gefundene Zeit sich mit  $37 \cdot 3 = 111$  und  $37 \cdot 6 = 222$  zwanglos in eine Struktur aus ganzzahligen Verhältnissen einordnete. Hinzu kam, daß M.W. Kristofferson 1972 zeigen konnte, daß die aus den Anstiegen geschätzte Zeit nach mehr-

---

9 Siehe z. B. Friedhart Klix/Joachim Hoffmann: The method of sentence-picture comparison as a possibility for analyzing the representation of meaning in human long-term memory. In: *Human and Artificial Intelligence*. Hrsg. von Friedhart Klix. Berlin 1978. S. 171–192. – Friedhart Klix/Elke van der Meer: Analogical reasoning – an approach to mechanisms underlying human intelligence performances. In: *Human and Artificial Intelligence*. Hrsg. von Friedhart Klix. Berlin 1978. S. 193–212.

10 Siehe Hans-Georg Geissler/Martina Puffe: Item Recognition and No End: Representation Format and Processing Strategies. In: *Psychophysical Judgment and the Process of Perception*. Hrsg. von Hans-Georg Geissler und Peter Petzold. Amsterdam 1982. S. 270–281.

tägigem Training nicht unter 36,5 ms sinkt.<sup>11</sup> Mit  $36,5 \cdot 6 = 219$  besteht somit für den asymptotischen Wert eine vortreffliche numerische Übereinstimmung mit der Annahme. Dafür, daß man sich mit solchen spekulativen Beziehungen vielleicht auf dem richtigen Wege befand, sprach, daß sämtliche bis dahin bekannten Beziehungen sich ohne Genauigkeitsverlust auf einen größten gemeinsamen Teiler nahe 18,25 ms zurückführen ließen. Bei der Untersuchung des vermuteten Zusammenhangs kam es daher darauf an, nach direkten Spuren kurzer kritischer Perioden zu suchen, die evtl. die Rolle eines Zeitmoduls spielen.

Einen Durchbruch in dieser Richtung brachte die verfeinerte Neuauswertung eines Erkennungsexperiments anderen Typs. In dem von Vigandas Vanagas u. a. ausgeführten Versuch<sup>12</sup> waren kurzzeitig Elemente von Mustermengen (»Alphabeten«) dargeboten worden, wie sie aus einem fensterkreuzartigen Grundmuster durch Weglassen von Segmenten konstruierbar sind. Zur Begrenzung der Reizdarbietung wurden diese Reize anschließend sofort durch das Grundmuster überschrieben (»maskiert«). Die Probanden hatten nach jeder Darbietung zu zeichnen, was sie gesehen hatten. Ausgewertet wurde der Prozentsatz korrekter Erkennung als Funktion der Darbietungszeit. Nach ausreichendem Training zeigte sich ein stufenförmiger Verlauf, wobei die Anzahl der Stufen mit dem Alphabetumfang zunahm. Die erneute Auswertung der Daten von 8 Probanden nach verschiedenen Kriterien der Bestanpassung<sup>13</sup> ergab als Mittelwert eine Stufenlänge von 9,13 ms bei einer Standardabweichung von 0,9 ms. Dieser Wert entsprach verblüffenderweise fast genau der Hälfte des schon bestimmten größten gemeinsamen Teilers. (18,25 ms, s. o.). Die bis dahin bekannten »Bänder« waren somit durch  $9,13 \cdot 4 = 36,5$ ;  $9,13 \cdot 6 = 54,8$ ;  $9,13 \cdot 12 = 109,6$  und  $9,13 \cdot 24 = 219,1$  darstellbar. Eine besondere

- 
- 11 Siehe M. W. Kristofferson: Effects of practice on character-classification performance. In: Canadian Journal of Psychology. Toronto 26(1972). S. 540–560.
  - 12 Siehe Vigandas Vanagas/O. Balkelytš/E. Bartusyavitchus/D. Kirvelis: The Quantum Character of Recognition Process in Human Visual System (russisch). In: Information processing in the visual system. Hrsg. von V. D. Glezer. Academy of Science of the USSR. Leningrad 1976. S. 26–30.
  - 13 Siehe Hans Buffart/Hans-Georg Geissler: Task-dependent representation categories and memory-guided inference during classification. In: Trends in Mathematical Psychology. Hrsg. von E. Degreef und J. van Buggenhaut. Amsterdam 1983. S. 33–58. – Hans-Georg Geissler: Zeitquantenhypothese zur Struktur ultraschneller Gedächtnisprozesse. In: Zeitschrift für Psychologie. Leipzig 193(1985)4. S. 347–362.

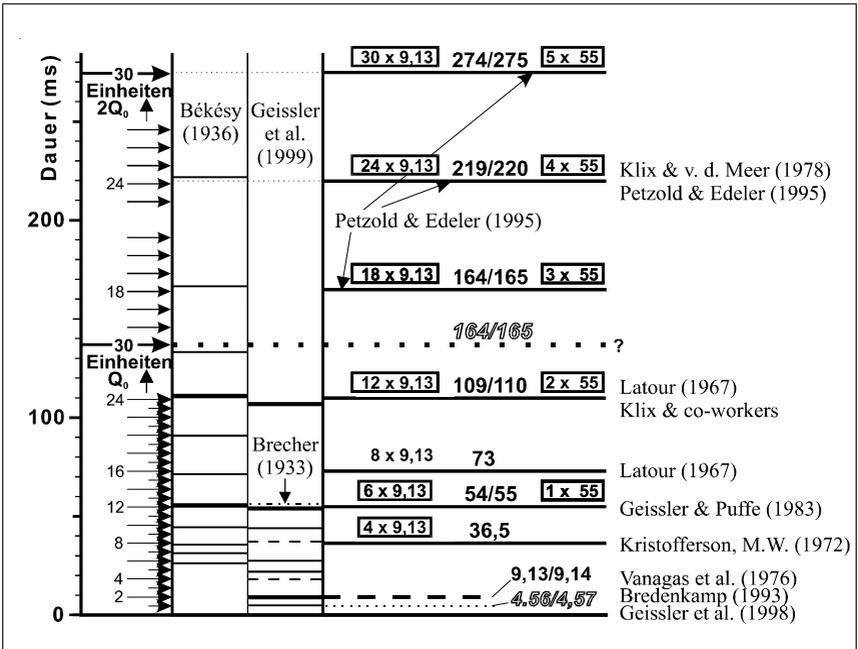


Abbildung 3: Ausgezeichnete Zeitwerte aus unterschiedlichen Typen von Experimenten. Rechts: Chronometrische Messungen dargestellt als Mehrfache von 55 ms und 9,13 ms. Links: Serien von Schwellwerten für Schallwahrnehmungen nach von Békésy (1936) und Scheinbewegungen nach Geissler et al. (1999) sowie (strichpunktiert) ein Wert für Tastempfindungen nach Brecher (1933). Dicke Linien kennzeichnen besonders prominente Werte, unterbrochene Linien fast-signifikante Modalwerte. Weitere Erläuterungen im Text. (Siehe auch Literaturhinweise am Schluß.)

Eigenschaft dieser »Multiplikationstafel« besteht darin, daß alle übrigen Vielfachen Teiler des größten Vielfachen 24 sind. Das schien die Vermutung zu unterstützen, daß  $N = 24$  vielleicht tatsächlich einer *längsten möglichen kognitiven Operationszeit* entsprach.

Eine gegenüber dem realen Hergang stark verkürzte Überprüfungsmöglichkeit bietet die rechte Seite von Abbildung 3. Hier sind als waagerechte Linien die bisher erwähnten chronometrischen, d. h. aus Reaktionszeiten ermittelten, Daten zusammengestellt. Zur Ergänzung wurden eine ältere

Messung Latours<sup>14</sup> sowie Meßwerte aus dem letzten Jahrzehnt im Bereich der vermuteten Unter- und Obergrenze aufgenommen. Besonderes Gewicht unter den letzteren hat ein Ergebnis von Petzold und Edeler,<sup>15</sup> die in einer für komplexes verbales Material verallgemeinerten Sternberg-Aufgabe drei Gruppen mit nahezu übereinstimmenden Operationszeiten nachweisen konnten. Diese Zeiten entsprechen den Vielfachen 3, 4 und 5 einer Periode von 54 ms und damit auch in guter Näherung den Vielfachen 18, 24 und 30 einer Elementarperiode von 9,13 ms. Die Annahme eines maximalen Vielfachen  $N = 24$  muß folglich zugunsten eines hypothetischen Maximalwerts von  $N = 30$  nach oben korrigiert werden. Desgleichen erweist sich die Vermutung, alle vorkommenden Vielfachen seien Teiler von 24, als falsch. Eine mit den Tatsachen verträgliche Alternative besteht in der Annahme, daß *mehrere* Vielfache dieser Größenordnung, die hinreichend viele Teiler besitzen, an der »Spitze« von Pyramiden aus diskreten Zykluszeiten stehen. Die Eigenschaft vielfältiger Zerlegbarkeit könnte es also sein, die die flexible Organisation von Komponenten und Stufen kognitiver Prozesse begünstigt<sup>16</sup> und damit bestimmte Zeitwerte gegenüber anderen auszeichnet.

### *Sensorische Zeitschwellen zum Vergleich*

Das sich in den achtziger Jahren allmählich konturierende Bild von Hierarchien aus Zeitzyklen psychischer Vorgänge hatte aber noch Schönheitsfehler. Ein Einwand war methodischer Natur: Die angenommenen Zyklen waren aus Primärdaten berechnet, die – wie Reaktionszeiten allgemein – eine hohe Variabilität aufweisen. Die auf Vergleichen zwischen verschiedenen so bestimmten Zykluszeiten beruhenden Aussagen unterlagen außerdem dem Einwand, daß die verwendeten Daten nicht unter vergleichbaren

- 
- 14 P. L. Latour: Evidence of internal clocks in the human operator. In: *Acta Psychologica*. Amsterdam 27(1967). S. 93–100, 341–348.
- 15 Peter Petzold/Brigitte Edeler: Organization of person memory and retrieval processes in recognition. In: *European Journal of Social Psychology*. Chichester 25(1995). S. 249–267.
- 16 Siehe Hans-Georg Geissler: Sources of seeming redundancy in temporally quantized information processing. In: *Cognition, information processing and motivation. Selected/revised papers of the 23rd International Congress of Psychology*. Hrsg. von Gery d'Ydewalle. Vol. 3. Amsterdam 1985. S. 119–228.

Bedingungen gewonnen waren. Diese Bedenken konnten nur durch ausreichend genaue Bestimmung von mehreren ausgezeichneten Zeiten innerhalb eines Experiments ausgeräumt werden.

Eine weitere Schwäche bestand in der Beschränkung auf nur eine Facette des Zeitbezugs, nämlich die zeitliche Quantisierung von *Verarbeitungsvorgängen*. Hatten die erhaltenen Strukturen überhaupt etwas mit den zahl reichen anderen Aspekten zu tun, unter denen psychisches Geschehen von der Zeit abhing? Konnte man annehmen, daß sie auch die Abhängigkeit von Empfindungen von der Periodendauer zyklischer Reizung, die wahrgenommene Dauer eines Ereignisses oder z. B. gar den zeitlichen Ablauf von Vorgängen charakterisierten, die für Festigung und Zerfall von Gedächtnisinhalten verantwortlich sind?

Interessanterweise stellte sich heraus, daß Experimente zu diesen Aspekten auch zur Klärung von Problemen der erstgenannten Art beitragen können. Einen wesentlichen Fortschritt in dieser Hinsicht brachte die Rezeption von Entdeckungen aus der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts, die – offenbar im Gefolge des zweiten Weltkrieges – in Vergessenheit geraten waren. Die zugehörigen Untersuchungen knüpften an von Baers Konzept eines Psychologischen Moments an, in dem die Bedeutung einer Elementareinheit des Zeitempfindens und die der Dauer eines elementaren psychischen Vorgangs noch nicht scharf voneinander getrennt waren. Eine Anregung von Jakob Baron von Uexküll aufnehmend, hatte Brecher 1933 die taktile Verschmelzungsschwelle für Vibrationen konstanter Intensität gemessen. Bei einem Mittelwert von (reichlich) 55 ms und einer Standardabweichung von 1,5 ms stimmten die an 14 Probanden erhaltenen Werte hochgradig überein. Als ähnlich gering erwies sich die Abhängigkeit der Messungen von der gereizten Hautpartie, trotz erheblicher Unterschiede der Rezeptordichte. Das gemessene Intervall erfüllte somit wichtige Kriterien eines zentralen Zyklus im Sinne des Psychologischen Moments. Durch den zusätzlichen Nachweis, daß die sonst hochgradig invariante Periode durch Drogen massiv beeinflußt wird, war gleichzeitig der biologischen Ursprung dieser Zeitschwelle belegt.

Brechers Ergebnisse wurden durch von Békésy 1936 aufgegriffen, der durch niederfrequenten Schall auslösbare Hörempfindungen untersuchte. Im Unterschied zu Brecher variierte Békésy die Reizintensität stufenweise in der Nähe der Absolutschwelle. Durch aufsteigende Frequenzveränderung (»Grenzmethode«) wurde für jede Intensitätsstufe der Punkt des Hörbarwerdens ermittelt. Bei dieser Vorgehensweise fand Békésy in der sonst stetig fallenden Schwellenfunktion 11 »Diskontinuitäten«, d. h. Punkte, an

denen über mehrere Intensitätsstufen hinweg der Übergang zur Wahrnehmbarkeit beim gleichen Frequenzwert erfolgte. Békésys Ergebnisse sind in Abbildung 3 ganz links wiedergegeben, wobei zwei besonders prominente Werte als fette Linien dargestellt wurden. Einer dieser Werte fällt mit Brechers Periode zusammen. Wie sich aus dem Vergleich zur rechten Seite der Abbildung ergibt, entsprechen fast alle Werte recht gut Mehrfachen von 9 ms. Dabei findet sich auch das bekannte Muster »vertikaler« Beziehungen in Form von drei Doppelungsreihen wieder. Eine Ausnahme macht eine Diskontinuität bei 32 Hz (Periodendauer 31,3 ms), die damit die Annahme eines generellen Teilers von ca. 9 ms falsifiziert. Allerdings liegt diese kritische Periodendauer ziemlich genau in der Mitte zwischen den nächstbenachbarten Werten, was zusammen mit anderen Fakten Anlaß gab, zu vermuten, daß eine noch kleinere Zeiteinheit von ca. 4,5 ms Dauer (unterbrochene Linie rechts in Abbildung 3) eine Rolle spielen könnte. Dieser hypothetische Wert liegt wenig über der Minimalzeit interneuraler Kommunikation im Großhirn. Mit ihm sollte also das untere Ende der Skala auszeichneter Werte erreicht sein.

Trotz offenbleibender Fragen kann festgehalten werden, daß die meisten im Bereich des Tastens und Hörens gefundenen ausgezeichneten Frequenzen nicht nur bezüglich der Periodendauer millisekundengenau mit chromometrisch bestimmten Werten übereinstimmen; sie zeigen auch in den Grundzügen die gleiche gesetzmäßige »Linienstruktur« von nach oben hin immer weiter auseinander liegenden Niveaus. Aufgrund der methodischen Besonderheiten von Schwellenexperimenten kommt als weiteres wichtiges Resultat hinzu, daß es sich bei den bevorzugten Zeitwerten offenbar *nicht* um Mittelwerte von ansonsten stark streuenden Größen, sondern um recht genau bestimmbare reale Quantenwerte handelt.

### *Ergebnisse zur Beurteilung von Abfolge und Dauer*

Bisher ist die Frage unberührt geblieben, ob im Bereich ähnlich kurzer Intervalle die beschriebenen Gesetzmäßigkeiten auch gefunden werden, wenn es nicht um Zeit als Verarbeitungsdauer oder sensorischen Schwellenparameter geht, sondern Wahrnehmung und Urteil sich explizit auf Zeit beziehen, also z. B., wenn von Probanden Unterscheidungen bezüglich Abfolge und Dauer von Ereignissen verlangt werden. Die Beantwortung dieser Frage ist erschwert dadurch, daß – zumindest solange keine detaillierte Theorie verfügbar ist – auf Verfahren zurückgegriffen werden muß, die nicht

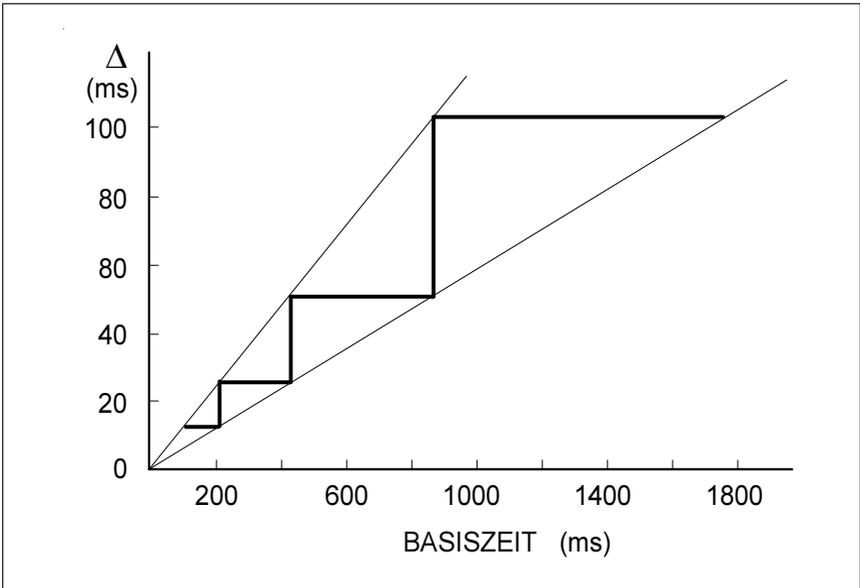


Abbildung 4: Idealisierter Verlauf der Unterschiedsschwelle für Dauer als Funktion der Basiszeit nach ausgedehntem Training (nach Kristofferson)

frei von willkürlichen Konventionen sind und die daher keine wirklich quantitativ vergleichbaren Werte liefern. Hinzu kommt, daß bei entsprechenden Anforderungen diskrete Strukturen erst nach längerem Training in Erscheinung treten und daher das für genaue Messungen erforderliche Übungsniveau in den relevanten Experimenten selten erreicht wird. Trotzdem verdanken wir Forschungen auf diesem Gebiet einige der bedeutsamsten Erkenntnisse.

Abbildung 4 illustriert ein besonders wichtiges Ergebnis. Dargestellt ist – unter Zugrundelegung des Kristoffersonschen Quantenmaßes – der (idealisierte) Verlauf der Unterschiedsschwelle  $\Delta$  nach langem Training als Funktion der Basisdauer, d. h. derjenigen Dauer, in deren näherer Umgebung die Unterscheidungsfähigkeit bestimmt wurde.<sup>17</sup> Die Funktion hat die

<sup>17</sup> Siehe Alfred B. Kristofferson: Timing mechanisms and the threshold for duration. In:

Form einer Treppe mit Stufen, deren Breite und Höhe sich sukzessiv verdoppelt. Die eingezeichnete obere Begrenzungslinie entspricht dabei dem Verlauf zu Beginn des Trainings, der dem sog. Weberschen Gesetz gehorcht. Die untere Linie halbiert den Anstieg dieser Geraden.

In Hinblick auf unsere Frage erlaubt das Ergebnis folgende Feststellungen: Die sich während des Trainings ausbildenden Plateaus der Unterscheidbarkeit konstituieren eine Hierarchie von ausgezeichneten Ordinatenwerten analog zu den in Abbildung 3 dargestellten. Sie korrespondieren zu diesen auch der Größenordnung nach. Die beste quantitative Deckung würde bei einer hypothetischen Progression (in ms) von 13,8; 27,5; 55; 110 (Modul ca. 4,5 ms) bestehen. Wegen des obigen Vorbehalts wäre aber ebenso eine Identifikation mit 9; 18; 36,5; 73 und damit eine engere Entsprechung zu den chronometrischen Messungen von Abbildung 3 bei einem Modul von ca. 9 ms denkbar. Den Plateaus entsprechen Intervalle der Basisdauer mit Obergrenzen bei etwa 220, 440, 880 und 1660 ms, deren Längen wegen der begrenzenden Geraden ebenfalls einem Doppelungsgesetz unterliegen. Da die Schätzwerte der Obergrenzen *nicht* von der Meßkonvention für die Ordinate abhängen, gilt, daß diese die von den chronometrischen Daten her bekannte Regularität beginnend bei 220 ms ohne Lücke »nach oben hin« fortsetzen.<sup>18</sup> Für die tatsächliche Bedeutsamkeit dieses Zusammenhangs sprechen, neben anderen Ergebnissen, Messungen mit Hilfe einer alternativen Methode (»Puls-Train«-Experiment<sup>19</sup>), die mit geringerem Training auskommt. Unter den Bedingungen

---

Psychophysical Explorations of Mental Structures. Hrsg. von Hans-Georg Geissler. Toronto 1990. S. 269–277. – Alfred B. Kristofferson: A quantal step function in duration discrimination. In: Perception & Psychophysics. Austin, Tex. 27(1980). S. 300–306.

- 18 Experimente von Stebel (siehe Hans-Georg Geissler: New magic numbers in mental activity? On a taxonomic system for critical time periods. In: Cognition, Information Processing and Psychophysics. Hrsg. von Hans-Georg Geissler, Stephen W. Link und James T. Townsend. Hillsdale 1992. S. 293–322) haben darüber hinaus gezeigt, daß diskrete Strukturierungen sich bis mindestens 300 Sekunden fortsetzen. Es kann hier nur am Rande erwähnt werden, daß derartige Befunde einer einfachen Aufteilung in »Wahrnehmen« und »Beurteilen« von Zeit widersprechen. Analog müßte eine Verallgemeinerung auf Gedächtnisprozesse die noch übliche Gliederung in sensorisches Gedächtnis, Arbeits- und Langzeitgedächtnis durch ein Schema gestaffelter zeitlicher »Speicherhorizonte« ersetzen.
- 19 Siehe Alfred B. Kristofferson: Timing mechanisms and the threshold for duration. In: Psychophysical Explorations of Mental Structures. Hrsg. von Hans-Georg Geissler. Toronto 1990. S. 269–277.

dieses Experiments kam es zur Ausbildung nur eines Plateaus, das sich in diesem Falle bei einer Unterscheidbarkeit von  $\Delta \approx 9$  ms bis ca. 280 ms ausdehnte. Diese Werte entsprechen der Unter- und der Obergrenze des Bereichs der in Abbildung 3 dargestellten chronometrischen Zeiten. Man kann das auch so formulieren: In einem Bereich, der maximal Perioden der dreißigfachen Dauer einer kürzesten Periode von ca. 9 ms umfaßt, wird das Auflösungsvermögen durch ebendiese kürzeste Periode bestimmt. Diese Aussage ist als Bereichsbildungshypothese für andere Auflösungen verallgemeinert worden.<sup>20</sup> Für eine kleinste quantenhafte Einheit von  $Q_0 = 4,57$  ms erhält man so eine hypothetische Obergrenze von 137 ms. Generell werden bei unterschiedlichem Auflösungsvermögen  $qQ_0$  mit  $q = 1, 2, 3$  usw. zum jeweiligen Bereich gehörige Höchstwerte von  $30 \cdot qQ_0$  vorausgesagt.

Der Wert der Bereichsannahme als Denkinstrument ist inzwischen durch prüfbare heuristische Schlußfolgerungen bekräftigt worden. Ein Beispiel, auf das hier nur verwiesen werden kann, besteht in der Beantwortung der Frage, wie es zu Bänderstrukturen der oben besprochenen Art kommt. Die hypothetische Antwort lautet, daß die physiologische Entsprechung in hierarchisch phasengekoppelten Gruppenoszillationen unterschiedlicher Frequenz besteht (»Hierarchisierungshypothese«<sup>21</sup>).

### *Zeitschwellen wahrgenommener Bewegungen*

Von Békésys Experiment erfüllte die Forderung, mehrere ausgezeichnete Zeitwerte mit hinreichender Genauigkeit unter einheitlichen Bedingungen zu bestimmen. Schwächen des Versuchs bestanden darin, daß an der unteren

---

20 Siehe Hans-Georg Geissler: The temporal structure of central information processing: Evidence for a tentative time-quantum model. In: Psychological Research. Heidelberg-Berlin 49(1987)2/3. S. 99–106. – Hans-Georg Geissler: New magic numbers in mental activity? On a taxonomic system for critical time periods. In: Cognition, Information Processing and Psychophysics. Hrsg. von Hans-Georg Geissler, Stephen W. Link und James T. Townsend. Hillsdale 1992. S. 293–322. – Hans-Georg Geissler/Frank-Uwe Schebera/Raul Kompass: Ultra-precise Quantal Timing: Evidence from Simultaneity Thresholds in Long-Range Apparent Movement. In: Perception & Psychophysics. Austin, Tex. 1999.

21 Siehe z. B. Hans-Georg Geissler: Zeitverarbeitung – Verarbeitungszeit: Temporale Invarianten und oszillatorische Mechanismen in Wahrnehmung und Gedächtnis. In: Zeitschrift für Psychologie Göttingen (2000)208. S. 152ff.

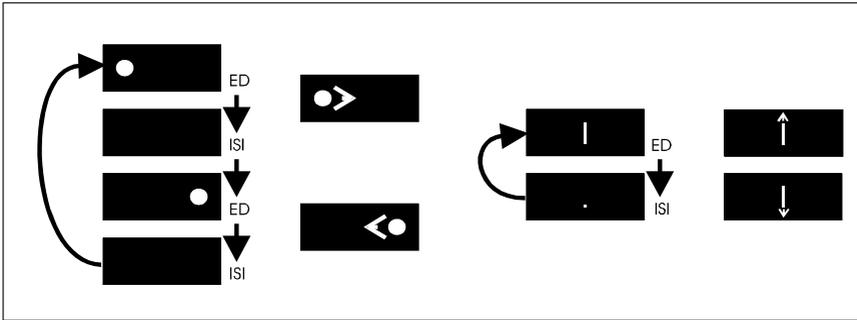


Abbildung 5: Schematische Darstellung der Erzeugung und Erscheinungsweise von (links) Beta- und (rechts) Gamma-Scheinbewegungen

Grenze der Wahrnehmbarkeit gearbeitet wurde und Daten nur von einem Probanden erhoben wurden. Um allgemeingültige Regeln aufzustellen, ist es aber erforderlich, die Gültigkeit von empirischen Gesetzmäßigkeiten auch weit oberhalb sensorischer Wahrnehmungsschwellen und für größere Gruppen von Probanden zu zeigen. Diese Anforderungen konnten im eigenen Labor in Experimenten mit Scheinbewegungen erfüllt werden. Abbildung 5 zeigt schematisch die dargebotenen Reizfolgen und die zugehörigen gesehenen Bewegungen. Ganz links ist in der Senkrechten die zeitliche Reizfolge zur Erzeugung von sog. Beta-Scheinbewegungen skizziert. Für eine Expositionsdauer ED wurde ein heller Kreis auf dunklem Grund dargeboten. Nach Darbietung eines leeren Feldes für eine Dauer ISI (Inter-Stimulus-Intervall) wurde für eine Zeit ED, räumlich versetzt, erneut ein Kreis und danach für eine Zeit ISI das leere Feld präsentiert. Danach wiederholte sich der Zyklus. Bei geeigneter Proportionierung der Zeiten wird ein Kreis in einer waagrecht pendelnden Bewegung gesehen, die von einer realen Bewegung nicht zu unterscheiden ist. Auf der rechten Seite ist die entsprechende Reizanordnung zur Erzeugung sog. Gamma-Scheinbewegungen mit dem subjektiven Erscheinungsbild periodischen Wachsens und Schrumpfens einer Linie wiedergegeben.

In einigem Detail kann hier nur auf das Experiment zu sog. Beta-Scheinbewegungen<sup>22</sup> eingegangen werden. Abbildung 6 zeigt eine grobe

22 Siehe Hans-Georg Geissler/Frank-Uwe Schebera/Raul Kompass: Ultra-precise Quantal Timing: Evidence from Simultaneity Thresholds in Long-Range Apparent Movement. In: Perception & Psychophysics. Austin, Tex. 1999.

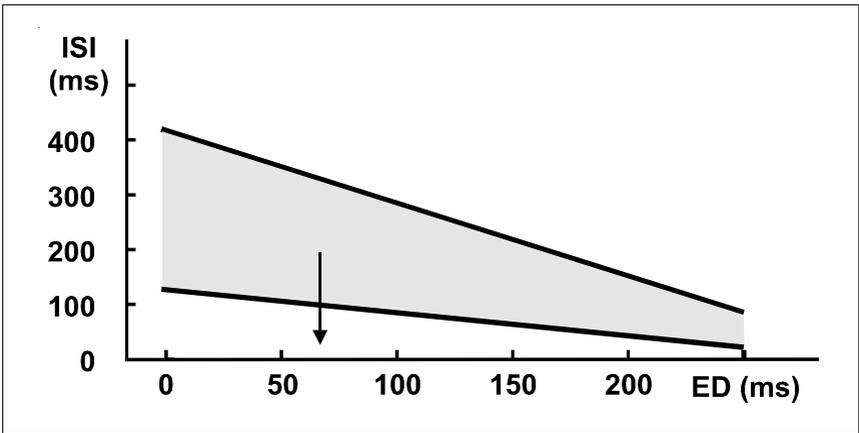


Abbildung 6: Schematisches Phasendiagramm von Beta-Scheinbewegungen in der ISI-ED-Ebene. Die schattierte Fläche kennzeichnet die Region stabiler Bewegungswahrnehmung. Oberhalb dieses Bereichs werden zwei Kreise in periodischer Folge wahrgenommen, unterhalb erscheinen zwei flackernde Kreise (Simultaneität).

Skizze der (mittleren) Abhängigkeit gesehener Bewegung von den Zeitparametern ED und ISI. In den Einzelproben des Versuchs wurde, unter Konstanzhaltung des jeweils gewählten ED-Werts, das ISI absteigend (Pfeilrichtung in der Abbildung) variiert<sup>23</sup> bis die Versuchsperson das plötzliche Verschwinden der wahrgenommenen Bewegung signalisierte. Der zugehörige ISI-Wert wurde als »kritisches« ISI (cISI = »Messung« der sog. Simultaneitätsschwelle) registriert. Reizdarbietung und cISI-Messung erfolgten millisekundengenau. Die gefundenen Verteilungen der cISIs als Funktion von ED wiesen zwischen den 46 Probanden des Experiments sehr starke interindividuelle Unterschiede auf. Die Gesamtverteilung zeigte trotzdem – teilweise über mehrere ED-Werte hinweg – deutliche Modalwerte und eine »körnige« Feinstruktur.

23 Außerdem wurde zwischen Einzelserien des Experiments der Winkelabstand zwischen den Kreisen variiert. Diese für die Beweiskraft des Versuchs extrem wichtige Variation wird hier nicht betrachtet. Siehe dazu ebenda.

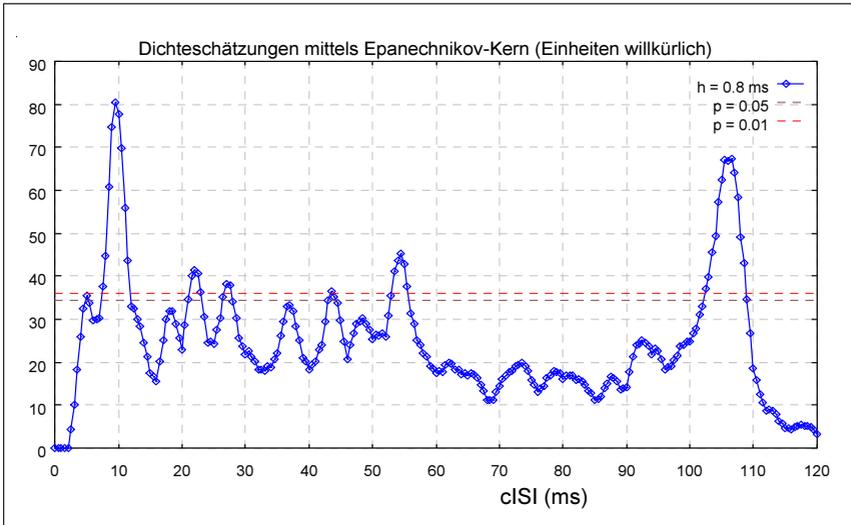


Abbildung 7: Geglättete ISI-Gesamtverteilung für 46 Probanden und durch Simulation bestimmte Signifikanzgrenzen für Modalwerte

Die Bestimmung der Modalwerte erfolgte nach verschiedenen Verfahren anhand der über ED kumulierten cISI-Gesamtverteilung. Abbildung 7 zeigt die (geglättete) Verteilung zusammen mit durch Simulation bestimmten statistischen Signifikanzniveaus für Modalwerte. Vier signifikante Maxima der Verteilung liegen entsprechend Abbildung 2 sehr deutlich in der Nähe von erwarteten Hauptwerten bei Mehrfachen  $N = 1, 3, 6$  und  $12$  von  $9$  ms bzw.  $2, 6, 12$  und  $24$  von  $4,5$  ms.<sup>24</sup> Die Modalwerte bei ca.  $22$  und  $44$  ms sind dagegen nur als Mehrfache ( $5, 10$ ) von  $4,5$  ms zu verstehen. Gleiches gilt für die signifikanten Maxima bei  $5$  ms und  $9$  ms zusammen mit den nahe der Signifikanzgrenze liegenden Modalwerten bei  $18$  und  $37$  ms entsprechend der Progression  $1, 2, 4$  und  $8$  von Mehrfachen von  $4,5$  ms.

24 Eine, besonders beim höchsten Wert, deutliche Tendenz zu leichten Abweichungen von den Idealwerten nach unten ist Ausdruck eines mit der Geschwindigkeit absteigender Adjustierung zunehmenden Einstellungsfehlers.

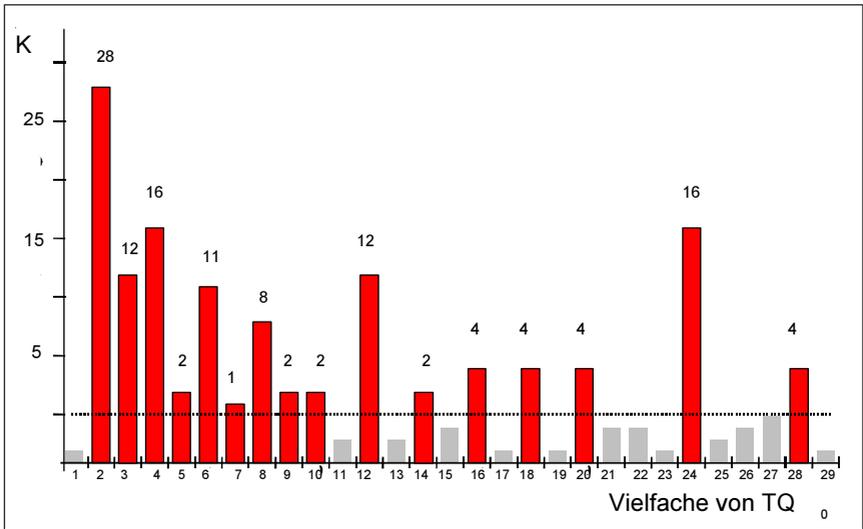


Abbildung 8: Theoretische Häufigkeiten berechnet für eine Maximalwert  $M < 30$  unter der Voraussetzung, daß alle möglichen Oszillations-Hierarchien gleich häufig realisiert werden

Der Versuchsausgang belegt erstens, daß für Grenzen zwischen zwei alternativen Wahrnehmungsweisen von Reizsequenzen die gleichen Gesetzmäßigkeiten gelten wie sie im schwelennahen Bereich gefunden wurden. Zweitens sind diese Gesetzmäßigkeiten, trotz stark unterschiedlicher Häufigkeitsprofile der einzelnen Probanden, überindividuell. Diese Aussage läßt sich sogar noch verschärfen und besagt dann etwas bisher Unbekanntes: In der übergroßen Mehrheit der Fälle müssen die ausgezeichneten cISI-Werte auf  $\pm 1$  ms übereinstimmen, also ultragenauen Zyklen entsprechen, andernfalls könnten keine so schmalen Peaks in der Verteilung zustande kommen. Damit ist die oben unter Bezug auf chronometrische Daten erörterte Frage entschieden. Für die festgestellten quantenhaften Zeitstrukturen unterstützt das Ergebnis die Annahme einer universellen biologischen Grundlage, wie das für einen der Werte durch Brecher schon gezeigt worden war.

Die Betrachtung der Daten legt ferner nahe, daß alle Werte – im Sinne der Bereichshypothese – einem Bereich mit Untergrenze bei 4,5 ms und hypothetischer Obergrenze bei 137 ms angehören, wenn die Maximalaus-

dehnung empirisch auch nicht ausgeschöpft wird. (Gestützt wird diese Bereichs-Interpretation durch die Daten zu Gamma-Bewegungen, die bei verdoppelter Ausdehnung einen größten gemeinsamen Teiler von 9 ms aufweisen).

In Abbildung 8 ist zum Vergleich mit dem experimentellen Ergebnis ein theoretisches Häufigkeitshistogramm dargestellt, das sich aus der Hierarchisierungshypothese unter der Annahme ergibt, daß über alle Probanden sämtliche mögliche Hierarchien von Oszillationen mit gleicher Wahrscheinlichkeit realisiert werden. Hierbei wurde der Maximalwert der Vielfachen semiempirisch bei  $N = 29$  festgesetzt. Zieht man die Grobheit der Annahmen in Betracht, besteht eine erstaunliche Übereinstimmung mit der empirischen Verteilung.

Als letztlich nur empirisch zu beantwortende Frage muß das Problem der physiologischen Realität von Oszillationshierarchien hier offen bleiben. Als vorläufiger Hinweis ist jedoch eine verblüffende Übereinstimmung von Interesse, die direkt aus der maximalen Bereichsausdehnung folgt: Danach müssen alle kürzeren ausgezeichneten Perioden sich als ganzzahlige Teiler aus längsten Perioden der Dauer  $N \cdot Q_0$  mit  $16 \leq N \leq 30$  ergeben. Das ergibt für  $Q_0 = 4,57$  ms in Frequenzen  $f$  umgerechnet die Bandbreite  $7,3 \text{ Hz} \leq f \leq 13,7 \text{ Hz}$ , was der empirischen Definition des EEG-Alpha-bandens entspricht. Aufgrund dieser aus rein psychologischen Daten folgenden Voraussage wurde von Geissler die Annahme diskutiert, daß der Alphaaktivität des Gehirns bei der Generierung von Oszillationen anderer Frequenzen eine Steuerungsfunktion zukommt.<sup>25</sup>

Ein weiterer durch das Experiment gegenüber dem bisher Bekannten erzielter Fortschritt besteht in der direkten Nachprüfbarkeit der Annahme, daß eine Periode der Dauer von ca. 4,5 ms die Rolle einer kürzesten »Schrittweite« zukommt. Die Prüfung ist möglich, da in der cISI-Verteilung neben prominenten Werten auch alle übrigen Werte mit einer gewissen Häufigkeit vertreten sind. Es sollte daher erwartet werden, daß bei Abwei-

---

25 Hans-Georg Geissler: Is there a Way from Behavior to Nonlinear Brain Dynamics? On Quantal Periods in Cognition and the Place of Alpha in Brain Resonances. In: *International Journal of Psychophysiology*. Amsterdam 26(1997). S. 381–393. – Siehe auch Hans-Georg Geissler: Zeitcodekonstanten – ein Bindeglied zwischen Psychologie und Physiologie bei der Erforschung kognitiver Prozesse? Hypothesen und Überlegungen zu Quantenstrukturen in der Alpha-Aktivität des Gehirns. In: *Zeitschrift für Psychologie*. Göttingen (1991)199 (2). S. 121–143.

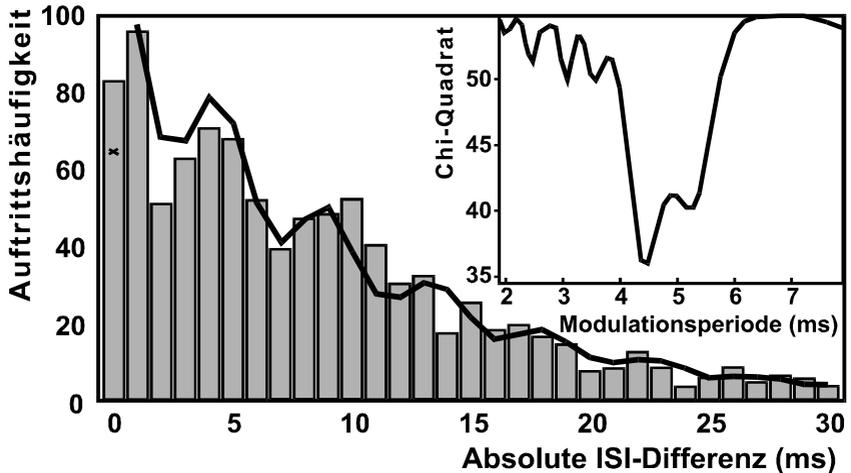


Abbildung 9: ISI-Differenzenverteilung für benachbarte ED-Werte und Anpassungen für unterschiedliche angenommene Modulationsperioden (nach Kompass). Die Bestanpassung wird bei einer Periodendauer von 4,5 ms erzielt.

chungen von ausgezeichneten Werten wiederum Mehrfache von  $Q_0$  bevorzugt sind. Das konnte tatsächlich durch Analyse der Verteilung der zwischen Erst- und Zweitmessungen unter sonst gleichen Bedingungen gezeigt werden.<sup>26</sup> Noch deutlicher ist das sichtbar, wenn man stattdessen die Verteilungen benachbarter (großer) ED-Werte zugrunde legt. Abbildung 9 zeigt das Ergebnis nach Kompass.<sup>27</sup> Die erkennbare »Körnung« der Verteilung schlägt sich in der Differenzenverteilung als überlagerte Wellenform nieder. Bestanpassung wird für eine Modulationsperiode von 4,5 ms erhalten, was die Annahme bestätigt.

- 
- 26 Siehe Hans-Georg Geissler/Frank-Uwe Schebera/Raul Kompass: Ultra-precise Quantal Timing: Evidence from Simultaneity Thresholds in Long-Range Apparent Movement. In: Perception & Psychophysics. Austin, Tex. 1999.
- 27 Siehe Raul Kompass: Universal Temporal Structures in Human Information Processing: A neural principle and psychophysical evidence. In: Psychophysics beyond Sensation. Hrsg. von Christian Kaernbach, Hermann Müller und Erich Schröger. Hillsdale 2002 (im Druck).

*Die Funktion universeller Zeitstandards: Ansatzpunkt für eine Theorie*

Wenn man nach den vorliegenden Befunden die Existenz invarianter zeitlicher Strukturen in kognitiven Leistungen unter sehr verschiedenen Anforderungsbedingungen als erwiesen ansehen kann, so ist damit doch die Frage nach deren Bedeutung noch keineswegs befriedigend beantwortet. Welche Funktion erfüllen die Mechanismen, aus deren Tätigkeit sie sich ergeben? Wieweit reicht ihre Wirksamkeit? Warum zeigen sich die charakteristischen quantenhaften Eigenschaften ihrer Tätigkeit nur unter bestimmten Bedingungen, während in der Mehrheit der Fälle keine direkt beobachtbaren Diskretheiten in Erscheinung treten?

Die vorgestellten Ergebnisse stellen nur eine *notwendige* Ausgangsbasis zur Beantwortung dieser Fragen dar. Um die Antworten zu finden, müssen sie im Lichte der allgemeinen Frage betrachtet werden, wie ein stabiles und adäquates subjektives Abbild (Modell) der Realität durch kognitiv-perzeptive Mechanismen gesichert wird. Der Grundgedanke hierfür verallgemeinert ein zuerst 1962 von Donald M. MacKay<sup>28</sup> vorgeschlagenes Prinzip, das die permanente Fortschreibung des inneren Modells der umgebenden Realität auf der Grundlage eines Vergleichs mit den verfügbaren Eingangsdaten und den sich dabei ergebenden Diskrepanzsignalen annimmt.<sup>29</sup> Im Rahmen dieses Ansatzes ergeben sich zwei grundsätzliche Ursachen für Diskrepanzen: die Realität und entsprechend die Eingangsdaten können sich ändern, oder die Änderung liegt auf der Seite der Repräsentation im Modell, wo Information infolge sog. inneren Rauschens allmählich mehr und mehr verfälscht werden oder durch Zerfallsprozesse verloren gehen kann.

Aus der Wahrnehmungs- und Gedächtnispsychologie ist bekannt, daß die Bewahrung metrischer Information über Objekte unter Bezug auf innere Standards erfolgt, in deren Nähe die Genauigkeit der Repräsentation und entsprechend auch die Unterscheidungsfähigkeit am höchsten ist. Bei der subjektiven Darstellung und dem Behalten von strukturierten Sachverhalten

---

28 Donald M. MacKay: Psychophysics of perceived intensity: A theoretical basis for Fechner's and Steven's law. In: Science. Washington D.C. (1963)139. S. 1213–1216.

29 Hans-Georg Geissler: The Inferential Basis of Classification: From Perceptual to Memory Code Systems. Part 1: Theory. In: Modern Issues in Perception. Hrsg. von Hans-Georg Geissler u. a. Amsterdam 1983. S. 87–105.

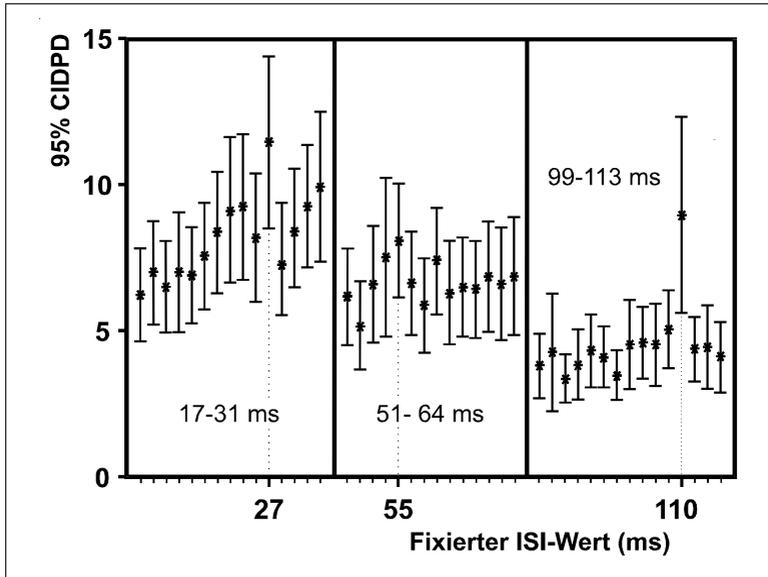


Abbildung 10: Dominanzzeiten der Wahrnehmung von Bewegungen bei fixierten ISI in Umgebungen der ausgezeichneten ISI-Werte 27, 55 und 110 ms

übernehmen sog. Prägnanzzustände oder singuläre Zustände<sup>30</sup> die Rolle solcher inneren Standards. Die Übertragung auf die zeitliche Dimension besteht nun in der Behauptung, daß die gefundenen ausgezeichneten Zeitwerte und Beziehungsstrukturen zwischen ihnen die Funktion von inneren Standards bzw. singulären Zustände ausüben. Im Unterschied zu anderen Dimensionen scheint dabei der Zwang zu genauer zeitlicher Abstimmung einer Vielfalt von Prozessen unterschiedlicher Dauer im Gehirn zu einer phylogenetischen Festlegung von Grundstandards geführt zu haben.

Angewandt auf das Beispiel der Scheinbewegungen ermöglicht das folgende Deutung: Umschläge zwischen wahrgenommener Bewegung und Simultaneität sind Ergebnisse der Revision von Wahrnehmungen im Moment des Updatings. Wegen der steil ansteigenden Empfindlichkeit in der Umgebung von ausgezeichneten Zeitwerten ist bei ISI-Veränderungen ein Wahrnehmungsumschlag – wie es den Beobachtungen entspricht – mit höchster

30 Erich Goldmeier: The Memory Trace. Hilldale, N.Y. 1982.

Wahrscheinlichkeit in der Nähe dieser Werte zu erwarten. Wird das ISI aber bei einem bevorzugten Wert fixiert, sollte der gegebene Anfangszustand »gesehene Bewegung« dagegen gerade besonders lange bestehen bleiben. Das ist tatsächlich, was bei Fixierung des ISI in der Nachbarschaft der hochgradig ausgezeichneten Werte 27, 55 und 110 ms beobachtet wurde. Abbildung 10 zeigt das Ergebnis eines entsprechenden Versuchs mit 16 Probanden. Man beachte hierbei, daß es sich um Zeiten der Größenordnung von 10 Sekunden handelt, im Unterschied zum obigen Adjustierungsversuch, in dem bei den gleichen Werten der Umschlag besonders schnell, innerhalb von Sekundenbruchteilen, erfolgte.

In Verbindung mit dem Erklärungsansatz rechtfertigt das Ergebnis somit die Annahme, daß zeitliche Quantelungseffekte Ausdruck des Wirkens allgemeiner Mechanismen kognitiver Informationsverarbeitung sind und ihnen von daher eine grundlegende Bedeutung für die Theoriebildung zukommt. Der Ansatz legt auch eine vorläufige Antwort auf die zweite der obigen Fragen nahe, warum in vielen Experimenten unter verwandten Bedingungen üblicherweise keine solchen Effekte beobachtet werden: In der übergroßen Mehrheit der Fälle besteht weder hinsichtlich der Auswahl von Zeiten, noch bezüglich Richtung und Geschwindigkeit der Reizveränderungen eine systematische Beziehung zu ausgezeichneten Zeitwerten, was zwangsläufig zur Folge hat, daß sich im Versuchsergebnis auch keine intuitiv zugängliche Beziehung zu diesen zeigen kann. Freilich: Diese Antwort bietet noch keine konstruktive Lösung des Problems: Im einzelnen zu zeigen, daß und wie die gleichen Mechanismen auch unter solchen natürlich-chaotischen Bedingungen das beobachtbare Verhalten determinieren, ist eine von vielen Aufgaben zukünftiger Forschung.

### *Eine Überlegung zur globalen Zeitkognition*

Phänomene der subjektiven Zeit, wie sie aus Alltagserfahrungen resultieren, haben durch ihre Vielfalt in Abhängigkeit von Bedingungen wie Ereignisdichte, Betrachtungsrichtung, Intention und Zustand des Beobachters von jeher Interesse erregt. Wir kommen hier deshalb nicht umhin, die Frage nach möglichen Implikationen des hier Dargestellten für die sich in physikalischen Maßen auf Stunden, Tage und Jahre beziehende globale Zeiterfahrung zumindest anzuschneiden – auch wenn die Antwort eher ernüchternd ausfällt. Eines wurde oben bereits festgestellt: Was die primäre Information betrifft, die den Zugang zu zeitlichen Beziehungen erst eröff-

net, so ist nach den berichteten Erkenntnissen keine Sonderstellung dieses Bereichs unserer subjektiven Erfahrung erkennbar. Die offensichtliche Vielfalt der Phänomene scheint vielmehr aus der Tatsache herleitbar, daß sich unsere Kognition nicht auf dem Hintergrund einer kontinuierlich ablaufenden subjektiven Zeit abspielt. Vielmehr gehen zeitliche Attribute als Aspekte in diskret-hierarchisch organisierten Repräsentationen der Realität in Wahrnehmung und Gedächtnis ein, von wo sie von Fall zu Fall entnommen und zu globalen »Eindrücken« zusammengefügt werden müssen. Integrationsvorgänge dieser Art sind aber nicht unabhängig vom Kontext, der situative, intentionale und emotionale Bedingungen umfaßt. Es ist daher kein Widerspruch, in Verallgemeinerung des Dargestellten anzunehmen, daß unser Verhalten durch Zeitzyklen determiniert wird, die im Millisekundenbereich ebenso wie im Maßstab von Jahren eine hohe relative Präzision aufweisen, und gleichzeitig anzuerkennen, daß unsere Zeiteindrücke u. U. grob von den physikalisch objektivierbaren Maßen abweichen können. So vermittelt es ja auch die Alltagserfahrung: Wir mögen an einem Tage mehrfach in der Lage sein, auf Minuten genau zu sagen, wie spät es ist, und uns am Abend dennoch zweifelnd fragen, ob ein Ereignis am Vormittag des Tages oder ob es nicht doch gestern stattgefunden habe.

*Ergänzende Literatur:*

- 1 Jürgen Bredenkamp: Die Verknüpfung verschiedener Invarianzhypothesen im Bereich der Gedächtnispsychologie. In: Zeitschrift für Experimentelle und Angewandte Psychologie. Göttingen XI(1993)3. 368–385.
- 2 Hans-Georg Geissler: Foundations of quantized processing. In: Psychophysical Explorations of Mental Structures. Hrsg. von Hans-Georg Geissler. Toronto 1990. S. 193–210.
- 3 Hans-Georg Geissler: Sources of seeming redundancy in temporally quantized information processing. In: Cognition, information processing, and motivation. Proceedings of the XXIII International Congress of Psychology of the I. U. Psy. S. Hrsg. von G. d'Ydewalle. Vol. 3. Amsterdam 1985. S. 199–228.
- 4 Hans-Georg Geissler/Raul Kompass/Thomas Lachmann: Ultra-precise pacemaker mechanisms. On converging evidence from movement perception and reaction time paradigms. In: Proceedings of the 14th Annual Meeting of the International Society of Psychophysics. Quebec City 1998. S. 178–183.
- 5 Hans-Georg Geissler/Raul Kompass: Psychophysical time units and the band structure of brain oscillations. In: 15th Annual Meeting of the International Society for Psychophysics. Tempe, Arizona 1999. S. 7–12.
- 6 Alfred B. Kristofferson: Successiveness discrimination as a two-state, quantal process. Science. Washington D.C. (1967)158. S. 1337–1339.

- 7 Arthur Lebedev: Cyclic Neural Codes of Human Memory and Some Quantitative Regularities in Experimental Psychology. In: Psychophysical Explorations of Mental Structures. Hrsg. von Hans-Georg Geissler. Toronto 1990. S. 303–310.
- 8 Ernst Pöppel: Oscillations as a possible basis for time perception. In: Studium Generale. Heidelberg (1971)24. S. 85–107.
- 9 Ernst Pöppel: A hierarchical model of temporal perception. Keynote Address. In: Proceedings of the 13th Annual Meeting of the International Society of Psychophysics. Poznan 1997. S. 15–22.
- 10 Martina Puffe: Quantized speed-capacity relations in short-term memory. In: Psychophysical Exploration of Mental Structures. Hrsg. von Hans-Georg Geissler. Toronto 1990. S. 290–302.
- 11 Vigandas Vanagas: Quantal timing as a consequence of the anticipatory activity of the nervous system. In: Fechner Day 2001. Proceedings of the 17th Annual ISP Meeting. Hrsg. von Erdmute Sommerfeld, Raul Kompass und Thomas Lachmann. Lengerich 2001. S. 647–652.

## Zu den Autoren dieses Heftes

*Herbert Hörz*, Prof. Dr. phil. habil. Dr. h.c., Jahrgang 1933. Studierte 1952–1956 Philosophie und Physik in Jena und Berlin. 1960 Promotion, 1962 Habilitation an der Humboldt-Universität Berlin. 1963 dort Dozent und 1965 Professor für philosophische Probleme der Naturwissenschaften. 1964/65 Studienaufenthalt an der Lomonossow-Universität Moskau. 1967/68 Dekan der Philosophischen Fakultät der Humboldt-Universität, 1968 o. Professor, Direktor der Philosophiesektion der Humboldt-Universität. 1972 Gastprofessur an der Lomonossow-Universität Moskau. 1973 Bereichsleiter Wissenschaftsphilosophie am Institut für Philosophie der Akademie der Wissenschaften. Von 1989 bis 1992 Vizepräsident der Akademie der Wissenschaften. Von 1992 bis 1995 wissenschaftlicher Mitarbeiter für die Helmholtz-Editionen. 1996 Gastprofessor in Graz. Seit 1998 Präsident der Leibniz-Sozietät e. V. Wichtigste Publikationen: *Der dialektische Determinismus in Natur und Gesellschaft* (Berlin 1962), *Werner Heisenberg und die Philosophie* (Berlin 1966), *Marxistische Philosophie und Naturwissenschaften* (Berlin, Köln 1974, Moskau 1982), *Zufall* (Berlin 1980), *Wissenschaft als Prozeß* (Berlin 1988), *Philosophie der Zeit* (Berlin 1990), *Selbstorganisation sozialer Systeme* (Münster 1994), *Physiologie und Kultur in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts* (Marburg 1994), *Brückenschlag zwischen zwei Kulturen* (Marburg 1997), *Naturphilosophie als Heuristik?* (Marburg 2000).

*Heinz Kautzleben*, Prof. Dr. nat. habil., Jahrgang 1934. Studierte 1952–1957 Geophysik an der Universität Leipzig. Promotion zum Dr. rer. nat. 1962. Habilitation 1966. Ernennung zum Professor für Geophysik 1969 durch die Deutsche Akademie der Wissenschaften zu Berlin (die spätere AdW der DDR). Wahl zum Akademiemitglied 1979. In Instituten dieser Akademie 1957–1991 forschend und forschungsleitend tätig auf dem Gebiet der Geo- und Kosmoswissenschaften, insbesondere zur Geophysik, Geodäsie und Geodynamik. Ab 1968 Institutsdirektor, ab 1983 zusätzlich Leiter des Forschungsbereiches. Weiterführung der Studien zur Geschichte und Methodologie der Geophysik ab 1992 in der Leibniz-Sozietät e. V.

*Wolfgang Böhme*, Prof. Dr. nat. habil., Jahrgang 1926. Studierte 1948–53 an der Humboldt-Universität zu Berlin Meteorologie und Geophysik. Anschließend bis 1958 Aspirant und Promotion bei Prof. Dr. Hans Ertel. Habilitation 1970 mit einer Studie zur quasizweijährigen Schwankung der Zirkulation der Erdatmosphäre. Von 1958–90 tätig im Meteorologischen Dienst der DDR, zunächst als wiss. Mitarbeiter, ab 1962 als Leiter der Abteilung Forschung und ab 1967 als Direktor des Dienstes. Ab 1977 korrespondierendes, ab 1980 ordentliches Mitglied der Akademie der Wissenschaften der DDR und Vorsitzender ihrer Klasse Geo- und Kosmoswissenschaften. International tätig u. a. von 1974–78 als Mitglied des Büros für Raumforschung (COSPAR) und von 1979–90 als Leiter einer Arbeitsgruppe Klimaforschung der Kommission für Atmosphärische Wissenschaften der Meteorologischen Weltorganisation (WMO). Aktive Teilnahme an den beiden Weltklimakonferenzen 1979 und 1992, an der zweiten als Leiter einer ihrer Arbeitsgruppen. Schwerpunkte der Forschungstätigkeit: Probleme der Wetter- und Witterungsvorhersage, Verhalten des Klimasystems, die Atmosphäre als komplexes dynamisches System. Mitglied der Leibniz-Sozietät e. V.

*Frank Richter*, Prof. Dr. phil. habil., Jahrgang 1938. Studierte 1956–1961 Metallkunde an der Bergakademie Freiberg. Aspirantur und Promotion bei Hermann Ley und Herbert Hörz am Lehrstuhl für philosophische Probleme der modernen Naturwissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin. Ab 1964 Tätigkeit im marxistisch-leninistischen Grundlagenstudium an der Bergakademie Freiberg sowie in staatlichen und gewerkschaftlichen Funktionen an der Hochschule. Habilitation 1969. Berufung zum o. Professor 1976. Wissenschaftliche Arbeiten zur Philosophie, Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsgeschichte, u. a. Philosophie in der Krise (Berlin 1991). Aufbau des Studium generale an der Bergakademie 1990–1992, dann bis 1997 Tätigkeit auf soziologischem Gebiet.

*Thomas Kuczynski*, Prof. Dr. sc. oec., Jahrgang 1944. Studierte 1963–68 Statistik an der Hochschule für Ökonomie Berlin-Karlshorst. Anschließend ebenda bis 1972 Assistent im Bereich Wirtschaftsgeschichte und Promotion bei Prof. Dr. Hans Mottek. Von 1972 bis 1991 am Institut für Wirtschaftsgeschichte der Akademie der Wissenschaften der DDR, ab 1974 Leiter der Forschungsgruppe Mathematische Methoden, 1978 Promotion B, 1987 Professur, ab 1988 Direktor des Instituts. Seit 1992 verschiedene, zumeist freiberufliche Tätigkeiten in Forschung, Edition, Archivwesen, Publizistik und Journalistik, insbes. Veröffentlichungen zur Marx-Engels-Forschung und zu aktuellen Problemen der Politik und Ökonomie.

*Lothar Sprung*, Prof. Dr. rer. nat. habil., Jahrgang 1934. Bau- und Möbeltischler. Studierte von 1957 bis 1962 in Berlin und Jena Biologie, Chemie und Psychologie. 1962 Diplom, 1970 Promotion, 1980 Habilitation an der Humboldt-Universität zu Berlin. Tätigkeit an der Humboldt-Universität zu Berlin. Studienaufenthalte, Gastdozenturen und Gastprofessuren in Warschau, Moskau, Paris, Akron (Ohio/USA) und Fribourg (Schweiz). Mitautor des Buches *Grundlagen der Methodologie und Methodik der Psychologie. Eine Einführung in die Forschungs- und Diagnosemethodik für empirisch arbeitende Humanwissenschaftler* (Berlin 1984, <sup>2</sup>1987 – mit Helga Sprung) sowie des zweibändigen Werkes *Psychodiagnostik. Ein Lehr- und Arbeitsbuch für Psychologen sowie empirisch arbeitende Humanwissenschaftler* (Berlin 1990 bzw. 1991 – mit Jürgen Guthke und Hans R. Böttcher). Herausgeber von *Advances in Historiography of Psychology* (Berlin 1983 – mit Georg Eckhardt), *Contributions to a History of Developmental Psychology* (Berlin 1985 – mit Georg Eckhardt und Wolfgang Bringmann) sowie *Zur Geschichte der Psychologie in Berlin* (Frankfurt am Main 1992, <sup>2</sup>2003 – mit Wolfgang Schönplflug). Arbeitsgebiete: Methodenlehre, Psychodiagnostik, Allgemeine Psychologie, Klinische Psychologie, Theoretische Psychologie, Evolutionspsychologie. Seit 2000 Mitglied der Leibniz-Sozietät e. V.

*Hardwin Jungclaussen*, Dr.-Ing. habil., Jahrgang 1923. Studierte 1953–1958 Physik an der Universität Rostov am Don und an der Lomonossow-Universität Moskau. 1958–1968 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Zentralinstitut für Kernforschung Rossendorf bei Dresden und im Vereinigten Institut für Kernforschung Dubna bei Moskau. 1969–1988 Dozent für Informatik an der TU Dresden.

*Hans-Georg Geißler*, Prof. Dr. sc. nat., Jahrgang 1935. Studierte 1953–1955 Germanistik und 1955–1960 Physik an der Universität Leipzig. 1961/62 Assistent am Institut für Psychologie der Friedrich-Schiller-Universität Jena, 1962–1982 Assistent, Oberassistent und Hochschuldozent am Institut für Psychologie bzw. an der Sektion Psychologie der

Humboldt-Universität zu Berlin. 1970 Promotion A zum Thema perzeptive Raumorientierung, 1974/75 Zusatzstudium in Moskau, 1975 Promotion B zu systemanalytischen Prinzipien in der Psychologie. 1982 Berufung nach Leipzig zum o. Prof. für Allgemeine Psychologie. Herbst 1984 Vortragsreise nach den USA und Kanada. 1982–87 Berater des niederländischen Projekts »Strukturelle Informationstheorie« zusammen mit Nobelpreisträger Herbert Simon. 1992–1996 Fachgutachter der DFG für Allgemeine Psychologie, Psychologische Methodik, Physiologische Psychologie und Geschichte der Psychologie. 1993–1997 Institutsdirektor. Mitbegründer des Zentrums für Kognitionsforschung am Zentrum für Höhere Studien der Universität Leipzig. Herausgabe von 5 internationalen Sammelbänden zu Themen der Perzeptionsforschung und Psychophysik. Mitarbeit in Editorial Boards internationaler Zeitschriften. Oktober 2000 Eintritt in den Ruhestand. Hauptarbeitsgebiete: Grundlagen der Wahrnehmungstheorie, speziell Modellierung der zeitlichen Dynamik von Wahrnehmungsvorgängen, Analyse komplexer Erkennungsprozesse, experimentelle und theoretische Analyse zeitlich-quantenhafter Strukturen in Perception und Kognition. Mitglied der Leibniz-Sozietät.



