

Jenseits der linearen Zeit

von

Ludwig Pohlmann (Berlin) und Uwe Niedersen (Halle/S.)

Inhalt

	Seite
1. Einleitung.....	2
2. Verschiedene Zugänge zur Kritik der linearen Zeit.....	4
3. Das Zeitempfinden als biologische Notwendigkeit.....	5
4. Grenzen des Reduktionismus.....	12
5. Zeit und Selbstorganisation.....	16
6. Schlußbemerkungen.....	21

Erscheint in:

Selbstorganisation. Jahrbuch für Komplexität in den Natur-, Sozial- und Geisteswissenschaften, Band II: Der Mensch in Ordnung und Chaos (Hrsg. U. Niedersen und L. Pohlmann), Duncker & Humblot, Berlin 1991.

1. Einleitung

Das Problem der Zeit ist sicher genauso alt, wie der sich seiner selbst bewußt gewordene Mensch.¹ Seit dem wissen wir, daß es etwas gibt, was mit dem Begriff "Zeit" bezeichnet wird, sei es dabei objektiv gegeben (unabhängig von unserem Bewußtsein und Handeln) oder nur ein kollektiver Ausdruck unserer Wechselwirkungen mit der Umwelt. Bis heute konnte aber niemand befriedigend erklären, was denn die Zeit eigentlich ist. Auch wir werden da keine Ausnahme sein - uns geht es nur darum, einige der alten Fragen erneut zu stellen, nachdem sie durch die wissenschaftlichen und philosophischen Erkenntnisse der letzten Jahrzehnte neue Bedeutungsaspekte gewonnen haben.

Was heißt nun aber "lineare Zeit", wenn wir nicht einmal genau sagen können, was "Zeit" überhaupt ist? Wir meinen damit jene Vorstellungen von der Zeit, die seit dem Beginn der naturwissenschaftlichen Epoche, seit der Formulierung der Newtonschen Mechanik und der Fortschrittsidee der Aufklärung, begonnen haben, erst in Europa, dann aber in der ganzen industrialisierten Welt die anderen Zeit-Vorstellungen zu dominieren. Von Newton und seinen Nachfolgern wurde dabei die Anschauung übernommen, daß die Zeit eindeutig sei, daß sie unabhängig vom Inhalt des Universums gleichmäßig ablaufe und daß sie, da jede höhere Bewegung auf eine Summe mechanischer Bewegungen reduzierbar sei, das gesamte Geschehen in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft determiniere.² Von der Fortschrittsidee und dem Glauben

1 L.Pohlmann, Zeit als Veränderung, 1. Herbsttreffen "Zeit und Veränderung" des Kunstvereins Schloß Röderhof, 28.-30. September 1990, erscheint im Protokollband.

2 Newton schreibt in den "Philosophiae naturalis principia mathematica": "Die absolute, wahre und mathematische Zeit verfließt in sich und gemäß ihrer Natur und ohne Bezug auf jedwede äußere Erscheinung gleichmäßig, und mit einem anderen Namen wird sie als Dauer bezeichnet: Die relative, in Erscheinung tretende und gewöhnliche ist ein wahrnehmbares und nur äußerliches Maß der Dauer

an die unbegrenzten Möglichkeiten einer vom Menschen geschaffenen Technik, von der Vorstellung einer sich rational entwickelnden Welt, wie sie mit der Aufklärung verbunden waren, wurde die Idee der zeitlichen Gerichtetheit, des Fortschreitens vom Natürlichen zum Künstlichen, vom Einfachen zum Komplexen, vom Schlechten zum Guten, also die Idee der Höherentwicklung, übernommen. Paradoxerweise - aber so entstehen gerade die Vorstellungen, die uns dann als evident erscheinen - widersprechen sich die Zeitvorstellungen Newtons und der Aufklärung, denn in Newtons Mechanik kann man beim besten Willen keine Gerichtetheit, Asymmetrie der Zeit feststellen, und der Begriff der Höherentwicklung kann der einer streng determinierten Welt Laplaces nur eine *scheinbare* Tendenz verkörpern. Außerdem steht auch der für die Aufklärung so wichtige Begriff des freien Willens und des sittlichen Handelns im Widerspruch zum totalen Laplaceschen Determinismus.

Nachdem sich die Naturwissenschaft in diesem Jahrhundert mehrfach grundlegend gewandelt hat (Relativitätstheorie, Quantenmechanik, Irreversible Thermodynamik), und zu den alten Widersprüchen neue hinzugekommen sind, sind wir aber nichtsdestoweniger in unserem Innersten hartnäckig davon überzeugt, daß es die linear fortschreitende Zeit Newtons gibt und das sie *die eigentliche*, die grundlegende Zeit ist, also der sichere Boden des absoluten zeitlichen Bezugssystems. Wenn wir die Grundbegriffe der auf Objektivität (also Subjektfreiheit) bedachten Wissenschaften zu hinterfragen beginnen, so gelangen wir bald zu typischen Fragen über die Subjektseite der Erkenntnis, über Entstehung und Funktionsweise

vermittels der Bewegung (entweder ein genaues oder ein ungleichförmiges), das man gemeinhin anstatt der wahren Zeit gebraucht; wie Stunde, Tag, Monat, Jahr." Zu beachten ist dabei, daß üblicherweise "an sich" übersetzt wird, was aber, wie Scharf ausführt, einen anderen, Kantischen, Sinn ergeben würde, als das "in se" des Originals, vgl. J.-H. Scharf, Das Zeitproblem in der Biologie, in: Die Zeit und das Leben (Chronobiologie), Leopoldina-Symposion 16.-21.3.1975 in Halle/Saale, Nova Acta Leopoldina N.F., Bd. 46, Nr. 225 (1977).

der menschlichen Wahrnehmung und Begriffsbildung, oder wie Heisenberg sagte:

"Wir müssen uns daran erinnern, daß das, was wir beobachten, nicht die Natur selbst ist, sondern Natur, die unserer Art der Fragestellung ausgesetzt ist."³

2. Verschiedene Zugänge zur Kritik der linearen Zeit

Es sind sehr verschiedene Möglichkeiten denkbar, unsere herrschenden Zeit-Vorstellungen zu kritisieren. Vier Ansätze seien hier genannt:

(a) Geistesgeschichtlich: Die Beschreibung und Analyse der menschlichen Zeitvorstellungen seit dem Beginn der Überlieferung (z.B. zyklische und progressierende Zeit, Zeitvorstellungen nichteuropäischer Völker, mittelalterliche Zeitvorstellungen) und der Meinungen bekannter Philosophen und Wissenschaftler (z.B. Aristoteles, Augustinus, Kant) kann dazu beitragen, unsere heutigen Vorstellungen zu relativieren und auf ein menschliches Maß zu bringen. Erwähnt seien hier bloß die Schriften Wilhelm Ostwalds zum Problem der Zeit⁴, die an anderer Stelle schon ausführlich kommentiert wurden⁵.

³ W.Heisenberg, Physik und Philosophie, Berlin 1959, S. 40.

⁴ W.Ostwald, Das Problem der Zeit, in: Abhandlungen und Vorträge, Leipzig 1904; ders., Vorlesungen über Naturphilosophie, Leipzig 1902.

⁵ U.Niedersen, Zu den Problemen von Reversibilität, Irreversibilität und Zeit im Schaffen Wilhelm Ostwalds, NTM-Schriftenreihe Gesch. Naturwiss., Technik, Med., Leipzig 23 (1986), S.47-59; H.-J.Krug, U.Niedersen, Der Zeitbegriff bei Wilhelm Ostwald, Teil I: Von der chemischen Dynamik zum Problem der Zeit, Wiss. Beiträge der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 1990/20 (A124), Halle/Saale 1990, S.138-147.

(b) Menschlich-subjektiv: Die Phänomenologie des menschlichen subjektiven Zeitempfindens weist eine große Vielfalt an Formen der Zeit auf, so die psychisch-individuelle Zeit, die so leicht durch äußere und innere Veränderungen beeinflussbar ist, und die sozial-kollektive Zeit, die in Wechselwirkung individueller Zeiten entsteht.

(c) Biologisch-konstruktivistisch: Die evolutionäre Erkenntnistheorie und der radikale Konstruktivismus können wesentlich zu einem besseren Verständnis unseres Zeitempfindens und der Bedingtheit unserer Zeitvorstellungen beitragen.

(d) Selbstorganisationstheoretisch: Eine Kritik der Zeitvorstellungen, die auf Ergebnissen von Physik und Chemie aufbauen, muß zwangsläufig auf die neuen Erkenntnisse durch die Relativitätstheorie, die Quantentheorie und schließlich die Irreversible Thermodynamik bezugnehmen. Damit muß auch das Problem des physikalischen Reduktionismus neu aufgeworfen werden.

Im Folgenden werden wir nur auf die beiden letzteren Punkte näher eingehen und auf die anderen höchstens zur Illustration zurückgreifen.

3. Das Zeitempfinden als biologische Notwendigkeit

Wir leben in einer Welt, in der alles in Bewegung ist. Es gibt zwar Dinge, die sich sehr viel langsamer verändern als andere, aber selbst die Sternbilder verändern ihre Form im Laufe der Jahrtausende. Wir könnten uns nicht in der Welt zurechtfinden, wenn wir nicht in der Lage wären, unsere Bewegungen mit den für uns relevanten Veränderungen der Umwelt sowie denen unseres inneren Milieus zu koordinieren. Dasselbe muß auch, sicher in unterschiedlichem Grade, für jedes andere Lebewesen gelten:

Um auf gleichförmige Drehbewegungen, für die der Mensch kein direkt messendes Sinnesorgan besitzt, reagieren zu können, muß er (unbewußt) die wahrgenommene Drehbeschleunigung über die Zeit integrieren - wozu

er eines inneren Zeitmaßstabes bedarf.⁶ Die Raubkatze muß, wenn sie zum Sprunge ansetzt, eine sehr genaue Kenntnis über die voraussichtliche Trajektorie ihres Beutetieres haben, sie gewissermaßen vorausberechnen - was sicherlich unbewußt geschieht. Aber auch die Laubbäume müssen "wissen", wann sie ihre Blätter abzuwerfen haben, bevor der erste Frost kommt. In beiden letzten Fällen handelt es sich nicht nur um eine bloße Reaktion auf äußere Veränderungen, sondern um eine aktive Bewegung, die die unbewußt antizipierten Veränderungen der Umwelt als Zielfunktion verarbeitet hat.⁷

Diese Fähigkeit zum antizipatorischen Verhalten findet eine natürliche Erklärung in der evolutionären Erkenntnistheorie⁸. Nach dieser Theorie überleben im Zuge der natürlichen Selektion nur diejenigen biologischen Arten, welche durch Mutation Eigenschaften erwarben, die sie befähigten, für sie relevante Gegebenheiten der Umwelt wahrzunehmen und darauf zu ihrem Nutzen zu reagieren. "Leben selbst ist ein Erkenntnisprozeß." sagt Konrad Lorenz. So hatten auch die Spezies einen Überlebensvorteil, welche genetisch mit der Eigenschaft ausgestattet waren, alle in ihrer ökologischen Nische für sie wichtigen Regelmäßigkeiten wahrzunehmen, zu verarbeiten und darauf in ihrem Kontext sinnvoll zu reagieren. Während es dabei für ein Bakterium ausreichend sein mag, bei seiner Bewegung im Medium die Zunahme einer Nährstoffkonzentration wahrzunehmen und sich darauf in Richtung des steigenden Gradienten zu bewegen, so werden an das Auge eines Raubtieres und die Verarbeitung der visuellen Informationen im

⁶ B.Hassenstein, Biologische Kybernetik, Jena 1972, S. 15.

⁷ Ein Verweis auf den Instinkt, auf genetisch ererbte Programme, schafft nicht das Problem aus der Welt: Auch diese Programme bedürfen eines Zeitmaßes und extrapolierender heuristischer Funktionen, um erfolgreich konkurrieren zu können.

⁸ Vgl. K.Lorenz, Die Rückseite des Spiegels, München 1972 sowie R.Riedl, Biologie der Erkenntnis, Berlin, Hamburg 1981.

Zentralnervensystem unvergleichlich höhere Anforderungen gestellt, die sich in einem viel komplizierteren Aufbau widerspiegeln. Auf diese Weise muß die biologische Evolution auch die Entstehung eines Zeitempfindens begünstigt haben. Dazu bedarf es aber eines internen Taktgebers, einer inneren Uhr im Organismus. Die Existenz solcher interner biologischer Rhythmen ist phänomenologisch bei vielen höheren Tieren (Bienen, Vögel, Menschen) nachgewiesen worden.⁹ Zwar ist noch nicht im Einzelnen bekannt, wie diese "biologischen Uhren" funktionieren, aber seit den Erkenntnissen der Irreversiblen Thermodynamik weiß man, daß es sowohl in der Biochemie der Lebewesen, als auch in der Chemie der unbelebten Natur viele chemischen Reaktionen gibt, die nicht gleichförmig monoton, sondern periodisch ablaufen. Genannt sei hier nur die bekannte Belousov-Zhabotinsky-Reaktion¹⁰. Man kann also davon ausgehen, daß schon vom metabolischen Chemismus der Lebewesen her periodische Reaktionen vorhanden waren, die von der Evolution, sobald sie gebraucht wurden, verwendet werden konnten. Dadurch bekam diese vordem akzidentielle Eigenschaft biochemischer Reaktionen im Kontext der evolvierenden Arten einen neuen Sinn und wurde als Konstituent der "inneren Uhr" wesentlich.¹¹ Wie dies im einzelnen organisiert ist, ob eine der periodischen biochemischen Reaktionen im Organismus oder alle zusammen das "biologische Pendel" darstellen, ist noch unbekannt. Aber es ist wahrscheinlich, daß auch hier der Prozeß einer selbstorganisierten Koordination (siehe Kapitel 4) der vielen Einzelschwinger

⁹ Vgl. Die Zeit und das Leben (Chronobiologie). Leopoldina Symposion in Halle a.S., Nova Acta Leopoldina, Band 46, Halle 1977 (FN 2).

¹⁰ Vgl. A.M.Zhabotinsky, Selbsterregte Konzentrationsschwingungen (russ.), Moskau 1974.

¹¹ Das ist ein Vorgang, der in der biologischen Evolution oft vorkommt, vgl. S.J.Gould, Der Daumen des Panda, Frankfurt a.M. 1989 und ders., Wie das Zebra zu seinen Streifen kommt, Frankfurt a.M. 1991, S. 153/154.

stattfindet. Mit dem eben genannten "Koordinationsproblem" hat sich übrigens schon Wilhelm Ostwald eingehend beschäftigt.¹² Handelt es sich doch hier um die zeitliche Koordination von verschiedenen Teilen eines komplexen Systems, also von Heterobereichen.¹³

Das Zeitempfinden der Lebewesen wird nun auf diesen Taktgebern aufbauen, indem es die dazugehörigen Zeitintervalle als Maßstab an die wahrgenommenen äußeren Bewegungen anlegt. Auf diese Art können nicht nur Veränderungen erster Art (Geschwindigkeiten), sondern auch solche zweiter Art (Beschleunigungen, also Veränderungen von Veränderungen) mit der inneren Uhr, d.h. mit bestimmten regelmäßigen internen Veränderungen, verglichen werden. Damit erweist sich das Zeitempfinden der Lebewesen als eine (evolutionär entstandene) genetisch fixierte unbewusste Abstraktionsleistung. Da es auf dem Vergleich beliebiger wahrgenommener äußerer Bewegungen mit den als Maß dienenden inneren Bewegungen beruht, wird damit von allen Qualitäten der äußeren Bewegungen abstrahiert. Übrig bleibt nur die Veränderung "an sich", aber relativ zum Maßstab der inneren Uhr. *Zeit in diesem Sinne ist somit eine evolutionär begünstigte und genetisch fixierte Abstraktionsleistung der Lebewesen, die diese benötigen, um sich in ihrer veränderlichen Welt zurechtzufinden und komplizierte Bewegungen miteinander koordinieren zu können.* Dadurch erschließen sich der jeweiligen Art die Handlungsfelder der Synchronisation und der Antizipation, wodurch faktisch die Abstraktionen "Gegenwart" und "Zukunft" geleistet werden. Mit dem Gedächtnis kommt schließlich noch die Abstraktion der "Vergangenheit" hinzu. Das alles passiert, auch beim Menschen, in der Regel unbewußt oder vorbewußt.

Diese Leistungen der Lebewesen sind gewaltig und wir Menschen bauen letztlich auf diesen vorher erbrachten und genetisch weitergegebenen

¹² W.Ostwald, Abhandlungen und Vorträge, Leipzig 1904, S.465.

¹³ U.Niedersien/L.Pohlmann, Singuläre Determiniertheit. Ordnung im Chaos - physikalische und philosophische Betrachtungen, Teil III, Wiss. Zeitschr. Univ. Halle-Wittenberg, XXXX M(1989), S. 129.

Abstraktionsfähigkeiten auf. Als Produkt der Selektion haben sie aber auch einen natürlichen Fehler, denn sie gelten nur für diejenige Umwelt, für die ökologische Nische, in der sie selektiert wurden. In einer anderen Umgebung können sie plötzlich zu widersinnigen Reaktionen führen, die die Individuen und die Art ins Verderben treiben. (Riedl bringt das Beispiel vom Pantoffeltier, welches sich immer in Richtung zunehmender Säurekonzentration im Wasser bewegt, da diese die Anwesenheit von Bakterien anzeigt. Bringt man einen Tropfen einer starken Säure ins Wasser, so bewegen sich die Pantoffeltierchen in den sicheren Tod.¹⁴) Genauso ist zu erwarten, daß das Zeitempfinden, welches der Mensch evolutionär erworben hat und welches in der Individuationsphase noch kulturell geprägt wird, eben nur auf die Bereiche paßt, in denen es entstanden ist. Es versagt schon beim Individuum, wenn die Chemie der inneren Uhr nur etwas durcheinanderkommt: im Fieber, im Traum, in der Meditation und im Rausch. Deshalb ist es nicht verwunderlich, daß es zu prinzipiellen Schwierigkeiten kam, die neuen Zeitvorstellungen von spezieller und allgemeiner Relativitätstheorie rational und gefühlsmäßig verstehen zu wollen, wurden doch die Grenzen unseres alltäglichen Erfahrungshorizontes verlassen: Zeitverlangsamung bei Geschwindigkeiten, die der Lichtgeschwindigkeit nahekommen, Relativität der Gleichzeitigkeit verschiedener Ereignisse, Zwillingsparadoxon. Obwohl diese Phänomene längst experimentell bestätigt werden konnten, fällt es doch sehr schwer, sie sich vorzustellen. Noch unvorstellbarer aber würde es für uns, wenn wir versuchten, uns in die Lage eines einzelnen Photons hineinzusetzen: Da es sich mit Lichtgeschwindigkeit bewegt, vergeht für das Photon die Zeit "unterwegs" vom Emmissionsort zum Absorptionsort überhaupt nicht (das Intervall der speziellen Relativitätstheorie hat den Wert Null).¹⁵ In der

¹⁴ Riedl, S. 27 und 77 (FN 6).

¹⁵ Das korrespondiert mit der Tatsache, daß die Energie des Photons zwischen Emission und Absorption bzw. inelastischer Streuung erhalten bleibt, ohne ein Element der Irreversibilität aber die Zeit für das Photon gar nicht vergehen kann. Entsprechend dauern dagegen

allgemeinen Relativitätstheorie sind außerdem noch, wie Gödel ausgerechnet hat, solch seltsame Dinge wie Zeitschleifen zumindest prinzipiell möglich. Trotzdem aber, obwohl wir mit diesen Theorien erfolgreich arbeiten, gibt unser Gefühl nach wie vor der einfachen linearen Zeit den Vorzug, betrachten wir sie als die grundlegende Wirklichkeit.

Dazu ist zweierlei zu bemerken:

1) Es wäre falsch zu behaupten, die seltsamen Zeiteffekte der Relativitätstheorie gäbe es zwar, sie träten aber im Bereich unserer alltäglichen Erfahrung generell nicht auf. Die evolutionäre Erkenntnistheorie sagt dagegen nur, daß der entsprechende Erkenntnisapparat des Lebewesens und die Bedingungen in der ökologischen Nische aufeinander abgestimmt sind, *aber nicht, daß damit die gesamte Wirklichkeit der Umgebung richtig erkannt wird.* Der Vertreter des radikalen Konstruktivismus Ernst von Glasersfeld sagt dazu:

"Ein Schlüssel 'paßt', wenn er das Schloß aufsperrt. Das Passen beschreibt die Fähigkeit des Schlüssels, nicht aber das Schloß. Von den Berufseinbrechern wissen wir nur zu gut, daß es eine Menge Schlüssel gibt, die anders geformt sind als unsere, aber unsere Türen nichtsdestoweniger aufsperrern."¹⁶

Hätten wir also ein ganz anders geartetes Zeitempfinden, so würden wir uns vielleicht auch in unserer alltäglichen Umwelt gut zurechtfinden und zusätzlich noch Dinge wahrnehmen, die uns jetzt verschlossen sind. So berichtet Heimann über ein stark verändertes Zeitempfinden bei Probanden, die einer LSD-Psychose ausgesetzt worden waren:

die Prozesse der Emmission und der Absorption eine endliche Zeit auch für das Photon, da sie mit Energieumwandlung verbunden sind. (Private Mitteilung von H.-J. Krug)

¹⁶ E.v.Glasersfeld, in: P.Watzlawick (Hrsg.), Die erfundene Wirklichkeit, München, Zürich, 6.Aufl. 1990, S.16.

"Ähnlich wie Bewegungsgestalten zerfallen auch *akustisch wahrnehmbare Zeitgestalten, zum Beispiel Melodien bei musikalisch Gebildeten* (Hervorhebung im Original), wie mein damaliger Mitarbeiter K. Weber nachgewiesen hat. Töne einer Melodie können nicht mehr bezogen werden auf das Ganze der Melodie als einer Zeitgestalt mit dem Erlebnis der Gestaltqualität, sondern sie stehen beziehungslos nebeneinander. Anstelle der Gestaltqualitäten treten jetzt Komplexqualitäten hervor, die auf der Summe der Teile, nicht auf deren Verhältnis beruhen, zum Beispiel treten Lautheit oder Helligkeit der Klänge hervor und der innere emotionale Zustand der Betroffenen wird wichtiger als die differenzierte Wahrnehmung und Verarbeitung der Melodie, welche sich in der Zeit entfaltet."¹⁷

2) Experimente haben gezeigt, daß wir sehr wohl lernen können, uns in Welten zurechtzufinden, die uns ursprünglich durch die Grenzen unseres Wahrnehmungs- und Vorstellungsvermögens verschlossen gewesen waren. So kann man in Bio-Feedback-Anlagen lernen, die sogenannten unwillkürlichen Körperreaktionen (Blutdruck, Pulsfrequenz etc.) willentlich zu steuern. Weiterhin erwies es sich als möglich, sich in simulierten Computerwelten mit mehr als drei Dimensionen, in den man mit Hilfe von Manipulatoren agieren kann, nach einer Übungsphase zurechtzufinden.¹⁸

Die Überlegungen dieses Kapitels legen folgende Hypothesen über Zeitempfinden und Zeitbegriffe im Reiche der Lebewesen nahe:

1. Zeit ist eine Kategorie, welche einen bestimmten Aspekt (der eben mit den Begriffen der Gleichzeitigkeit, der Synchronisation, des Geschwindigkeitsvergleichs, der Dauer u.a. umschrieben wird) der

¹⁷ H.Heimann, Ordnung und Chaos bei Psychosen, in: W.Gerok (Hrsg.), Ordnung und Chaos in der unbelebten und belebten Natur, Stuttgart 1989, S. 214 ff.

¹⁸ H.v.Foerster, Sicht und Einsicht. Versuche zu einer operativen Erkenntnistheorie, Braunschweig 1985, S. 73 ff.

Wechselwirkung von zwei verschiedenen Bewegungen erfaßt. Das läßt sich auch auf die unbelebte Natur verallgemeinern.

2. Es gibt kein absolutes, kein ausgezeichnetes Bezugssystem der Zeit. Die Wahl *einer* Bewegung als Maß einer *anderen* ist nur durch außerwissenschaftliche Werturteile begründbar. Keiner dieser Zeitmaßstäbe hat *an sich* einen Vorzug vor den anderen. Erst wenn eine Wertfunktion zum Tragen kommt, z.B. die des Überlebens einer biologischen Art oder die pragmatische der effektiven industriellen Arbeitsteilung bei den Menschen, kann sich einer der möglichen Zeitmaßstäbe gegenüber den anderen auszeichnen.

Insofern ist auch die lineare physikalische Zeit eine menschliche Schöpfung, auch wenn wir uns so sehr an sie gewöhnt haben, daß sie uns als unzweifelhafte und objektive Wahrheit erscheint. Die lineare Zeit in der heutigen Ausprägung paßt besonders gut zu den Bedingungen einer technisierten Welt, in der industrielle Produktion und Wirtschaftswachstum die grundlegenden Werte sind.¹⁹

4. Grenzen des Reduktionismus

Ein starkes physikalisches Argument für unsere linearen Zeitvorstellungen liefert, wie schon genannt, der mechanische Reduktionismus nach Laplace. Denn wenn letztlich alles auf die mechanischen Bewegungen der Teilchen reduzierbar ist, so muß auch die lineare Zeit der Mechanik die grundlegende sein.

Der Laplacesche Reduktionismus wird heute durch den nicht weniger rigiden Reduktionismus der Mikrophysik abgelöst. Nach ihm läßt sich alles auf die Gesetze der (relativistischen) Quantenmechanik

¹⁹ So sagt Oliver Sacks über sein Buch "Stumme Stimmen. Reise in das Reich der Gehörlosen" (Reinbeck 1990): "Ich denke nicht, daß meine Patienten einfach nur Leidende sind, die unfähig oder mitleidsbedürftig sind, sondern sie sind im Gegenteil Entdecker neuer Welten." (Interview in Zitty (Berlin), 1991, Heft 6, S.40).

reduzieren. Zwar sind die Eigenschaften der Mikroteilchen viel ungewöhnlicher, als es stillschweigend unterstellt wird. So bewegen sich diese Teilchen häufig mit Fast-Lichtgeschwindigkeiten und gehorchen deshalb den Gesetzen der Relativitätstheorie (mit den bekannten Effekten der Relativität der Gleichzeitigkeit, der Zeitdilatation etc.). Weiterhin haben auch die Gesetze der Quantenmechanik einige schwer vorstellbare, aber experimentell bewiesene Raum-Zeit-Eigenschaften. Danach können zwei Teilchen noch synchron reagieren, wenn sie sich beliebig weit voneinander entfernt haben und nur eines von beiden danach gestört wird (Einstein-Podolsky-Rosen-Paradoxon, Bellsche Ungleichungen, Aspect-Experiment).²⁰ Dabei entsteht aber kein Widerspruch zur Relativitätstheorie, es wird nur eine Lücke "ausgenutzt", an die auch Einstein nicht glauben wollte: die Nichtlokalität von Ereignissen.

Trotzdem besteht aber die feste Überzeugung, daß sich die zeitlichen Effekte der Relativitäts- und Quantentheorie auf der Elementarteilchen-Ebene gegenseitig so kompensieren (nach dem Gesetz der großen Zahlen), daß sie auf der makroskopischen Ebene keine Rolle mehr spielen. Gleichzeitig geht auch die völlige Umkehrbarkeit der Zeitrichtung (das gilt für die klassische Mechanik ebenso wie für die Quantenmechanik) beim Übergang zur Makroebene verloren, denn hier herrscht, entsprechend dem II. Hauptsatz der Thermodynamik, die Irreversibilität aller realen Prozesse. Warum das so ist, ist ein noch offenes Problem der statistischen Physik (die sogenannte Begründungsproblematik).²¹

²⁰ Vgl. F.Sellerie, Die Debatte um die Quantentheorie, Braunschweig u.a. 1983, O.E.Roessler, Ein kontrafaktualer Telegraph, in: Komplexität-Zeit-Methode IV, (Hrsg. U.Niedersen), Wiss. Beiträge Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 1990/20 (A124), S.189 sowie C.A.Dreismann/H.E.Schmidt, S.160.

²¹ Am weitesten ist hier sicher Prigogine gelangt, vgl. I.Prigogine/I.Stengers, Entwicklung und Irreversibilität, in: Jahrbuch Selbstorganisation, Bd. 1, (Hrsg. U.Niedersen/L.Pohlmann), Berlin 1990, S.3.

Seit der Entwicklung der Selbstorganisationstheorie gibt es aber ganz andere, weit schwerwiegendere Einwände gegen die Gültigkeit eines solchen mikroskopischen Reduktionismus - und damit auch gegen seine zeittheoretischen Implikationen. Das soll an zwei wichtigen Aspekten des Verhaltens nichtlinearer komplexer Systeme erläutert werden.

1. Der oben beschriebene Reduktionismus verliert durch eine charakteristische Eigenschaft komplexer Systeme prinzipiell an Allgemeingültigkeit. Diese Systeme besitzen häufig, in Abhängigkeit von den Systemparametern und den Randbedingungen, die Eigenschaft der extremen Empfindlichkeit gegenüber kleinsten Störungen (Hypersensitivität). Immer dann, wenn das System in seiner Entwicklung an Punkte kommt, wo sein aktueller (quasi-)stationärer Zustand instabil wird und dafür mehrere neue stabile Zustände als Möglichkeiten auftreten (sogenannte Bifurkationspunkte), hängt es von kleinsten Störungen ab, welche Möglichkeit das System in der weiteren Entwicklung realisiert. Deshalb bekommt das System beim Durchlaufen der Bifurkationsphase (in realen Prozessen wird der Bifurkationspunkt zu einem endlichen Intervall²²) eine extreme Empfindlichkeit. Dadurch ist es nicht mehr automatisch gegeben, daß sich die zufälligen Bewegungen der Einzelelemente (z.B. der Mikroteilchen) in jedem Fall gegenseitig kompensieren, sondern ein Element kann plötzlich zum Ausgangspunkt einer neuen Entwicklung werden.²³ Das Gesetz der großen Zahlen gilt nicht mehr im Bifurkationspunkt.

2. Reale Evolutionsprozesse komplexer Systeme (Weltall, Sonnensystem, Leben auf der Erde, Mensch) verlaufen immer durch eine sehr große

²² L.Pohlmann/U.Niedersen, Dynamisches Verzweigungsverhalten bei Wachstums- und Evolutionsprozessen, in: Jahrbuch Selbstorganisation (FN 21), S. 63.

²³ Das wirft auch die Frage des Determinismus neu auf, was uns veranlaßte, in diesem Zusammenhang von "singulärer Determination" zu sprechen. Vgl. Niedersen/Pohlmann (FN 13).

Folge solcher Verzweigungsprozesse, die zudem noch hierarchisch auf verschiedenen Zeitmaßstäben angeordnet sind. Das veranlaßte uns, das Bild der Bifurkationskaskade zur qualitativen Beschreibung von Evolutionsprozessen heranzuziehen. Hier tritt die Phase der Empfindlichkeit immer wieder auf, wenn Bifurkationspunkte durchlaufen werden. Mit jeder Verzweigung kommt ein neues Element der Unbestimmtheit, der Nicht-Voraussagbarkeit hinzu, was durch eine makroskopische zeitliche Unbestimmtheitsrelation beschrieben werden kann:²⁴

$$p \cdot 2^n < 1 \quad ,$$

wobei p die Wahrscheinlichkeit der richtigen Voraussage des letztendlich eintreffenden Zustandes ist und n die Anzahl der Verzweigungen im Voraussagezeitraum darstellt. Je größer der Zeitraum ist, desto kleiner wird die Sicherheit einer Voraussage und umgekehrt. Im Unterschied zur Heisenbergschen Unbestimmtheitsrelation jedoch ist das Verhältnis beider Größen nicht linear, sondern exponentiell.

Aber auch viel einfachere Systeme können solch eine permanente, immer wiederkehrende Empfindlichkeit besitzen, wenn sie nur nichtlinear genug sind, um ein sogenanntes chaotisches Verhalten zu zeigen.²⁵ So kann schon ein System mit nur drei Freiheitsgraden auf der Basis von rein deterministischen Gesetzen eine hochgradig irreguläre Bewegung produzieren. Kleinste Abweichungen am Beginn benachbarter Trajektorien führen zu einem exponentiellen Auseinanderdriften, so daß auch hier der Voraussagbarkeit enge Grenzen gesetzt sind. Es läßt sich ebenfalls eine makroskopische Unbestimmtheitsrelation formulieren²⁶, welche zur obigen Unbestimmtheitrelation äquivalent ist:

²⁴ Vgl. Pohlmann/Niedersen (FN 22).

²⁵ Vgl. z.B. J.Gleick, Chaos - die Ordnung des Universums, München 1990.

$$p \cdot \exp(-\lambda \cdot t) < 1 \quad .$$

(Hier sind t die zeitliche Länge des Voraussageintervalls und λ der Lyapunov-Exponent, der ein Maß der "Chaotizität" des Systems ist.) Diese überraschende Ähnlichkeit zweier verschiedener Bewegungsformen nichtlinearer Systeme (chaotische Bewegung und Evolutionsprozesse) hat eine tieferliegende Ursache: Beide Bewegungen sind unter bestimmten Voraussetzungen topologisch insofern äquivalent, als es in ihnen immer wieder zu Verzweigungssituationen, die gleichzeitig Phasen der Empfindlichkeit sind, kommt.²⁷

Diese Empfindlichkeit ist folglich ein untrennbarer Bestandteil nichtlinearer Systeme und damit unserer Welt. Er macht die generelle Trennung von Mikro- und Makrowelt (die den mikroskopischen Reduktionismus erst rechtfertigt), nur vermittelt durch das nivellierende Gesetz der großen Zahlen, unmöglich. Immer wieder wird diese Trennung in den Phasen der Empfindlichkeit durchbrochen, indem Mikroereignisse auf die Makroebene "durchtunneln". Ein "Beweis" der linearen Zeit auf Basis des mikrophysikalischen Reduktionismus erscheint so immer unsicherer.

5. Zeit und Selbstorganisation

Die nichtlinearen Systeme haben aber aus ihren Eigenschaften heraus die neue Fähigkeit einer realen Reduktion der Mikrovielfalt: Wenn viele Subsysteme (Teilchen, Individuen) miteinander auf nichtlineare Weise wechselwirken, so beginnen sie unter definierten Bedingungen, wenn eine ihrer Bewegungsmoden instabil wird (eben am Bifurkationspunkt), sich selbst in neuen makroskopischen Strukturen

²⁶ Vgl. O.E.Roessler, Chaotic Behavior in Simple Reaction Systems, Z. Naturforsch. Bd. 31a, 1976, S.259.

²⁷ Vgl. Niedersen/Pohlmann (FN 13).

in Raum und Zeit zu organisieren. Nach dem *slaving principle* der Synergetik passiert dabei gleichzeitig eine automatische Reduktion der vielen dynamischen Freiheitsgrade des Systems auf nur einen oder wenige Freiheitsgrade. Die langsamste Bewegungs-Mode (der sogenannte Ordnungsparameter), und das ist gerade diejenige, die instabil geworden ist, steuert alle anderen stabilen und schnelleren Moden. Von außen sieht es aus, als ob diese von der einen Mode "versklavt" würden. Diese Reduktion der Freiheitsgrade des realen Systems passiert von selbst, ohne ordnendes Eingreifen von außen. Außerdem ist sie nicht absolut, denn sie setzt die (potentielle) Freiheit aller Subsysteme voraus, da sich der Ordnungsparameter aus ihnen konstituiert: Die einzelnen Bewegungsmoden bilden zusammen den Ordnungsparameter und dieser taktet wieder die makroskopische Bewegung der Moden.²⁸ Das zeigt sich u.a. darin, daß bei sich ändernden äußeren Bedingungen auch der neue Ordnungsparameter wieder instabil werden kann. Dann läuft ein neuer Selbstorganisationsvorgang ab, in dem sich ein anderer Ordnungsparameter etabliert, der sich auf eine neue Weise aus den Bewegungen der Subsysteme zusammensetzt. Dieser Vorgang wäre nicht möglich, wenn die Freiheitsgrade der vielen Subsysteme völlig "eingefroren" gewesen wären: In engen Bewegungsgrenzen existieren sie weiter und zeigen ihre Existenz durch systemimmanente Fluktuationen an. (Fluktuationen *stabilisieren* den stabilen Zustand und führen den instabilen Zustand zur Innovation, sie testen gleichsam immer erneut, ob der Systemzustand noch stabil ist).

Bei den Selbstorganisationsvorgängen entstehen folglich auf einer jeweils höheren (z.B. der makroskopischen) Ebene qualitativ neue, relativ autonome Entitäten, welche neuen, eigenen Gesetzen gehorchen. Diese widersprechen zwar nicht den Gesetzen der konstituierenden

²⁸ Diese gegenseitige Kopplung von Ordnungsparameter und -Bewegungsmoden ist übrigens ein anderer Ausdruck für die "operationale Geschlossenheit" in der Theorie autopoietischer Systeme, Vgl. W.Krohn/G.Küppers, Die Selbstorganisation der Wissenschaft, Frankfurt a.M. 1989, S. 19 ff.

Subsysteme, aber sie werden auch nicht durch diese erschöpfend beschrieben. Das ist schon rein logisch unmöglich, da man von dem jeweils unteren, quantitativen Niveau (z.B. Quantenmechanik) nicht die nötigen neuen qualitativen Begriffe, die nichtsdestoweniger wesentlich sind (z.B. der Begriff der Katze) ohne Zusatzannahmen ableiten kann.²⁹

Das folgende Beispiel soll erläutern, was dies mit den Zeitvorstellungen zu tun haben kann. Nach den Ausführungen in Kapitel 3 haben wir das Recht, von einer Eigenzeit eines jeden Menschen zu sprechen, die sich aus inneren und äußeren Rhythmen konstituiert und individuell verschieden ist. Bilden nun mehrere Menschen eine nicht nur formale Gruppe, die eine gemeinsame Aufgabe oder Funktion hat, so entsteht automatisch das Problem der Koordination³⁰ der verschiedenen Eigenzeiten. Da jede Eigenzeit der Ausdruck der unwiederholbaren Individualität des jeweiligen Menschen ist (seiner Bewegungskoordination, seiner Denk- und Handlungsweisen etc.), handelt es sich, obwohl der Eigenzeit-Maßstab nur eine Zahl ist, um die Koordination von Heterobereichen, von qualitativ unterschiedenen Wesenheiten. Diese Trennung von quantitativen und qualitativen Unterschieden ist hier wesentlich, da beide Arten ganz verschiedene Koordinationsmethoden verlangen. Handelte es sich nur um quantitative Unterschiede (entlang einer Dimension), so wäre die sinnvolle Technik eine einfache mathematische Mittelwertbildung: Der mittlere Maßstab wäre dann verbindlich für die ganze Gruppe. Ganz anders ist es bei der Koordination von Heterobereichen: Hier entspricht jeder Eigenzeit ein Freiheitsgrad, also eine eigene Dimension. Das Konzept des Mittelwertes kann hier nicht mehr funktionieren, denn dieser ist in höherdimensionalen Räumen gar nicht definiert. Der Schlüssel dieses nichttrivialen Koordinationsproblems liegt nun im oben beschriebenen

²⁹ H.Primas, Chemistry, Quantum Mechanics and Reductionism. Perspectives in Theoretical Chemistry, Berlin, Heidelberg, New York, 2nd ed. 1983.

³⁰ Vgl. Ostwald (FN 12).

slaving principle: Auf Grund der sich zwangsläufig einstellenden Wechselwirkung (die zudem im allgemeinen nichtlinear ist) zwischen den Individuen, und damit auch zwischen den Eigenbewegungs-Charakteristiken, entsteht ein komplexes dynamisches System, welches in der Regel Punkte des Stabilitätswechsels aufweisen wird. Solch ein Bifurkationspunkt wird zu ersten Mal erreicht, wenn sich aus dem unkoordinierten Wirrwarr der neu gegründeten Gruppe plötzlich von selbst ein koordiniertes Handeln konstituiert. Da hat sich ein Ordnungsparameter herausgebildet (der keinesfalls mit einem einzelnen Individuum identisch sein muß, man denke nur an die verschiedenen Formen demokratischer Entscheidungsfindung), welcher mit seiner Bewegung die anderen Bewegungen taktet und koordiniert. Das alles läßt sich in der Sprache der Synergetik beschreiben, ohne dabei auf die Zeittheorie zurückgreifen zu müssen. Da aber nach unserer Auffassung der Zeitbegriff (und davor die Zeitempfindungen und Zeitvorstellungen) ein evolutionär vom Bewegungsbegriff abgeleiteter ist, so läßt sich obiges Beispiel eines Koordinationsvorganges gleichzeitig als "Zeitentstehungsvorgang" interpretieren: Aus dem Wirrwarr der vielen Eigenzeiten (die den Eigenbewegungen entsprechen), entsteht plötzlich, eben im Bifurkationspunkt, eine neue Zeit, die zur Bewegung des neu entstandenen Ordnungsparameters gehört und an die sich die vielen Eigenzeiten nun dynamisch (asymptotisch) anpassen. Bezeichnenderweise ist es immer die langsamste Bewegungsform (d.h. Kombination der verschiedenen Einzelbewegungen), welche im Bifurkationspunkt zum neuen Ordnungsparameter wird. Diese Koordinationsform ist dynamisch, denn sie entsteht, wenn die Systembedingungen danach sind, und sie verschwindet wieder, wenn das System zerfällt oder wenn ein neuer Ordnungsparameter entsteht. Im Kontext der Gruppe ist es also wirklich sinnvoll zu sagen "Es begann eine neue Zeit", denn es entstand eine qualitativ neue Bewegungsform, deren Ausdruck die neue Zeit ist. Nicht zufällig wurden in der Geschichte bedeutende Ereignisse, die die gesamte weitere Entwicklung in eine neue Richtung lenkten, zum Ausgangspunkt von Zeitrechnungen gemacht (die Gründung der Stadt Rom, Christi Geburt, die Französische Revolution). Denn das sind Punkte (genauer gesagt, kurze Phasen), in denen die Unterscheidung Vorher-Nachher eine inhaltlich tiefgreifende Bedeutung

bekommt. Es ist nicht mehr der beliebig verschiebbare aktuelle Standpunkt im homogenen Fluß der Zeit, sondern der Punkt innerhalb eines Zeitbruches.³¹ Bezeichnenderweise erkennt man auch erst einige Zeit danach, daß eine Zeitenwende stattgefunden hat, denn im Bifurkationspunkt selbst geschieht überhaupt nichts, und in der sensitiven Phase um den Punkt herum treten große Fluktuationen auf³², die die Situation unübersichtlich gestalten. Erst nach einer hinreichend langen Zeit merkt man, daß eine neue Zeit begonnen hat. Dann erinnert man sich aber schon nicht mehr genau an die Ereignisse und die Legendenbildung setzt ein.

Das eben dargestellte Beispiel von der Entstehung einer Gruppenzeit ist bezüglich des Zeitbegriffes nicht in dem Maße subjektiv, wie es den Anschein haben könnte. Denn ganz analoge Prozesse müssen in Gruppen von Tieren stattfinden, man denke nur an die beispiellose Synchronisation, welche die kunstvollen Flugmanöver bei Zugvögelschwärmen erst möglich macht. Wir können aber noch weiter gehen in diesem Prozeß der schrittweisen Objektivierung von Sachverhalten, die wir bei der Untersuchung der menschlichen Begriffswelt gewonnen hatten. Auch in der unbelebten Natur gibt es hinreichend viele Bifurkationsprozesse, wobei neue dynamische Strukturen, qualitativ neue Bewegungsformen und damit neue Zeitmaßstäbe entstehen. Diese neuen Taktgeber sind objektiv gegeben in Bezug auf alle anderen Systeme, die damit in Wechselwirkung stehen. So hat die Entstehung unseres Planetensystems neue Zeitmaßstäbe geschaffen (Tag, Mondzyklus, Jahr), welche durchaus energetisch und materiell für alle Prozesse, die danach auf der Erde abliefen, wirksam wurden.

Das ist die objektive Seite unserer Zeitkonstruktion: Immer wenn verschiedene dynamische Systeme in Wechselwirkung treten, so gibt es

³¹ Reichenbach nannte dies die "starke Irreversibilität der Zeit", vgl. H. Reichenbach, *The direction of time*, Berkeley 1982.

³² Vgl. Pohlmann/Niedersen (FN 22).

neben dem energetischen Aspekt der Wechselwirkung immer auch den zeitlichen des Vergleichs (der automatischen, rückgekoppelten Abstimmung aufeinander) der Bewegungsarten beider Systeme. Insofern ist auch diese objektive Zeit immer relativ, da jede Eigenbewegung eines Systems Maßstab der Bewegungen der damit wechselwirkenden Systeme sein kann. Diese Situation ist logisch vergleichbar mit der in der speziellen Relativitätstheorie: Die Zeitdilatation in sich gegeneinander bewegenden Bezugssystemen ist objektiv (meßbar), aber es gibt kein absolutes Bezugssystem, denn sie wird in beiden gleichermaßen gemessen.

6. Schlußbemerkungen

Aristoteles schreibt im 4. Buch (10. Kapitel) der "Physik":

"Da sich die Zeit in höchstem Grad als eine Art Prozeß und Veränderung gibt, muß dieser Anschein überprüft werden. Die Veränderung und der Prozeß, welche ein Gegenstand erleidet, spielt sich nun allein an diesem betreffenden Gegenstand selbst ab bzw. allein an dem Ort, wo sich der betreffende Gegenstand befindet. Die Zeit aber umfaßt in gleicher Weise alle Örter und alle Gegenstände. Sodann: es gibt schnellere und langsamere Veränderung, aber nicht schnellere und langsamere Zeit. Langsamkeit und Schnelligkeit definieren sich ja am Maßstab der Zeit: schnell heißt die Veränderung, in welcher sich der Prozeßgegenstand in kurzer Zeit erheblich, langsam diejenige, in welcher sich in langer Zeit nur wenig wandelt. Die Zeit hingegen definiert sich nicht am Maßstab der Zeit: weder in ihrer Quantität, noch in ihrer Qualität. Zweifellos ist die Zeit demnach nicht identisch mit dem Prozeß. Dabei soll uns gegenwärtig Prozeß und Veränderung unterschiedslos dasselbe sein."³³

³³ Aristoteles, Physik, Übersetzt von H. Wagner, Berlin 1967, S. 110/111.

Diese Sätze scheinen der landläufigen Vorstellungen von der Zeit, die wesentlich durch die Kantsche Lehre bestimmt sind, zu entsprechen. Es erweist sich aber auch in diesem Punkt, daß Aristoteles die Dinge sehr viel differenzierter gesehen hat. Gleich im nächsten Kapitel heißt es:

"Aber andererseits ist Zeit auch ohne Veränderung wieder nicht möglich."

"Wenn demnach unser Zeitbewußtsein dann ausfällt, wenn wir keine Veränderung festzustellen vermögen, die Seele vielmehr an einem und demselben Zeitpunkt zu beharren scheint; wenn wir andererseits ein Zeitbewußtsein dann haben, wenn wir (Veränderung) bemerken und feststellen, so beweist diese Sachlage, daß Prozeß und Veränderung Bedingungen der Zeit sind.

Feststeht also: Die Zeit ist nicht gleich Prozeß, aber sie besteht andererseits auch nicht ohne Prozeß."

"Und da sie nun mit dem Prozeß nicht identisch sein kann (wie oben bewiesen), so ist sie notwendigerweise ein Moment am Prozeß."³⁴

Schon Aristoteles bemerkt also die Untrennbarkeit von Zeit und Bewegung. Das mechanisch-physikalische Weltbild der Neuzeit hat diese Sicht der Zeit wieder verstellt, da es von der Zerlegbarkeit ausgeht ("Geschwindigkeit ist gleich Weg durch Zeit") und dabei die Trennbarkeit von Zeit und Bewegung suggeriert. Gleichzeitig betont Aristoteles, daß die Zeit ein Aspekt der Bewegung sein muß.

Wenn wir also die Zeit als abgeleitet von der Bewegung ansehen, so bestimmt sich eben nicht die Zeit durch die Zeit, sondern die Zeit durch eine als Maßstab genommene Bewegung. Eine Bewegung wird als langsame charakterisiert, wenn sie sich im Vergleich zur Maßstabs-Bewegung weniger "weit" fortbewegt. Bewegung kann sehr wohl an Bewegung gemessen werden, so wie wir mit großer Selbstverständlichkeit Längen durch andere Längen ("Maßstäbe") messen. Wenn wir die Geschwindigkeit eines Fahrzeuges mit der

³⁴ Aristoteles (FN 33), S. 111.

Stoppuhr messen, so vergleichen wir zwei Bewegungen, die des Fahrzeuges mit der Bewegung des Uhrzeigers. Mit dieser neuen Zeitinterpretation bekommen auch alltägliche Redewendungen, die trotz ihrer scheinbaren Unlogik mit Erfolg verwendet werden, einen exakten Sinn: Wenn "jemand seiner Zeit voraus ist", so heißt das, daß er sich in seinem Denken und Handeln schneller bewegt hat, als die Vergleichsgröße der sozialen Eigenbewegung der für ihn relevanten Gruppe (z.B. der *scientific community*). Wenn man sich "im Wettlauf mit der Zeit" befindet, so bedeutet dies, daß Entwicklungen ablaufen, deren absehbaren Ergebnissen man durch größere Handlungsgeschwindigkeit zuvorkommen will.

Die Gültigkeit der hier vorgestellten Zeitkonzeption dürfte sich aber auch bis in die anorganische Natur erstrecken. Ebenso, wie die Bewegungen unserer Galaxis den Zeitmaßstab für unser Sonnensystem setzen, so bilden die fast-periodischen Bewegungen des Sonnensystems den zeitlichen Hintergrund für alles Geschehen auf der Erde.³⁵

³⁵ An dieser Stelle sei den Herren Dr. H.-J. Krug (Berlin) und Dr. R.-M. Jacobi (Halle/Berlin) für anregende Diskussionen und für die kritische Durchsicht des Manuskriptes gedankt.