

Offene zeitliche Entwicklung, Wechselwirkung mit der Umgebung und die Emergenz neuer Eigenschaften in naturwissenschaftlichen Systemen

Naturwissenschaftliche Aspekte der Debatte um die Potsdamer Denkschrift

Inhalt

1. Elemente der Kontroverse
2. Naturwissenschaftliche Bereiche der Debatte
3. Lehren aus bisherigen Modellierungen sozialer und (prä-)biologischer Systeme
4. Gerichtete und offene Evolution, die Wechselwirkung mit der Umgebung und die Emergenz neuer Eigenschaften in der Physik und der Biologie
5. Arbeitsvorschlag

Zusammenfassung

Auf der Jahrestagung des Vereins deutscher Wissenschaftler vom 24. bis 26. Februar 2006 in Berlin wurde die Potsdamer Denkschrift diskutiert. Die auf der Tagung geäußerte Kritik betraf vor allem die naturwissenschaftlichen Aussagen der Denkschrift. Kritik von anderer Seite bezieht sich auf deren Verwendung in wirtschaftlichen, politischen und sozialen Bereichen. Hier sollen nur die naturwissenschaftlichen Fragen besprochen werden und versucht werden, die Debatte auf den Pfad der Wissenschaft zurückzubringen.

In der Denkschrift wird vornehmlich die Quantenphysik als Basis für ein neues Denken angesprochen. Im gleichen Sinn sollte jedoch auch die klassische Physik der Systeme mit nicht-linearer Dynamik zu dieser Basis zugerechnet werden, ebenso die statistische Physik sowie die Biologie einzelner Lebewesen und deren Gesamtheit (Ökologie, Evolution). Diese Bereiche haben drei gemeinsame charakteristische Eigenschaften: die Nicht-Umkehrbarkeit der zeitlichen Entwicklung, die Wechselwirkung mit der Umgebung sowie die Emergenz neuer Eigenschaften. Wir wollen jedoch diese gemeinsamen Aspekte nicht von vorne herein als Manifestationen einer gemeinsamen grundlegenden Theorie der Natur ansehen, wie es die Autoren der Denkschrift im Sinn haben. Wir wollen z.B. quantenphysikalische Systeme nicht als prälebendig aufzufassen.

Eine Ausarbeitung der gemeinsamen charakteristischen Eigenschaften von Systemen der Quantenphysik, klassischen physikalischen Systeme mit nicht-linearer Dynamik, statistischer Physik, Biologie und Evolution wird vorgeschlagen. Dadurch könnte die Argumentation der Potsdamer Denkschrift einerseits strukturiert und entflochten, in anderer Hinsicht auch gestärkt werden.

¹ Adresse: Bahnhofplatz 5, 82131 Gauting, tel. 089-89357659, otfried_ischebeck@gmx.net

1. Elemente der Kontroverse

In einer Phase, in der Menschen in ihrer beruflichen Arbeit hauptsächlich als Kostenfaktoren angesehen werden, in der Krieg wieder zum Instrument der Politik geworden ist, in der Atomwaffen zum Rüstzeug für politische und wirtschaftliche Konflikte gehören, in der Fremdenfeindlichkeit zunimmt und geschürt wird, in der die Kluft zwischen reich und arm wächst, in der globale Umweltprobleme immer drängender werden, ist es wichtig, dass Anstöße gegeben werden, auf neue Art zu denken. Es gibt nur wenige Äußerungen aus der Wissenschaft, welche die Notwendigkeit für eine neue Art zu denken formulieren, welche die Hintergründe für die Schwierigkeiten zu einem neuen Denken auszuleuchten versuchen, und die gangbare Wege aufzeigen. Die Potsdamer Denkschrift ist ein solcher Versuch.

Die Kontroverse um die Potsdamer Denkschrift, die sich während der Jahrestagung der VdW in Berlin am 25. und 26. Februar 2006 ergab, betrifft nicht die Begründung zur Formulierung der Denkschrift und ihre politische Intention. Die Kontroverse drehte sich vielmehr um die Bezüge der Denkschrift zur Wissenschaft in den Bereichen des Textes, die sich auf die Naturwissenschaft stützen. Dies betrifft insbesondere die Quantentheorie und die Biologie. Max Benecke hielt Hans-Peter Dürr vor, die Bezüge der Potsdamer Denkschrift zur Quantentheorie bestünden aus einem „Wortgebräu“. Die Wissenschaftlichkeit werde von H.-P. Dürr „usurpiert“, indem die Wissenschaftlichkeit nach außen hin unterstellt wird, aber in der Realität nicht eingehalten wird.

Außerhalb der Berliner Tagung wurde die politische Intention der Denkschrift u.a. von Claus Peter Ortlieb und Jörg Ulrich angegriffen.² Die Autoren halten sich in der Polemik nicht zurück. Es handle sich in der Denkschrift um die „Verlängerung des Biologismus ‚nach hinten‘ in die subatomaren Vorgänge hinein. ... Die Quantenphysik dient nur als Einstiegsdroge, als illegitime Legitimation einer Biologisierung des Sozialen, der Vorstellung menschlichen Zusammenlebens als organisch, als nur eines Spezialfalls von Leben schlechthin. Diese Vorstellung allerdings hat eine lange gegenaufklärerische Tradition ...“. Die beiden Kritiker sehen in der Denkschrift die Fortschreibung einer „völkischen Esoterik“, die mehrere Jahre lang in braunen Hemden daher kam, und schließen: das Potsdamer Manifest „in eine Linie mit dem Russell-Einstein-Manifest zu stellen, ist nur der missglückte Versuch einer Usurpation.“

Kritik an der Denkschrift bezieht sich also sowohl auf die naturwissenschaftlichen Bezüge selbst (u.a. M. Benecke), wie auch auf die Nutzung von Einsichten und Erkenntnissen aus den Naturwissenschaften für soziale, ökonomische und politische Fragen (u.a. C.P. Ortlieb und J. Ulrich). Im Folgenden werden nur die Fragen um die naturwissenschaftlichen Bezüge aufgegriffen, ohne auf deren Nutzung für andere Bereiche einzugehen. Es soll darum gehen, die Kontroverse in eine wissenschaftliche Debatte zurückzuführen.

² Claus Peter Ortlieb und Jörg Ulrich: Quantenquark: Über ein deutsches Manifest, www.math.uni-hamburg.de/home/ortlieb/.

Claus Peter Ortlieb ist Mathematiker an der Universität Hamburg und leitet das Zentrum für Modellierung und Simulation (ZMS) in Lebens- und Gesellschaftswissenschaften. Jörg Ulrich ist Sozialwissenschaftler.

2. Naturwissenschaftliche Bereiche der Debatte

M. Benecke hätte wohl viel weniger gegen die Denkschrift einzuwenden, wenn deren Anspruch nur dahin ginge, dass ihre Autoren ihre Inspirationen aus der Naturwissenschaft holen. Andere Leute könnten in gleicher Weise ihre Inspiration aus der bildenden Kunst, der Musik, der Psychologie, der Religion oder aus anderen Bereichen holen. Alle Personen könnten dann ihre Schlussfolgerungen vergleichen und würden vielleicht feststellen, dass diese weitgehend übereinstimmen.

Der Anspruch der Denkschrift ist jedoch weitgehender. Er legt nahe, dass viele der geistigen Probleme in der heutigen Gesellschaft daher stammen, dass die klassische Physik zum Paradigma vieler Bereiche erklärt wurde: Ökonomie, Psychologie, Soziologie, u.a. Es entsteht ein Denkraum (Paradigma) mit folgenden Charakteristika:

- (1) Die vollständige Berechenbarkeit der zeitlichen Entwicklung eines Systems ist die methodische Grundlage.
- (2) Die physikalischen Eigenschaften des Systems sind durch die Eigenschaften seiner Komponenten vollständig bestimmt, das System hat keine emergenten Eigenschaften.³
- (3) Die Systeme sind abgeschlossen, d.h. sie haben keine Wechselwirkung mit dem Rest der Welt.

Würde, so die Denkschrift, das herkömmliche Paradigma der klassischen Physik⁴ durch die Denkweise der Quantenphysik ersetzt, dann könnten die meisten der heute in sozialen, wirtschaftlichen und politischen Zusammenhängen festgeschriebenen Denkweisen in positiver Weise gelöst werden.

Max Benecke bestreitet den impliziten Anspruch der Denkschrift, dass ihre Aussagen zu naturwissenschaftlichen Themen von den Naturwissenschaften gedeckt seien. Z.B. spricht die Denkschrift von Elementarquanten physikalischer Prozesse, „Wirks“, die zumindest in der gängigen Literatur der Quantentheorie nicht auftreten. Es handelt sich (offensichtlich) um eine Umformulierung der Quantentheorie von „Zuständen“ in „Prozesse“. Den Platz von Weizsäckers Ur, die elementare Einheit quantentheoretischer Information, nimmt das Wirk ein. Quantenprozesse werden als prä-lebendig angesehen. Quantenprozesse spielen bisher jedoch in der Modellierung lebendiger Systeme, auch prä-biotischer Systeme⁵ und in der Evolution keine Rolle (soviel ich weiß).

Beide Kontrahenten in der Debatte machen wichtige Aussagen. Die beiden Standpunkte sind allerdings weit voneinander entfernt. Die Gegensätze in der Kontroverse (die sich um die Aussage ranken: „Je weniger ich es verstanden habe, desto mehr habe ich verstanden.“) scheinen anzudeuten, dass es keinen verbindenden Zwischenraum gibt. Ich will im weiteren erörtern,

³ „Emergenz“ bezeichnet Eigenschaften eines komplexen Systems, die seine Einzelteile nicht besitzen und die erst durch das Zusammenwirken der Einzelteile (Agenten) entstehen. Einer der ersten, der emergente Eigenschaften quantenphysikalischer Systeme zum wichtigen Aspekt dieser Systeme erhob, ist Werner Heisenberg, ausgedrückt im Titel seines Buchs: *Der Teil und das Ganze*, Piper, 1969.

⁴ Unter dem „herkömmlichen“ Paradigma der klassischen Physik soll das Verständnis der klassischen Physik verstanden werden, das vor dem Bekanntwerden der charakteristischen Eigenschaften nicht-linearer Systeme gegolten hatte.

⁵ Präbiotische Systeme bilden die Zwischenstufe zwischen der molekularen „Ursuppe“ in der frühen Atmosphäre (S.L. Miller: *A production of amino acids under possible primitive earth conditions*. *Science* 117, 528 (1953)) und zellulären reproduktionsfähigen Lebewesen. Präbiotisch ist nicht mit dem Begriff prälebendig aus der Potsdamer Denkschrift gleichzusetzen.

ob es einen verbindenden Zwischenraum gibt und welche Fragen dabei zu bearbeiten sind. Vorneweg gesagt: Ich halte die Bearbeitung dieses Zwischenbereichs gleichermaßen für schwierig und nützlich.

Die Kontroverse zwischen H.-P. Dürr und M. Benecke auf der Sitzung in Berlin hatte einen dritten Partner: Jan Schmidt. Jan Schmidt hat allerdings auf dieser Sitzung seine Ausführungen über nicht-lineare dynamische Systeme nicht in die Kontroverse gestellt. Dies wäre allerdings leicht möglich gewesen und bildete vielleicht sogar den Grund für seinen Vortrag.

J. Schmidts Ausführungen laufen darauf hinaus, dass die Folgerungen, welche H.-P. Dürr aus der Quantenphysik zieht, in gleicher Weise aus dem Paradigma der nichtlinearen dynamischen Systeme gezogen werden können (Selbstorganisation, Indeterminismus, fraktale Struktur, Chaos, ...). Diese Systeme gehören zur klassischen Physik, sprengen aber das herkömmliche Paradigma der klassischen Physik. Demnach ist aber die Quantenphysik für H.-P. Dürres Aussagen nur eines von mehreren möglichen Paradigmen.⁶

Die klassische(n) Theorie(n) nicht-linearer dynamischer Systeme scheinen sogar besser geeignet zu sein, ein Paradigma für das neue Denken zu bilden, zu dem die Denkschrift auffordert:

- Bisherige Versuche zur Modellierung der Evolution präbiotischer Systeme beziehen sich auf nichtlineare dynamische Systeme. Dazu gehören u.a. die selbstorganisierenden Hyperzyklen von M. Eigen und P. Schuster.
- Die meisten Modellierungen sozialer Systeme beziehen sich auf nicht-lineare dynamische Systeme.
- Diese Theorien behandeln Systeme der Mesowelt, also solche Systeme, in welche die Denkschrift die Menschen und ihre Umwelt einreicht.

Unterschieden werden müssen Systeme mit und ohne Dissipation. In beiden können chaotische Bewegungen auftreten, mit den charakteristischen Eigenschaften der starken Abhängigkeit der Bewegung von den Anfangsbedingungen, der unvorhersehbaren und starken Variation des Bewegungsverlaufs, der Ausbildung von Attraktoren im Phasenraum mit fraktaler Struktur. Während die Systeme ohne Dissipation zur Mechanik gehören, gehören die Systeme mit Dissipation zur Thermodynamik.

Es gibt noch einen weiteren naturwissenschaftlichen Bereich, der zur Diskussion um die Potsdamer Denkschrift gehört: die statistische Physik. Die Debatte um die naturwissenschaftlichen Bezüge Denkschrift ist in gewisser Weise eine Verlängerung der Debatten, die Ludwig Boltzmann auf sich gezogen hat.⁷

⁶ Natürlich ist sich H.P. Dürr darüber im Klaren, was u.a. durch das Doppelpendel ausgedrückt wird, welches parallel zu seinem Vortrag im Plenum lief.

⁷ Ludwig Boltzmann nahm sich im Jahr 1906 das Leben in tiefer Verbitterung über die Anfeindungen gegen seine Gastheorie, zwei Jahre bevor J. Perrin durch Experimente zur Brownschen Bewegung Boltzmanns Theorien bestätigte.

Siehe u.a.: Res Jost: Boltzmann und Planck: Die Krise des Atomismus um die Jahrhundertwende und ihre Überwindung durch Einstein. In: Einstein Symposium Berlin. Lecture Notes in Physics, 100, Springer, 1979, S. 128-145

Schließlich gehört zur naturwissenschaftlichen Debatte um die Potsdamer Denkschrift Schrödingers Frage: What is Life?⁸

3. Lehren aus bisherigen Modellierungen sozialer und (prä-)biologischer Systeme

Man muss sich klar werden, dass Modelle sozialer Systeme und lebendiger oder präbiotischer Systeme, welche sich im Wesentlichen auf Analoga zu physikalischen Systemen beziehen und darauf beschränken, allenfalls einen punktuellen Erfolg haben.

Versuche, die halbklassische Theorie des Lasers von Hermann Haken⁹ möglichst direkt zur Modellbildung in der Ökonomie und in sozialen Systemen anzuwenden, wurde von W. Weidlich und G. Haag unternommen, u.a. zur Modellierung der Spaltung der öffentlichen Meinung und ökonomischer Zyklen.¹⁰ Die Modelle und die Darstellung der Autoren sind gut verständlich. Andererseits bleiben diese Modelle vereinzelt, sie eröffnen nicht einen Bereich der Modellbildung in der Ökonomie und in sozialen Systemen. Der Grund für diese Beschränkung liegt darin, dass Modelle in der Ökonomie und in den Sozialwissenschaften im allgemeinen Variablen erfordern, die über die Variablen eines physikalischen Systems hinausgehen. Solche Aspekte der ökonomischen oder sozialen Prozesse können z.B. durch die Spieltheorie oder durch kognitive Variablen dargestellt werden.

Ein Modell der präbiotischen Evolution ist der Hyperzyklus von Manfred Eigen.¹¹ Der Hyperzyklus kann mathematisch als nicht-lineares System von kinetischen Reaktionsgleichungen formuliert werden. Das Modell beschreibt, wie chemische Reaktionen durch zyklische Katalyse ein System mit anwachsendem Informationsgehalt aufbauen können. Das Modell enthält wichtige Eigenschaften des Evolutionsprozesses: zeitliche Richtung und Selektion. Es konnten jedoch keine biochemischen Reaktionen gefunden werden, die einen Hyperzyklus konstituieren. Das Modell enthält einige charakteristische biologische Elemente, aber vielleicht nicht genügend. Eine Ursache des Scheitern könnte sein, dass darin nicht der Aufbau eines replikationsfähigen genetischen Codes und seine Wechselwirkung mit der Umgebung (Transskription) erfasst wird.

Ich kenne keine mathematischen Modelle von Lebewesen oder der biologischen Evolution, auch nicht der präbiotischen Evolution, die sich wesentlich auf die Quantenphysik beziehen.

⁸ Erwin Schrödinger: What is Life? The Physical Aspect of the Living Cell. Cambridge University Press, 1944

Eine gute Übersicht der Entwicklung der Frage "What is Life?" mit einer Literaturliste bis zum Jahr 2003 gibt: Life, <http://plato.stanford.edu/entries/life/>

⁹ Die „Synergetik“ von Hermann Haken stützt sich auf die halbklassische Lasertheorie. Die halbklassische Lasertheorie ist eine klassische Theorie, deren Variablen Mittelwerte quantentheoretischer Größen sind. Die Bezeichnung *halb*-klassisch kommt daher, dass bestimmte Größen in der Theorie (die Polarisation der Atome) durch eine quantenmechanische (quantenstatistische) Rechnung gewonnen werden.

¹⁰ W. Weidlich, G. Haag: Quantitative Sociology. Springer, 1983

¹¹ M. Eigen: Die Naturwissenschaften 58, 465 (1971)

M. Eigen, P. Schuster: The Hypercycle - a principle of natural self-organization. Springer 1979

J. Hofbauer, K. Sigmund: Evolutionstheorie und dynamische Systeme, Paul Parey, 1984

4. Gerichtete und offene Evolution, die Wechselwirkung mit der Umgebung und die Emergenz neuer Eigenschaften in der Physik und der Biologie

Die naturwissenschaftlichen Bereiche, welche in die Potsdamer Denkschrift einfließen, sind:

1. Quantentheorie
2. klassische Systeme mit nicht-linearer Dynamik
3. statistische Physik
4. Lebewesen, Evolution, präbiotische Entwicklung

Charakteristisch und gemeinsam für Systeme der vier Bereiche sind drei Eigenschaften:

- Nicht-Umkehrbarkeit der zeitlichen Evolution
- Wechselwirkung mit der Umgebung
- Emergenz neuer Eigenschaften

Das Auftreten dieser allgemeinen Charakteristika in allen vier Bereichen 1.-4. muss jedoch nicht bedeuten, dass diese Bereiche eine einheitliche Welt repräsentieren, dass z.B. quantenphysikalische Systeme prälebendig seien. Das gilt ebenso für einen Zusammenhang zwischen quantenphysikalischen Systemen und klassischen nicht-linearen Systemen.

Andererseits hängen in jedem der vier Bereiche die drei charakteristischen Eigenschaften zusammen. Dies herauszuarbeiten ist eine Aufgabe des unten angeführten Arbeitsvorschlags.

Es handelt sich bei den genannten Charakteristika um (verhältnismäßig) neue Konzepte, deren zusammenhängende Repräsentation in den genannten vier Bereichen bisher noch keine zusammenfassende und vielleicht sogar einheitliche Darstellung gefunden hat. Deshalb einige Hinweise, Anmerkungen und Fragen:

Gerichtete offene zeitliche Entwicklung

Während die Vergangenheit eines physikalischen oder biologischen Systems durch Fakten festliegt, sind zukünftige Ereignisse bestenfalls mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit vorhersagbar. Für C.F.v. Weizsäcker ist dies eine Ausgangserfahrung, welche Naturwissenschaft erst ermöglicht.¹² Die physikalischen Theorien sind konsistent mit dieser Grunderfahrung: Thermodynamik, Elektrodynamik (Es gibt nur *Aus*-strahlung von elektromagnetischen Wellen und keine *Ein*-strahlung.¹³), Kosmologie.¹⁴

Rudolf Hilfer entwickelte den Begriff der fraktalen Zeit und zeigt, dass die Nicht-Umkehrbarkeit der Zeit als der Normalfall der Dynamik eines physikalischen Systems anzusehen ist und die Umkehrbarkeit der Zeit als ein Sonderfall.¹⁵ Wie sieht R. Hilfers Theorie in den angesprochenen naturwissenschaftlichen Bereichen aus? Ergibt sich daraus ein Zusammenhang

¹² Siehe z.B.: CFv. Weizsäcker: *Zeit und Wissen*. Hanser, 1992

¹³ Allerdings ist die Ausstrahlung nicht in den Grundgleichungen der Theorie repräsentiert, sondern muss als Zusatzbedingung eingeführt werden.

¹⁴ G.J. Whitrow: *The Natural Philosophy of Time*. Oxford University Press, 1980

P.C.W. Davies: *The Physics of Time Asymmetry*. University of California Press, 1977

R. Breuer: *Die Pfeile der Zeit – Über das Fundamentale in der Natur*. Meyster Verlag, München, 1984

¹⁵ R. Hilfer: *Fractional Time*. In: L. Castell and O. Ischebeck (eds.): *Time, Quantum and Information*. Springer, 2003, 2004, S. 235-241

der zeitliche offenen Entwicklung in der Quantentheorie, der nicht-linearen klassischen Dynamik, in der statistischen Physik, und in der biologischen Evolution?

Für die Quantentheorie muss die nicht-umkehrbare zeitliche Evolution genauer präzisiert werden. Nach der Schrödinger-Gleichung oder anderen Evolutionsoperatoren ist die zeitliche Entwicklung eines Systems umkehrbar. Irreversibilität entsteht durch die Wechselwirkung mit einer äußeren Welt, z.B. mit einem Messapparat.¹⁶

Besteht ein Zusammenhang zwischen dem Indeterminismus der Quantentheorie und der Indeterminiertheit der Entwicklung nicht-linearer dynamischer Systeme, die durch Instabilitäten, Dissipation, Phasenübergänge und fraktale Strukturen bestimmt sind? H.-P. Dürr betont, die Quantentheorie sei per se nicht-linear, (vermutlich) in der Absicht auf die Einheitlichkeit der beiden Bereiche hinzuweisen. Damit meint er (vermutlich) die Vertauschungsrelationen von Ort- und Impulsoperatoren, deren Produkte im Maß der Planckschen Konstanten nicht vertauschbar sind. Andererseits ist aber die Quantentheorie durch eine lineare Struktur geprägt: In ihr gilt (sehr) streng das lineare Überlagerungsprinzip der Wellenfunktionen. Dies drückt sich in der Linearität der Schrödingerschen Gleichung aus. Die Frage, ob die Quantentheorie per se eine nicht-lineare Theorie sei, scheint mir ungeklärt.

Mathematische Instrumente zur Untersuchung des Zusammenhangs von quantenphysikalischen Systemen mit Systemen mit nicht-linearer Dynamik sind u.a. Wigner Distributionen und stochastische Prozesse.¹⁷

Wechselwirkung mit der Umgebung

Zwei Anmerkungen:

Der Flügelschlag des Schmetterlings am Amazonas

Einer der Wege zur Theorie der fraktalen Strukturen und chaotischen Entwicklungen entstand aus der Modellierung meteorologischer Prozesse.¹⁸ Daraus entstand das Bild, dass der Flügelschlag eines Schmetterlings am Amazonas ausschlaggebend für die Entladung eines Gewitters in Europa sein könnte.

Im Amazonasgebiet schlagen jede Sekunde mehrere Millionen Schmetterlinge mit den Flügeln, die Tagfalter am Tag und die Nachtfalter nachts. Bisher hat noch kein Meteorologe ein Gewitter in Mitteleuropa auf einen besonderen Flügelschlag eines einzelnen Schmetterlings zurückführen können, der am Ufer des Amazonas umherflatterte. Auch nicht auf den viel stärkeren Flügelschlag einer Harpye. Auch nicht auf den noch viel stärkeren Luftstrom eines Flugzeugs, das in Rio startet, auch nicht auf alle Flugbewegungen in Südamerika. Wichtiger

¹⁶ Siehe z.B.:

H.-D. Zeh: On the interpretation of measurement in quantum theory. *Foundation of Physics* 1, 69-76

R. Penrose: *The emperor's new mind*. Oxford University Press, 1989

H.-D. Zeh: *The wave function: It or bit?* In: *Science & Ultimate Reality*, Cambridge University Press, 2004

¹⁷ Siehe z.B.: Edward Nelson: *Connection between Brownian Motion and Quantum Mechanics*. In: *Einstein Symposium Berlin. Lecture Notes in Physics*, 100, Springer, 1979, S. 168-179

¹⁸ E.N. Lorenz: *J. Atmospheric Science* 20, 130 (1963) und 20, 448 (1963)

könnten die Abgase dieser Flugzeuge sein, oder die Abholzung des Amazonaswaldes, durch die auch die Zahl der Flügelschläge von Schmetterlingen reduziert wird.

Die Verbindung eines quantenphysikalischen Systems mit der ganzen Welt

Die Verbindung eines quantenphysikalischen Systems mit der ganzen Welt hat in der Potsdamer Denkschrift einen hohen Stellenwert. Dabei ist es gerade die Anbindung eines quantenphysikalischen Systems an die Welt, die durch Zerstörung der Kohärenz der Phasen der Wellenfunktion das System zu einem klassischen System macht.

Die Grund für die Zunahme Entropie während der zeitlichen Evolution eines Systems der statistischen Physik ist immer noch eine offene theoretische Frage. Eine Möglichkeit für die Entropiezunahme ist eine Koppelung des Systems an die Außenwelt, welche beliebig schwach sein kann. Georg Süssmann führt ein anderes Konzept ein: Semichaos.¹⁹

Emergenz

Wie können emergente Prozesse in physikalischen Theorien beschrieben werden?

Die statistische Physik erreicht die Emergenz neuer Eigenschaften durch den thermodynamischen Limes. In einer algebraischen Quantentheorie können emergente Observablen eines quantenphysikalischen Systems auftreten. Beispiele sind die Temperatur und das chemische Potential.²⁰ Dabei spielen topologische Festlegungen eine Rolle. Wie hängen diese mit dem thermodynamischen Limes der statistischen Physik zusammen?

Weitere Themen

- Wie kann die Quantentheorie auf elementare Prozesse aufgebaut werden (vom Ur zum Wirk)?
- Modellierung biologischer und präbiotischer Systeme sowie der Evolution

5. Arbeitsvorschlag

Idealiter stelle ich mir als Ziel der Debatte ein Buch vor mit dem Arbeitstitel:

Offene zeitliche Evolution, Wechselwirkung mit der Umwelt und die Emergenz neuer Eigenschaften in quantenphysikalischen, klassischen nicht-linearen und biologischen Systemen

Das Buch soll:

- den inneren Zusammenhang der drei Aspekte: zeitliche Evolution, Wechselwirkung mit der Umwelt und die Emergenz neuer Eigenschaften in den physikalischen Theorien und innerhalb der Biologie aufzeigen, sowie
- den Zusammenhang unter den physikalischen Theorien und der Biologie in Bezug auf die drei Aspekte diskutieren.

¹⁹ Georg Süssmann: Irreversibility via Semichaos. In: L. Castell and O. Ischebeck (eds.): Time, Quantum and Information. Springer, 2003, 2004, S. 219-231

²⁰ M. Takesaki: Disjointness of the KMS states of different temperatures. Communications in Mathematical Physics 17, 33-41 (1970)

U. Müller-Herold: Disjointness of β -KMS states with different chemical potential. Letters in Mathematical Physics 4, 45-88 (1980)

H. Atmanspacher und H. Primas: Epistemic and ontic quantum realities. In: L. Castell and O. Ischebeck (eds.): Time, Quantum and Information. Springer, 2003, 2004, S. 301-321

Eine wesentliche Bedingung für die Qualität und den Erfolg dieses (noch hypothetischen) Buchs ist ein länger durchgeführter Diskussionsprozess in einer Arbeitsgruppe, die u.a. das Buch vorbereitet, die Autoren einzelner Beiträge auswählt und die Redaktion begleitet. Die Vorbereitung des Buchs betrifft die Leitfragen der Beiträge, ihren inneren Zusammenhang sowie das fachlich-technische Niveau. Geschrieben werden sollten die einzelnen Kapitel von einer oder wenigen (sehr) kompetenten Personen. Es wäre ein Buch über aktuelle Grundfragen der Naturwissenschaften. Da in diesen Bereichen aktuell intensiv gearbeitet wird, könnte die Forschung bald weiter kommen und das Buch bald an Aktualität verlieren. Dies wäre zu begrüßen. Das Buch würde dann zumindest den state of the art darstellen.

Das Buch sollte so geschrieben sein, dass es für naturwissenschaftlich Interessierte verständlich ist. Andererseits sollten die Beiträge vor mathematischen Entwicklungen nicht zurückschrecken. Mir scheint, dass dieses Buch ziemlich erfolgreich werden könnte. Es sollte deshalb in Deutsch und Englisch geschrieben werden.

Abschnitt 1 („Elemente der Kontroverse“) weist darauf hin, dass die Debatte um die Potsdamer Denkschrift zwei Seiten hat: (a) ihre Aussagen zu naturwissenschaftlichen Themen und (b) ihre Aussagen zur Rolle der Naturwissenschaften für die Interpretation der technisch-wissenschaftlichen Welt. Die Interpretation ist sowohl als rezipierendes Verständnis wie als handelnde Beteiligung zu verstehen. Die zweite Seite der Debatte könnte das Thema einer anderen Arbeitsgruppe sein. Die hier vorgeschlagene Arbeitsgruppe nimmt also nicht die gesamte Kontroverse um die Potsdamer Denkschrift auf, sondern beschränkt sich auf deren naturwissenschaftliche Aspekte. Mir scheint es wichtig, die beiden Seiten der Debatte zu trennen.

Würden die Autoren der Potsdamer Denkschrift und die Protagonisten der Kontroverse diesen Arbeitsvorschlag für sinnvoll halten zur weiteren Entwicklung und Klärung ihrer Argumente, oder meinen sie, bereits alles Erforderliche gesagt zu haben?