

Petzer · Steiner (Hg.)
Synergie

TRAJEKTE

Eine Reihe des Zentrums für
Literatur- und Kulturforschung Berlin

Herausgegeben vom
Zentrum für Literatur- und Kulturforschung

Tatjana Petzer · Stephan Steiner (Hg.)

Synergie

Kultur- und Wissensgeschichte einer Denkfigur

Wilhelm Fink

Gedruckt mit freundlicher Unterstützung der VolkswagenStiftung

Umschlagabbildung:

Igor Sacharow-Ross: ohne Titel, aus dem Zyklus „Syntopie der Orte“
Mischtechnik auf Papier, 1995

Mit freundlicher Genehmigung des Künstlers und David Ertl (Fotograf).

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung, vorbehalten. Dies betrifft auch die Vervielfältigung und Übertragung einzelner Textabschnitte, Zeichnungen oder Bilder durch alle Verfahren wie Speicherung und Übertragung auf Papier, Transparente, Filme, Bänder, Platten und andere Medien, soweit es nicht §§ 53 und 54 UrhG ausdrücklich gestatten.

© 2016 Wilhelm Fink, Paderborn
(Wilhelm Fink GmbH & Co. Verlags-KG, Jühenplatz 1, D-33098 Paderborn)

Internet: www.fink.de

Einbandgestaltung: Evelyn Ziegler, München
Printed in Germany
Herstellung: Ferdinand Schöningh GmbH & Co. KG, Paderborn

ISBN 978-3-7705-5896-4

MARIE-LUISE HEUSER

Autopoiese und Synergetik

Konzepte der Selbstorganisation

Die Theorien der Autopoiese und der Synergetik werden oft synonym als Selbstorganisationstheorien aufgefasst, obwohl es gravierende Unterschiede zwischen beiden gibt, die das konzeptionelle Verständnis von ‚Selbstorganisation‘ betreffen. Die auf die Kybernetik zurückgehende Autopoiese beschäftigt sich mit der Selbsterhaltung und der Selbstreproduktion von Systemen, die Synergetik dagegen ist eine Theorie für die ursprüngliche Entstehung von Systemen und die Emergenz von Systemeigenschaften. Was sie eint, ist der universelle Geltungsanspruch, den die Begründer für ihre Theorien erheben, der jedoch naturgemäß nicht eingelöst werden kann. Im Folgenden soll ausgehend von der Genese des Begriffs ‚Selbstorganisation‘ die Entwicklung systemischer Ansätze nachvollzogen und deren modellierendes Potential herausgestellt werden.

Anmerkungen zur Begriffsgeschichte

Vor der Etablierung der mechanistischen Physik findet sich das Konzept der Selbstorganisation in der Naturphilosophie der Renaissance. Die platonische und neuplatonische ‚Weltseele‘-Lehre aufgreifend, war insbesondere Giordano Bruno der Auffassung, dass sich Sterne und Sternsysteme, Tiere und Pflanzen sowie die Kunst des Menschen selbst organisieren. In einem seiner Hauptwerke *De la causa, principio, et uno* schrieb er 1584:

Jedes Ding, wie klein und gering auch immer es sein möge, hat in sich einen Teil der geistigen Substanz; diese wiederum, wenn sie ein je geeignetes Substrat findet, entwickelt sich zum Pflanze-Sein oder Lebewesen-Sein und nimmt die Glieder eines jeden Körpers an, von dem man gemeinhin sagt, er sei beseelt.¹

Er dachte sich dabei eine innere Ursache, die er ‚innerer Künstler‘ nannte,

weil sie die Materie formt und von innen gestaltet, so wie sie etwa aus dem Innern des Samens oder der Wurzel heraus den Stamm hervorschickt und entfaltet, aus dem Innern des Stammes wiederum die Äste hervortreibt, aus dem Innern der Äste die kleineren Zweige gestaltet, aus deren Inneren die Knospen bildet und von innen her-

¹ Giordano Bruno: *Werke*, Bd. 3: *De la causa, principio, et uno. Über die Ursache, das Prinzip und das Eine* (1584), italienisch-deutsch, übersetzt, kommentiert und herausgegeben von Thomas Leinkauf, Hamburg: Felix Meiner 2007, S. 111.

aus, als ob es Nerven wären, die Blätter, Blüten und Früchte formt, gestaltet, zusammenwebt und wiederum von innen heraus zu bestimmten Zeiten ihre Säfte von dem Laub und den Früchten zu den Zweigen, von diesen zu den Ästen, von diesen zum Stamm und zu den Wurzeln zurückleitet; [...].²

Wie an diesem Zitat ersichtlich wird, denkt Bruno die Selbstgestaltung des Baumes als eine zirkuläre Selbstorganisation. Weiter unten werden wir sehen, dass Immanuel Kant dieses Baumbeispiel wieder aufgreifen wird, um seinen eigenen Begriff von Selbstorganisation zu entwickeln. Die Materie ist für Bruno nicht leblos und passiv, sondern mit aktiven Kräften der Selbstgestaltung und Selbstorganisation versehen. Nicht nur die organische, sondern auch die anorganische Materie besitzt diese Fähigkeit: „Weil sie ungestaltet erscheinen, haben die Steine, das Pulver und die Asche keine weniger fruchtbare Natur, denn was nicht auf bestimmte Weise geformt ist, kann sich eher in alles verwandeln.“³ Bruno entwickelt hier den Gedanken, dass die anorganische Materie aus sich selbst heraus eine unendliche Mannigfaltigkeit an Formen entwickeln kann, weil sie selbst ungestaltet ist. Die aktive Potenz der Selbstgestaltung wird von Bruno ‚Monade‘ genannt. Brunos Monadologie ist die philosophische Grundlage für seine Annahme, dass die aktiven Gestaltungsprinzipien der Materie überall im Universum „beständig erstaunliche Arten“⁴ hervorbringen, Lebewesen, die trotz ihrer Vielfalt und Heterogenität ähnliche Grundcharakteristika besitzen, beispielsweise einen flüssigen Kreislauf.⁵ Die zirkuläre Prozessform wird von Bruno auf die gesamte Natur ausgedehnt: „Was wäre, wenn die Natur nicht alles in einem Kreislauf wiederherstellen würde, und alles von neuem entstünde?“⁶ Noch vor William Harvey, dem die Entdeckung des Blutkreislaufs um 1628 zugeschrieben wird, postulierte Bruno den Blutkreislauf für menschliche und tierische Organismen. Er erkannte zudem bereits die zentrale Bedeutung des Wasserkreislaufs für die Existenz des Lebens auf einem Planeten:

Auch das Wasser kreist und strömt aus dem Schoß der Erde hervor. Jedoch fließt nicht mehr Wasser zu uns herauf, als wiederum in die Tiefe hinabströmt, um dann wieder nach oben zu steigen und von neuem die Quellen zu füllen, aus denen es bereits einmal floß. [...] Wie könnte Leben existieren, wenn das Meer das ganze Wasser aufsaugen und nicht dem ewigen Kreislauf zurückgeben würde? Es wäre, als sammelte sich unser ganzes Blut an einem einzigen Ort, um dort zu bleiben, ohne zu seinem Ursprung zurückzukehren und wieder in seinen alten Bahnen zu fließen.⁷

Brunos Credo ‚alles kreist‘ zielte auf eine umfassende Naturtheorie der dynamischen Zirkularität. Die jeweils ursprüngliche Entstehung zirkulärer Prozessstruktu-

2 Ebd., S. 97.

3 Giordano Bruno: *De Immenso et Innumerabilibus* (1591); dt.: *Das Unermessliche und Unzählbare. V. und VI. Buch*, übers. von Erika Rojas, Peißenberg: Skorpion 2000, S. 41.

4 Ebd., S. 48.

5 Ebd., S. 81–89.

6 Ebd., S. 85.

7 Ebd.

ren war für ihn mit dem Begriff der Selbstorganisation verbunden, womit er dem modernen Verständnis aus naturphilosophischer Sicht schon recht nahe kam.

Es war Kant, der diesen Faden einer dynamistischen Naturauffassung wieder aufnahm. Einen Newton des Grashalms könne es nicht geben, meinte er in seinem 1790 erschienenen Werk *Kritik der Urteilskraft*, denn ein Organismus ist nicht bloß eine Maschine. Er besitzt in sich bildende Kraft und kann daher auch nicht als bloßes Kunstwerk betrachtet werden:

Man sagt von der Natur und ihrem Vermögen in organisierten Produkten bei weitem zu wenig, wenn man dieses ein *Analogon der Kunst* nennt; denn da denkt man sich den Künstler (ein vernünftiges Wesen) außer ihr. Sie organisiert sich vielmehr selbst, und in jeder Spezies ihrer organisierten Produkte, zwar nach einerlei Exemplar im Ganzen, aber doch auch mit schicklichen Abweichungen, die die Selbsterhaltung nach den Umständen erfordert.⁸

Kant greift die Renaissance-Metapher vom ‚inneren Künstler‘ der Natur wieder auf, um die Sphäre des Organischen von der anorganischen zu trennen, die ihm zufolge streng mechanistischen Gesetzmäßigkeiten unterliegt. Wie sich aus Kants gesamter Erkenntnistheorie herleiten ließe, kann sich Selbstorganisation bei ihm nur auf bereits existente Organismen beziehen, die nur als gegebene Entitäten Gegenstände möglicher Erfahrung sein können. Dies hatte zur Konsequenz, dass Kant Selbstorganisation bloß als Selbstreproduktion denken konnte – und nicht als emergente Entstehung von qualitativ Neuem. Dies wird insbesondere an dem Beispiel deutlich, das er zur Verdeutlichung seiner Sichtweise anführt. Indem ein Baum einen anderen von derselben Gattung hervorbringt, ist er Ursache; da er aber ebenfalls von dieser Gattung hervorgebracht wurde, ist er Wirkung. Als Gattung ist der Baum daher sowohl Ursache als auch Wirkung seiner selbst. Er reproduziert sich selbst. Gleiches gilt für den einzelnen individuellen Baum. Er wächst, indem er Bestandteile seiner Umgebung aufnimmt. Insofern, als er nur aus diesen Bestandteilen besteht, ist er Produkt, Wirkung. Aber keinesfalls kann er als mechanische Wirkung äußerer Naturstoffe und Naturkräfte angesehen werden, da die Verarbeitung der Grundstoffe nach Maßgabe des ‚inneren Scheidungs- und Bildungsvermögens‘ des Baumes geschieht. Jeder Baum ist daher nicht nur gattungsmäßig, sondern auch individuell Ursache und Wirkung seiner selbst: Er reproduziert sich selbst. Es ist diese Kreisförmigkeit der Selbstverursachung, die Kant mit dem Begriff der Selbstorganisation verbindet. Im Unterschied zu Bruno denkt Kant keine *natura naturans* im ursprünglichen Sinne der Selbstkonstitution von Gestaltungen und Organisationen. Er kennt keine Monodologie mehr, die noch Gottfried Wilhelm Leibniz in Anknüpfung an Bruno als zentrale Metaphysik der Selbsthervorbringung konzipiert. Kants Verständnis der Selbstorganisation ähnelt – vom Konzept her gesehen – dem Verständnis von Selbstorganisation, wie es von heutigen Autopoiesetheoretikern vertreten wird.

Friedrich Wilhelm Joseph Schelling erkannte um 1798 die Grenzen des kantischen Begriffs der Selbstorganisation. Mit Johann Gottlieb Fichtes Philosophie der

⁸ Immanuel Kant: *Kritik der Urteilskraft* (1790), Frankfurt a. M.: Suhrkamp 1977, B 293.

absoluten Tathandlung vertraut, verfügte Schelling über eine Theorie ursprünglicher Selbstkonstitution, vor deren Hintergrund er nun nicht mehr nur nach der Selbstreproduktion immer schon existenter organismischer Kreisläufe, sondern nach deren ursprünglich erster Entstehung fragte. Damit näherte er sich naturphilosophisch dem modernen emergenztheoretischen Verständnis von Selbstorganisation an. In seiner Schrift *Von der Weltseele, eine Hypothese der höheren Physik zur Erklärung des allgemeinen Organismus* fragt Schelling nach dem ersten Ursprung des Lebens aus der leblosen Materie, ohne eine zusätzliche Lebenskraft annehmen zu wollen. Den Vitalismus hält er für einen ‚Schlagbaum der Vernunft‘: ‚Es ist ein alter Wahn, daß Organisation und Leben aus Naturprincipien unerklärbar seyen. – Soll damit so viel gesagt werden: der *erste* Ursprung der organischen Natur seye *physikalisch* unerforschlich, so dient diese *unerwiesne* Behauptung zu nichts, als den Muth des Untersuchers niederzuschlagen.“⁹ Für Schelling ist Selbstorganisation nicht auf die organische Sphäre eingeschränkt, sondern ein Grundcharakteristikum der gesamten Natur, das mit der ursprünglichen Entstehung des Universums zusammenhängt. Schelling denkt keine phänomenologische Selbstorganisation, sondern fundamentaler eine ursprüngliche Selbstkonstitution:

Ursprünglich aber ist für uns in der Natur überhaupt kein *einzelnes Seyn*, (als ein zu Stande gekommnes) vorhanden, denn sonst ist unser Thun nicht Philosophie, sondern Empirie. – Wir müssen, was *Object* ist, in seinem *ersten Ursprung* erblicken. Vorerst ist also alles, was in der Natur ist, und die Natur als Inbegriff des *Seyns*, selbst für uns gar nicht vorhanden. Ueber die Natur philosophiren heißt die Natur *schaffen*.¹⁰

Da eine konsequente Naturphilosophie für Schelling von nichts ausgehen kann, das Produkt, d. h. Ding, Gegenstand ist, muss sie von etwas Nichtobjektivem ausgehen. Dieses Unbedingte der Natur wird von Schelling in immer wieder neuen Anläufen theoretisch neu gefasst. Schellings Frage, wie es überhaupt zu so etwas wie Objektivität und Gegenständlichkeit kommen kann, scheint mir von den gegenwärtigen Selbstorganisationstheorien noch nicht eingeholt worden zu sein. Sie können dies nicht, weil sie als jeweilige Anfangsbedingungen die Existenz von Systemen mit einem vorgegebenen Tupel an Gesetzmäßigkeiten voraussetzen müssen, ohne diese selbst noch einmal theoretisch begründen zu können. Dies gilt für alle gegenwärtigen Selbstorganisationstheorien, auch für diejenigen, deren vorrangiges Forschungsgebiet die spontane Emergenz ist. Emergenz wird hier immer als Emergenz von qualitativ neuen Zuständen eines aber sonst vorausgesetzten Systems verstanden. Die Selbstorganisation wird so zu einer Eigenschaft jeweils vorgegebener Systeme und nicht zu deren genetischen Grund. Wie schwierig es ist, eine Selbst-

9 Friedrich Wilhelm Joseph Schelling: „Von der Weltseele, eine Hypothese der höheren Physik zur Erklärung des allgemeinen Organismus (1798)“, in: ders.: *Werke*, Bd. 6, Stuttgart: Frommann-Holzboog 2000, S. 64–433, hier S. 68. Siehe auch Marie-Luise Heuser: „Schellings Begriff des Organismus und seine Kritik des Mechanismus und Vitalismus“, in: *Allgemeine Zeitschrift für Philosophie* 14 (1989), S. 17–36.

10 Friedrich Wilhelm Joseph Schelling: „Erster Entwurf eines Systems der Naturphilosophie“ (1799), in: ders.: *Werke*, Bd. 7, Stuttgart: Frommann-Holzboog 2001, S. 63–271, hier S. 78.

organisation des Universums selbst zu denken, zeigt sich heute insbesondere bezogen auf die Anfangssingularität des Universums.¹¹ Genau dort endet die Erklärungskraft heutiger naturwissenschaftlicher Theorien.

Mit diesem Problem hängt auch ein weiteres zusammen, das von Schelling ausführlich reflektiert wurde: das Problem der Integration von Freiheit und Natur. Es war genau dieses Problem, welches ihn zur Formulierung einer Naturphilosophie der Selbstorganisation veranlasst hatte, die ihn schließlich zu der Idee einer ‚Mitwissenschaft der Schöpfung‘ führte, die ihn hinter Raum, Zeit und Materie bis an den Beginn des Universums zurückdenken ließ:

Dem Menschen muß ein Princip zugestanden werden, das außer und über der Welt ist; denn wie könnte er allein von allen Geschöpfen den langen Weg der Entwicklungen, von der Gegenwart an bis in die tiefste [sic] Nacht der Vergangenheit zurück verfolgen, er allein bis zum Anfang der Zeiten aufsteigen, wenn in ihm nicht ein Princip vor dem Anfang aller Zeiten wäre? Aus der Quelle der Dinge geschöpft und ihr gleich hat die menschliche Seele eine Mitwissenschaft der Schöpfung.¹²

Die Mitwissenschaft der Schöpfung erlaubt es den Menschen nicht nur, die inneren, konstitutiven Prinzipien der Weltentstehung zu entschlüsseln, sondern selbst kreativ zu werden und neue Wirklichkeiten zu schaffen. Damit können die Menschen transzendent in der Immanenz sein. Sie sind als kosmische Wesen zudem nicht auf die Erde festgelegt, sie sind keine lokalen, sondern universale Wesen. Schellings Konzept der Selbstorganisation war in ein umfassendes philosophisches Gesamtwerk eingebunden, welches für die kulturelle und anthropologische Semantik aktueller naturwissenschaftlicher Theorien reiches, noch weitgehend unerschlossenes, heuristisches Wissen bereithält.

Die Bénard-Konvektion – ein Beispiel für Selbstorganisation

Der französische Chemiker Henri Bénard hatte 1900 entdeckt, dass sich in einer Flüssigkeit, die von unten erhitzt wird, dynamische Strukturen bilden können, die nach ihm ‚Bénard-Konvektion‘ oder ‚Bénard-Zellen‘ benannt wurden. Diese dynamischen Strukturen entstehen folgendermaßen: Wird eine Pfanne mit Silikon-Öl in einem Gravitationsfeld von unten gleichmäßig erhitzt, entsteht ein Temperatur-

11 Eine interessante Ausarbeitung der Selbstorganisationstheorien für die Astrophysik mit einem eigenen Kapitel zur synergetischen Herangehensweise findet sich in: Mikhail Ya Marov: *Turbulence and Self-Organization. Modeling Astrophysical Objects*, New York, NY: Springer 2013.

12 Friedrich Wilhelm Joseph von Schelling: *Die Weltalter. Fragmente. In den Urfassungen von 1811 und 1813* (1811/1813), hg. von Manfred Schröter, München: Biederstein Verlag und Leibniz Verlag 1946, S. 4. Ausführlicher dazu in: Marie-Luise Heuser: „Self-Organization and Self-Construction. Schelling’s Concept of Productivity“, Vortrag in New York City, NY, August 2014. Dass man mit einseitig naturalistischen Philosophien dazu tendiert, Freiheit grundsätzlich zu negieren, ist den Ausführungen von Hermann Haken/Günter Schiepek: *Synergetik in der Psychologie. Selbstorganisation verstehen und gestalten*, Göttingen: Hogrefe 2010, S. 288–295, zu entnehmen.

gradient zwischen der oberen und unteren Schicht der Flüssigkeit. Im sogenannten ‚unterkritischen Bereich‘ der Temperaturdifferenz passiert nicht viel: Die Wärme wird von unten nach oben mittels *Wärmeleitung* weitergegeben, wobei nur die Brownsche Molekularbewegung beeinflusst wird und die Flüssigkeit als Ganzes infolge der Viskosität in Ruhe bleibt. Die Wärmeleitung führt jeweils zu einem *Ausgleich der Unterschiede*, d. h. zu einem höheren Grad an *Desorganisation*. Dies wird als *Entropieproduktion* bezeichnet. Der Wärmefluss ist *irreversibel*, da die Energie in Mikrobewegungen *dissipiert*, d. h. zerstreut wird.

Wird die Temperaturdifferenz, auch *Kontrollparameter* genannt, erhöht, wird das System *instabil*. Durch die Gravitation wird das System in eine sog. ‚Rayleigh-Taylor-Instabilität‘ versetzt, die immer dann eintritt, wenn eine schwerere Flüssigkeit auf eine leichtere geschichtet wird. Bei einem *kritischen Wert* der Temperaturdifferenz schlägt plötzlich das ganze System von Konduktion auf Konvektion um, d. h. die bloße, durch Brownsche Molekularbewegung übertragene Wärmeleitung, die das Öl als makroskopische Einheit in Ruhe beließ, wird ersetzt durch Strömungen, wobei die Moleküle ihren Ort verlassen und nach oben und unten fließen. Unmittelbar vor dem kritischen Punkt der Selbstorganisation wird das alte Regime der Wärmeleitung, welches durch bestimmte *Ordnungsparameter* im *Phasenraum* beschreibbar ist, aufgelöst. *Chaotische Fluktuationen* markieren den Übergang in eine neue Ordnung. Das eigentlich Überraschende ist die plötzliche, durch Randbedingungen nicht determinierte *Kooperation* einer riesigen Zahl von ca. 10 hoch 20 Molekülen, die sich *spontan*, d. h. ohne externen Verursacher, zu wohlgeordneten Konvektionsströmen zusammenfinden. Entweder entstehen Rollen oder schöne sechseckige Wabenzellen.¹³

Das Ungewöhnliche besteht nicht nur in der Strukturbildung, sondern in der Unvermitteltheit des Geschehens. Die Entwicklung der wabenförmigen Strömungsstrukturen geschieht nicht allmählich, etwa so, dass sich zunächst annähernd sechseckige Strukturen bilden würden, die sich allmählich vervollkommen. Dies wäre ein Vorgang, der wieder recht gut mit den üblichen Methoden erfassbar wäre. Die Struktur ist plötzlich, mit einem Mal da. Sie ist *nicht ableitbar* aus dem vorherigen Geschehen, denn eine minimale Änderung, eine winzige Fluktuation genügt, um das ganze System zum Umschlagen zu bringen. Die Instabilität gleicht einer Kugel, die auf dem höchsten Punkt eines Berges liegt und durch winzige Fluktuationen irgendeinen der Wege ins Tal nimmt. Die winzig kleine Veränderung der Randbedingungen steht in keinem proportionalen Verhältnis zu der Wirkung, kann also nicht als *causa efficiens* gedacht werden. In der Singularitätsstelle, dem ‚kreativen Akt‘, fallen vielmehr Ursache und Wirkung zusammen, d. h. die herkömmlichen deterministischen Methoden der Physik müssen hier versagen. Der kritische Punkt zeigt sich als *Unstetigkeitsstelle*, als *Singularität* in den mathematischen Bifurkationsgleichungen. Hat sich die neue Flüssigkeitsordnung stabilisiert, ist die Dynamik wieder mit herkömmlichen Methoden deterministisch beschreibbar. Auch die andere große Methode der Naturwissenschaften, die *Stochastik*, ver-

¹³ Siehe hierzu Abb. 1 im Beitrag von Dietmar Hansch und Hermann Haken in diesem Band.

sagt am ‚kritischen Punkt‘, da im Verzweigungspunkt nicht das ‚Gesetz der großen Zahl‘ wirkt, d. h. es wird kein Mittelwert über die unendlich vielen Möglichkeiten der Gestaltbildung realisiert, sondern nur eine einzige von diesen vielen Möglichkeiten.

Theoriebildungen zur Selbstorganisation

Es war der magische Zeitpunkt um 1970, als fast zeitgleich erste naturwissenschaftliche Theorien der Selbstorganisation erschienen,¹⁴ die eine paradigmatische Wende einläuteten: die biologische Theorie der Autopoiese von Humberto Maturana, die Arbeit zur molekularen Evolution von Manfred Eigen, die thermodynamische Theorie dissipativer Systeme fernab vom Gleichgewicht von Ilya Prigogine sowie die aus der Quantenoptik und der Theorie der Phasenübergänge stammende Theorie der Synergetik von Hermann Haken.¹⁵ Die Begründer dieser Theorien kamen aus sehr unterschiedlichen Disziplinen. Dieser jeweils unterschiedliche Ausgangsort hatte Auswirkungen auf die Formulierung ihrer Theorien: Dem chilenischen Neurobiologen Humberto Maturana ging es um die Frage, was ein Organismus ist und wodurch dieser gekennzeichnet sei. Demzufolge setzte er Organismen als gegeben voraus und untersuchte deren wesentliche Charakteristika. Organismen sind ihm zufolge durch eine zirkuläre Selbstreproduktion ausgezeichnet, die sie in Abgrenzung zur anorganischen Sphäre zu autonomen Wesen macht. Manfred Eigen vom Göttinger Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie setzte die Organismen dagegen nicht als gegeben voraus, sondern suchte grundlegender nach der ursprünglich ersten Entstehung des Lebens. Zusammen mit Ruthild Winkler entwickelte er dafür seine Hyperzyklustheorie. Der aus Moskau stammende, belgische Physikochemiker Ilya Prigogine wiederum war spezialisiert auf die Thermodynamik. Er suchte nach einer physikalischen Theorie der Ordnungsentstehung, um eine Brücke von der Physik zur Biologie schlagen zu können und um eine Erklärung für die Naturgeschichte zu finden. Auch ging es ihm um eine Integration von menschlicher Freiheit und Naturgesetzmäßigkeit.¹⁶ Anknüpfend

14 Noch weiter eingegrenzt wird dieser Zeitpunkt in Rainer Feistel/Werner Ebeling: *Physics of Self-Organization and Evolution*, Weinheim: Wiley-VCH 2011, wo die Rede vom „magic year of 1971“ ist (ebd., S. 3).

15 Vgl. Humberto Maturana: „Biology of Cognition“, in: *Biological Computer Laboratory Research Report*, BCL 9.0, Urbana, IL: University of Illinois 1970. Manfred Eigen: „The self-organisation of matter and the evolution of biological macromolecules“, in: *Naturwissenschaften* 58 (1971), S. 465–523. Paul Glansdorff/Ilya Prigogine: *Thermodynamic Theory of Structure, Stability and Fluctuations*, New York, NY: Wiley Interscience 1971. Hermann Haken/Robert Graham: „Synergetik. Die Lehre vom Zusammenwirken“, in: *Umschau* 6 (1971), S. 191–195.

16 In einem ZDF-Fernsehinterview vom 22. Juli 1981 formulierte Prigogine die für ihn wesentliche Frage so: „Was würde aus der menschlichen Freiheit in einer Welt, die ein Automat wäre? Die vollständig determiniert wäre?“

an Erwin Schrödingers Vortrag „Was ist Leben“ von 1943¹⁷ entwickelte er das Konzept des Entropieflusses zur Überwindung des Entropiesatzes, der für geschlossene thermodynamische Systeme eine zunehmende Desorganisation vorsah. Er entwarf eine Theorie der spontanen Entstehung von Ordnung jenseits eines kritischen Nichtgleichgewichts, wobei er unter anderem die mathematische Bifurkationstheorie mit der Fluktuationslehre aus der Stochastik verband. Schließlich schuf der Stuttgarter Physiker Hermann Haken, dessen vorrangiges Forschungsgebiet die Quantenoptik ist, auf der Grundlage der von ihm aufgestellten Lasertheorie schließlich die „Synergetik“, die eine allgemeine mathematische Strukturtheorie der Entstehung von Ordnung ist.¹⁸ Sie wurde disziplinübergreifend mittlerweile auf fast alle Gebiete angewandt: von der Physik, Chemie, Biologie, Medizin auf die Psychologie, die Sozialwissenschaften, die Ökonomie und nicht zuletzt die Wissenschaftstheorie.

Maturanas Theorie der Autopoiese befasst sich mit einer kategorial anderen Fragestellung als Eigens Hyperzyklustheorie, Prigogines Nichtgleichgewichtsthermodynamik oder Hakens Synergetik. Die Autopoiese bezieht sich auf schon vorhandene Ordnungsstrukturen von Organismen und thematisiert deren Selbst(re)produktion, während die anderen genannten Theorien fundamentaler nach dem ersten Ursprung und der Evolution von Ordnungszuständen fragen. Autopoiese findet als stabilisierter Prozess im dynamischen Gleichgewichtszustand statt, während emergente Prozesse, die qualitativ neue Zustände erzeugen, kritisches Ungleichgewicht und kritische Instabilität voraussetzen. Im Vergleich mit der Nichtgleichgewichtsthermodynamik, dem Hyperzyklus und der Synergetik ist die Autopoiese ein konservativ-systemerhaltender Vorgang. Dies sieht auch Hermann Haken so. Sein wissenschaftlicher Biograph Bernd Kröger meint dazu:

Obwohl die Autopoiese einen großen Einfluß im biologischen und vor allem im soziologischen Bereich hat, so ist ihr Bezug zur Selbstorganisation eher im zirkulären Wirken *bestehender* Ordnung zu sehen. In Hinblick auf die Entstehung (Emergenz) von Ordnung und verschiedener Ordnungsstufen trifft die Autopoiese keine Aussagen. Sie setzt bereits Ordnung voraus. Daher sah Hermann Haken auch keinen Anlass sich mit dieser, vor allem im Rahmen des Radikalen Konstruktivismus in der Literatur hofierten und diskutierten Theorie, intensiver auseinanderzusetzen.¹⁹

Übertragen auf soziale Systeme kann die Autopoiesetheorie Innovation oder die Entstehung neuer Gesellschaftsstrukturen nicht thematisieren.²⁰ Dies wirkt sich

17 Publiziert wurde der Vortrag auf Englisch in Cambridge 1944 und auf Deutsch 1950 in Bern: Erwin Schrödinger: *Was ist Leben? Die lebende Zelle mit den Augen des Physikers betrachtet*, Bern: Francke 1950, wo er schreibt: „Das, wovon ein Organismus sich ernährt, ist negative Entropie. Oder, um es etwas weniger paradox auszudrücken, das Wesentliche am Stoffwechsel ist, daß es dem Organismus gelingt, sich von der Entropie zu befreien, die er, solange er lebt, erzeugen muß“ (ebd., S. 101).

18 Hermann Haken: *Synergetics. An Introduction*, New York, NY: Springer 1977.

19 Bernd Kröger: *Hermann Haken und die Anfangsjahre der Synergetik*, Berlin: Logos 2013, S. 259.

20 Vgl. auch Marie-Luise Heuser: „Wissenschaft und Metaphysik. Überlegungen zu einer allgemeinen Selbstorganisationstheorie“, in: Wolfgang Krohn/Günter Küppers (Hg.): *Selbstorganisation*.

auch auf die Adaption dieser Lehre in der Sozialtheorie von insbesondere Niklas Luhmann aus. Da es vor allem die Synergetik ist, die ein Konzept besitzt, um zu erklären, wie im kritischen Punkt des Nichtgleichgewichts spontan Ordnung entstehen kann, werde ich mich zum Vergleich der beiden kategorial unterschiedlichen Prozesstypen – einmal der Selbstreproduktion von Ordnung und zum anderen der ursprünglichen Entstehung von Ordnung – auf die Theorie der Autopoiese und auf die Synergetik beschränken. Prigogine klammere ich hier aus, da sein Ansatz zwar gut erklärt, *dass* im Bifurkationspunkt etwas Neues geschieht, nicht aber, *wie* dies geschieht. Der Thermodynamik dissipativer Systeme fehlte von Beginn an ein makroskopisches Ordnungskonzept.²¹ Peter Coveney und Roger Highfield brachten diesen Befund 1990 folgendermaßen auf den Punkt: „Die Nichtgleichgewichtsthermodynamik von Glansdorff und Prigogine gibt nur ein vages Bild dessen, was jenseits des ersten kritischen Punktes alles auftreten kann. Sie weist darauf hin, daß dort etwas sehr Bedeutsames passieren kann, aber sie macht keine konkreten Aussagen darüber.“²² Und an anderer Stelle heißt es:

Die Thermodynamik allein reicht dazu [für eine Theorie der Selbstorganisation; M.H.] nicht aus. Sie beschreibt den Zeitpfeil und das Anwachsen der Entropie, und sie liefert Markierungen auf dem Weg zum Gleichgewicht, die anzeigen, wann sich die Verhältnisse ändern. Doch gibt sie keine Hinweise darauf, *wie* sie sich ändern. Es ist kein allgemeines thermodynamisches Kriterium bekannt, das aufzeigt, wie sich ein System in der Zeit entwickeln wird. Wir müssen darum die Thermodynamik verlassen und uns um völlig neue Techniken bemühen.²³

Haken und sein Mitarbeiter Robert Graham hatten dagegen von Beginn an einen makroskopischen Begriff von Ordnung. Dies resultierte aus ihrem anderen theoretischen Ausgangspunkt. Sie konnten das Konzept des Ordnungsparameters, beziehungsweise das der Moden, das so zentral für die Synergetik werden sollte, aus der Theorie der Phasenübergänge von Lev D. Landau und Evgenij M. Lifschitz übernehmen.²⁴ Graham und Haken schreiben 1970:

Aspekte einer wissenschaftlichen Revolution, Braunschweig/Wiesbaden: Vieweg 1990, S. 39–66. Fast wäre dieser Aufsatz nicht erschienen, da Günter Küppers von der Verfasserin schriftlich verlangte, ihre Kritik an der Autopoiesetheorie zu revidieren. Unter schriftlichem Hinweis auf die wissenschaftliche Freiheit wurde der Beitrag dann doch publiziert, in die englische Ausgabe des Bandes jedoch nicht mit aufgenommen. Stattdessen übernahm man allerdings ihren Ansatz, die Geschichte der Selbstorganisationsidee nicht mit dem frühen 20. Jahrhundert beginnen zu lassen.

21 Ausführlicher in Marie-Luise Heuser: *Die Produktivität der Natur. Schellings Naturphilosophie und das neue Paradigma der Selbstorganisation in den Naturwissenschaften*, Berlin: Duncker & Humblot 1986, S. 55–79, insbesondere folgendes Fazit: „Das eigentliche Problem der Selbstorganisation wird umgangen: Was geschieht im Verzweigungspunkt? [...] Die Frage, wodurch und warum sich die vielen Moleküle plötzlich *kooperativ* als Ganzes verhalten, wird von Prigogine zwar gesehen, aber nicht beantwortet“ (ebd., S. 76 f.).

22 Peter Coveney/Roger Highfield: *The Arrow of Time: A Voyage Through Science to Solve Time's Greatest Mysteries* (1990), dt.: *Anti-Chaos. Der Pfeil der Zeit in der Selbstorganisation des Lebens*, Hamburg: Rowohlt 1992, S. 215.

23 Ebd., S. 237. Vgl. auch Kröger: *Hermann Haken* (Anm. 19), S. 263–269.

24 Diesen Hinweis auf die Geschichte der Synergetik erhielt die Verfasserin persönlich von Hermann Haken im Rahmen der Tagung *Schelling und die Selbstorganisation* in der Werner Reimers Stif-

Obwohl es sich beim Laserlicht um ein System weit außerhalb des thermischen Gleichgewichts handelt, finden wir an der Laserschwelle alle Charakteristika eines Phasen-Übergangs vor: gebrochene Symmetrie, Instabilität eines ‚hard modes‘, kritische Fluktuationen, Wiederherstellung der Symmetrie durch Anregungen, off-diagonal long range order, Existenz eines Ordnungsparameters. Die Wahrscheinlichkeitsverteilung für die elektrische Feldstärke des Laserlichts hat eine völlig analoge Form wie diejenige für die Paarwellenfunktion der Ginzburg-Landau Theorie der Supraleitung. Damit ist erwiesen, daß Laserlicht an der Schwelle einen Phasenübergang 2. Ordnung erleidet.²⁵

Diesem Zitat ist zu entnehmen, dass die Parallelität der Lasertheorie zur Theorie der Phasenübergänge am Anfang sogar im Vordergrund stand. Graham und Haken konnten demnach erstmals zeigen, dass die Theorie der Phasenübergänge, die bislang nur für sogenannte konservative bzw. quasistationäre Phasenübergänge wie der Magnetisierung, der Kristallbildung oder des Supraleiters formuliert worden war, nun auch auf offene, dissipative Systeme fernab vom Gleichgewicht übertragen werden konnte.

Synergetik

Das wesentliche theoretische Rüstzeug der Synergetik, das sich um 1970 entwickelte, hat mit den Begriffen ‚Moden‘, ‚Ordnungsparameter‘ und ‚Versklavungsprinzip‘ zu tun. Mit einem Verfahren, das als sogenannte *adiabatische Elimination* bereits vorher in der Physik bekannt war, konnte man schnell relaxierende Mikrobewegungen und großräumige Makrobewegungen trennen mit dem Ziel, Gesetzmäßigkeiten der Selbstorganisation zu finden, die *unabhängig* vom Material, d. h. den Teilen, Elementen oder Untersystemen *allgemein* gelten. Dies ist ein Ansatz, der sich auf die *qualitativen* Änderungen der Gesamtordnung, d. h. auf die *Konfiguration* konzentriert. Die Begriffe ‚Konfiguration‘, ‚Gestalt‘, ‚Struktur‘ zeigen einen kinetisch gemeinten, holistisch geometrischen Zugang, wobei das Ganze mehr ist als die Summe der Teile. Dieser Ansatz geht auf die Theorie der Phasen-

tion 1994, publiziert in *Selbstorganisation. Jahrbuch für Komplexität in den Natur-, Sozial- und Geisteswissenschaften*, Bd. 5, Berlin: Duncker & Humblot 1995. Demnach waren für die synergetische Formulierung der Lasertheorie als Vorarbeiten entscheidend: Lev D. Landau/Evgenij M. Lifschitz: *Course of Theoretical Physics*, Vol. 5, London: Pergamon 1952 sowie dies.: *Fluid Mechanics*, London: Pergamon 1959. Vgl. Haken/Schiepeck: *Synergetik in der Psychologie* (Anm. 12), S. 86, wo auch darauf hingewiesen wird, dass das Konzept der Potentiallandschaft mit den entscheidenden Begriffen des ‚kritischen Langsamerwerdens‘, der ‚kritischen Fluktuationen‘ und des ‚Symmetriebruchs‘ aus Landaus und Lifschitz’ Theorie der Phasenübergänge stammt. Graham und Haken zeigten dann 1968 und 1970 als erste, dass solche Phänomene auch in offenen Systemen gelten: Robert Graham/Hermann Haken: „Quantum theory of light propagation in a fluctuating laser-active medium“, in: *Zeitschrift für Physik* 213 (1968), S. 420–450. Robert Graham/Hermann Haken: „Laserlight. First example of a second order phase transition far from thermal equilibrium“, in: *Zeitschrift für Physik* 237 (1970), S. 31–46.

25 Hermann Haken: „Laserlicht – ein neues Beispiel für eine Phasenumwandlung“, in: Walter Schottky (Hg.): *Festkörperprobleme*, Braunschweig: Vieweg 1970, S. 351–365, hier S. 351.

übergänge (Magnetisierung, Kristallisierung) des bereits genannten sowjetischen Physikers Lev D. Landau zurück, bei dem sich auch der Begriff ‚Ordnungsparameter‘ findet.²⁶ Ordnungsparameter oder Moden beziehen sich auf die möglichen Bewegungsformen einer makroskopischen Einheit. In der Lasertheorie sind die möglichen makroskopischen Bewegungsformen durch den *feldtheoretischen* Teil der Quantenoptik gegeben. Die mathematische Formulierung der Synergetik liefert die Möglichkeit, die Synergetik als universelle Theorie, unabhängig von den materiellen Bausteinen von Systemen anzuwenden.

Wie sieht dies konkret aus? Ich möchte dies anhand der Bénard-Zellen skizzieren und zwar ausgehend von Arne Wunderlins und Hakens Berechnungen in ihrem Buch *Die Selbststrukturierung der Materie* von 1991.²⁷ Zunächst wird von den thermodynamischen Variablen, die eine Flüssigkeit charakterisieren, ausgegangen, d. h. von Viskosität, Temperaturleitfähigkeit und thermischem Ausdehnungskoeffizienten. Auf der Basis dieser Größen ist bestimmbar, bei welchen Temperaturgradienten Flüssigkeiten instabil werden. Dies sind noch lineare thermodynamische Überlegungen, die bereits von John William S. Rayleigh im 19. Jahrhundert angestellt wurden. Nur von thermodynamischen Überlegungen ausgehend müsste man jedoch vermuten, dass Flüssigkeiten jenseits der Instabilität turbulent werden. Die Bénard-Zellen zeigen jedoch hochkooperatives Verhalten der Flüssigkeitsteilchen. Wie geht nun die Synergetik vor?

Statt der Bewegung einzelner Flüssigkeitselemente werden verschiedene idealisierte, reine Bewegungsmöglichkeiten der gesamten Flüssigkeit betrachtet, die durch die Geometrie vorgegeben werden.²⁸ Da hier nicht mehr die einzelnen Flüssigkeitselemente, sondern die gesamte Flüssigkeit betrachtet wird, sprechen Haken und Wunderlin auch von Kollektivbewegung.²⁹ Sie werden von den Flüssigkeitselementen in ihrer Gesamtheit ausgeführt. Wie sich beim Laser das gesamte elektrische Feld für den Fall einer beliebigen Feldverteilung als Superposition (Überlagerung) aller möglichen reinen Schwingungen des Resonators darstellen lässt, so ist auch jede Bewegungsform der Flüssigkeit durch eine Superposition der reinen Strömungsformen angebar. Diese Strömungsformen können analog zu den Bewegungsformen des quantenoptischen Feldes im Laser mittels *Amplituden*, d. h. den

26 In meiner Arbeit zur Entstehung der Kristallisationstheorie im 19. Jahrhundert konnte ich zeigen, dass der erste Pionier auf diesem Gebiet in Deutschland stark von Schellings Naturphilosophie inspiriert war. Daran anknüpfend plane ich eine Untersuchung, die die Lücke zwischen diesen ersten Kristallisationstheorien und der Theorie der Phasenübergänge schließen könnte. Damit könnte man vielleicht noch unmittelbarer zeigen, wie sehr die Selbstorganisationsforschung in Deutschland, aber auch in Russland (es gab einen intensiven Austausch auf mineralogischem und kristallographischem Gebiet) von der dynamistischen Naturphilosophie Schellings beeinflusst war. Für die psychologische Gestalttheorie, die für die Synergetik ebenfalls Anknüpfungspunkt war, ist dies schon mehrfach gezeigt worden. Leider haben dies die Synergetiker vielfach nicht zur Kenntnis genommen, so beispielsweise Haken/Schiepeck: *Synergetik in der Psychologie* (Anm. 12), 27 Hermann Haken/Arne Wunderlin: *Die Selbststrukturierung der Materie. Synergetik in der unbelebten Welt*, Braunschweig: Vieweg 1991, S. 125–344.

28 Ebd., S. 279.

29 Z. B. in ebd., S. 37.

maximalen Auslenkungen von ihrer Ruhelage, bestimmt werden. Es können im Idealfall alle möglichen stehenden Wellen mit beliebiger Wellenlänge auftreten. Dies sind die *Freiheitsgrade* des Systems. Jede dieser Bewegungsformen oder *Moden* hat eine eigene kritische Rayleighzahl. Es kommt nun darauf an, herauszufinden, welche Mode k bei langsamer Erhöhung der Temperaturdifferenz zwischen dem Boden und der Oberfläche der Flüssigkeit zuerst instabil wird.³⁰ Durch nichtlineare Wechselwirkungen mit den stabilen Moden wachsen diese nicht exponentiell an, sondern werden gedämpft und stabilisieren sich bei einem endlichen Wert ihrer Amplitude.³¹ Dadurch werden sie zu *Ordnungsparametern*, die vor den anderen Freiheitsgraden des Systems dadurch ausgezeichnet sind, dass sie sich auf einer großen Zeitskala, d. h. nur sehr langsam ändern (‘long range pattern’), während die verklavten Moden vergleichsweise schnell zerfallen und wieder ihren Gleichgewichtswert annehmen. Es sind jeweils die instabilen Moden, die die stabilen Moden ‚verklaven‘.³² In einem kritischen Gebiet werden jeweils nur sehr wenige Freiheitsgrade instabil, die dann die Rolle der Ordnungsparameter übernehmen. Die überwiegende Mehrheit an Freiheitsgraden bleibt im kritischen Punkt stabil und verhält sich so, wie dies von den instabilen Freiheitsgraden vorgegeben wird, die damit zu den bestimmenden Ordnungsparametern werden.³³ Als erstes Strömungsmuster entstehen Rollen, die sich entweder links oder rechts herum drehen. Erst nach weiteren Instabilitäten entstehen hexagonale Strömungszellen, die als die berühmten Bénard-Zellen beeindruckend.

Hakens universeller Ansatz der Synergetik ist geprägt von der Suche nach *allgemeinen Prinzipien* der Selbstorganisation, die sich mathematisch fassen lassen und als Strukturprinzipien auf alle möglichen Selbstorganisationsvorgänge anwendbar sind. Sie stellt also nicht konkrete Regeln auf oder sequentiell gefasste Ursache-Wirkungsketten. Meines Erachtens ist der Makroansatz auch deshalb wichtig, um emergente und innovative Prozesse, die die Gesamtheit eines Feldes betreffen, abgrenzen zu können von ephemeren Mikrofluktuationen, die keine Auswirkungen auf die Gesamtstruktur haben können. Nicht alles, was unter dem Label der Kreativität, Innovativität und Emergenz läuft, hat das Potential, die jeweilige Gesamtorganisation zu ändern. Dieser universelle Ansatz macht die Synergetik so wirkungsvoll, wie sich ihren Anwendungen in verschiedensten Disziplinen entnehmen lässt.

Autopoiese

Im Gegensatz zur Synergetik, die eine universelle Theorie anstrebt, die materialunabhängig allgemeine Gesetzmäßigkeiten formuliert, ist die von Maturana und Varela entwickelte Autopoiesetheorie ausdrücklich eine subjekt-zentrierte Theorie.

30 Ebd., S. 285.

31 Ebd., S. 287.

32 Ebd., S. 295.

33 Ebd., S. 233.

Sie bezieht sich auf autonome Systeme, die bestrebt sind, sich selbst zu erhalten. Dies sind im wesentlichen Lebewesen, kognitive Systeme und Gesellschaften. Physikalische Systeme werden nicht thematisiert. Die zugehörige Erkenntnistheorie ist der sogenannte ‚radikale Konstruktivismus‘, der mit den Namen Heinz von Foerster, Ernst von Glasersfeld und Paul Watzlawick verbunden ist.

Aus Maturanas Definition von ‚Autopoiese‘ ergibt sich, dass sein Hauptansatz die für Maschinen entwickelte *Kybernetik* ist, die er auf Organismen anwendet: „Eine autopoetische Maschine ist daher ein homöostatisches (oder besser relationsstatisches) System, das seine eigene Organisation (d. h. das sie definierende relationale Netzwerk) als die grundlegende Variable konstant erhält.“³⁴ Der kybernetische Begriff ‚Homöostase‘ lässt sich leicht an einem Temperaturregler demonstrieren, der dafür sorgt, dass die Raumtemperatur gleich bleibt. Fällt die Raumtemperatur ab, erhöht der Regler die Temperatur, um sie auf gleicher Höhe zu halten. Erhöht sich dagegen die Raumtemperatur über den gesetzten Normwert, sorgt der Regler für eine Absenkung der Raumtemperatur. So bleibt die statische Temperaturhöhe durch einen permanenten Ausgleichsprozess erhalten. Der Systemzustand wird nicht grundlegend geändert, sondern nur permanent reproduziert. Man spricht in diesem Fall von ‚Homöostase‘. Die zyklische Dynamik ist Folge der selbstreferentiellen Rückkopplungen. Der Temperaturregler wirkt auf die Raumtemperatur ein und das Resultat dieser Einwirkung wirkt wieder zurück auf den Temperaturregler, der daraufhin wieder reagiert und so fort. Die kybernetische Rückkopplungsdynamik, die operational geschlossen ist, lässt sich mit mathematischen Modellen deterministisch berechnen. Es geschieht hier nichts Unvorhergesehenes und nichts Neues. Es verwundert daher wenig, dass Maturana diesen Determinismus in seiner Übertragung des kybernetischen Modells auf Organismen beibehält: „Lebende Systeme sind deterministische Systeme. Sie sind strukturspezifizierte Einheiten.“³⁵ Und an anderer Stelle heißt es: „Wir sind determinierte Systeme. Also sind Kreativität und Neuheit keine Merkmale unserer Operationen als autopoetische Systeme; wir stellen sie als Beobachter fest.“³⁶ Die systemimmanente Dynamik sowohl eines Organismus als auch der Kognition ist ihm zufolge vollkommen durch interne Regler bestimmt. Nur für einen außenstehenden Beobachter kann es so aussehen, als gäbe es hier so etwas wie Neuheit oder Kreativität. Unmissverständlich wird also von Maturana ausgesprochen, dass Autopoiese nichts mit Emergenz (der Entstehung von neuen natürlichen Organisationsformen) oder Kreativität (der Entwicklung neuartiger Ideen und künstlicher Organisationen) zu tun hat. Hier wird der Unterschied zur Synergetik, der es gerade umgekehrt um Emergenz und Kreativität zu tun ist, besonders augenfällig.

34 Humberto Maturana: *Erkennen: Die Organisation und Verkörperung von Wirklichkeit*, Wiesbaden: Springer 1982, S. 185.

35 Humberto Maturana: „Kognition“, in: Siegfried J. Schmidt (Hg.): *Der Diskurs des radikalen Konstruktivismus*, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 1987, S. 89–119, hier S. 115.

36 Ebd., S. 116.

Als strukturdeterminierte Systeme sind biologische Systeme einschließlich des Gehirns gemäß der Autopoiesetheorie in ihrer zyklisch-kybernetischen, operationalen Geschlossenheit befangen. Sie sind, metaphorisch gesprochen, unfähig, über sich selbst hinaus zu wachsen. *De facto* ist für sie zudem jede freie Wahl ausgeschlossen. Nur für einen Beobachter, der nicht die ganze Vernetztheit der konsensualen Interaktionsbereiche überblickt, *erscheint* es so, als ob etwas unvorhersehbar Indeterminiertes entstünde, da er aufgrund seiner Unkenntnis nur vage Voraussetzungen machen kann. Maturana:

Wenn das beobachtete System und das Medium, in dem das System beobachtet wird, bekannt sind, dann scheint das System in seinen Interaktionen auf keine Alternativen zu treffen, da das System und sein Medium für den Beobachter ein einziges vorher-sagbares System bilden; sind System und Medium unbekannt, dann scheint das System in seinen Interaktionen auf Alternativen zu treffen, da System und Medium operational voneinander unabhängige Systeme für den Beobachter bilden, der ihren weiteren Verlauf nicht vorhersagen kann. [...] Ist dies einmal verstanden, dann wird deutlich, daß etwas Neues stets ein Ereignis darstellt, das in einem Bezugssystem gesehen wird, von dem aus es von einem Beobachter nicht hätte vorhergesagt werden können.³⁷

Generalisierend formuliert Maturana: „Darum ist jede ontologische Behauptung eines objektiven Indeterminismus, die auf wissenschaftlicher Analyse basiert, falsch.“³⁸ Ein größerer Gegensatz zu den aus der Physik kommenden Selbstorganisationstheorien, d. h. der Synergetik Hermann Hakens und der Nichtgleichgewichtsthermodynamik von Ilya Prigogine, lässt sich kaum denken. Im Bifurkationspunkt nichtlinearer physikalischer Prozesse findet immer eine unaufhebbare, objektive Indeterministik statt, die auch durch beste Kenntnis aller Relationen und Randbedingungen nicht beseitigt werden könnte. In diesem Organisationsentstehungspunkt wird in unvorhersehbarer Weise ein Entwicklungszweig gewählt und andere nicht. Topologisch entspricht dies einer Kugel, die genau auf der Spitze eines Berges steht und aufgrund der kritischen Instabilität zufällig in die eine oder andere Richtung fällt.

Die Autopoiesetheorie wird dann zum Problem, wenn ihr Prozessstypus als universelle und fundamentale Dynamik der Natur ausgegeben wird, die sich aus sich selbst begründet und keiner weiteren genetischen Ableitung mehr bedarf. Genau dies tun aber die Autopoiesetheoretiker – nicht nur Maturana, sondern auch Francisco Varela, der verlauten lässt: „Um es gerade herauszusagen – es ist eher so, daß die Biologie die Grundlage der Physik ist, als umgekehrt.“³⁹ Dies könnte sie sein, wenn sie nicht immer schon Organismen voraussetzen würde, sondern die ursprünglich erste Entstehung des Lebens thematisieren würde. Dies ist jedoch für Maturana und seine MitstreiterInnen keine interessante Fragestellung. Das Resultat

37 Maturana: *Erkennen* (Anm. 34), S. 270.

38 Maturana: „Kognition“ (Anm. 35), S. 115.

39 Francisco Javier Varela: „Das Gehen ist der Weg“, in: Rainer Kakuska (Hg.): *Andere Wirklichkeiten*, München: Dianus-Trikont 1984, S. 103.

tat dieser Auffassung ist eine organismische Naturauffassung, bzw. eine konservative Biosophie, die ihren eigenen Entstehungsgrund, die ursprünglich erste Entstehung der Biosphäre aus der nichtbelebten, physikalischen Sphäre, nicht reflektieren kann und damit die Erkenntnis verfehlt, dass die Prozessdynamik der Autopoiese nicht die ursprüngliche ist, nicht das ontologisch Primäre, sondern bereits Derivat, etwas ontologisch Sekundäres. Charakterisiert man den Ursprung des Lebens als sich selbst organisierenden Vorgang, dann ist die physikalische Selbstorganisation der genetische Grund der Autopoiese (der systemimmanenten Selbsterhaltungsdynamik bereits existenter Organismen) und damit fundamentaler. Eine Theorie des ersten Ursprungs des Lebens kann das Organismische nicht als Basisprozess voraussetzen, denn dann würde sie voraussetzen, was sie erst erklären muss – eine klassische *petitio principii*.

Das autopoietische Konzept der ‚strukturellen Kopplung‘ eines Systems zur Umwelt besagt, dass das System seine Außenkontakte selbst auswählt. Erst wenn sich ein strukturdeterminiertes System mit einem anderen koppelt, von dem es operational unabhängig ist, kann es kreativ sein. Dies bedeutet, dass es unerwartete Unterscheidungen treffen kann, die allerdings nur auf der Beobachterebene unerwartet sind, nicht jedoch auf der reellen Ebene. Auch kann ein strukturdeterminiertes System erst dann Freiheit realisieren, wenn es konsensuelle Bereiche zweiter Ordnung schafft, d. h. als rekursiver Beobachter seiner Verhältnisse „operational voneinander unabhängige konsensuelle Gegenstände generiert“. ⁴⁰ In anthropologischer Hinsicht fasste Maturana seine Ansicht wie folgt zusammen:

Jeder Mensch steht als autopoietisches System allein auf der Welt. Wir wollen jedoch nicht beklagen, daß wir in einer subjektabhängigen Realität existieren müssen. Auf diese Weise ist das Leben interessanter, denn die einzige Transzendenz unserer individuellen Einsamkeit, die wir erfahren können, entsteht durch die konsensuelle Realität, die wir mit anderen schaffen, d. h. durch die Liebe zueinander. ⁴¹

Vielleicht lässt sich genau an dieser Stelle der Konsensualität eine Brücke zur Synergetik bauen.

Es wäre eine lohnenswerte Aufgabe für die Zukunft, die seit den 1970er Jahren in den Naturwissenschaften entwickelten Selbstorganisationstheorien mit der langen philosophischen Tradition der Selbstorganisationskonzepte so zu verknüpfen, dass einerseits die Philosophie auf aktueller Grundlage weitergeschrieben und andererseits die tiefen philosophischen Einsichten heuristisch für die Naturwissenschaften, zumindest auf semantischer Ebene, fruchtbar gemacht werden könnten.

⁴⁰ Maturana: *Erkennen* (Anm. 34), S. 270 f.

⁴¹ Ebd., S. 271.