

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

Inhalt

Vorwort	7
TATJANA PETZER	
Einleitung: Begriff und Denkfigur der Synergie	9
HISTORISCHE KONTEXTE	
GEORGI KAPRIEV	
Der Synergiebegriff in der byzantinischen Philosophie	33
IGOR J. POLIANSKI	
Synergie: Zur Geschichte einer Elementaridee an der Nahtstelle von Religion und Medizin	47
GABRIELE FOIS-KASCHEL	
Synergetisches Kunstschaffen: Zur Choreographie im klassischen und neo-klassischen Diskurs über die darstellende Kunst	59
KLAUS MAINZER	
Energie und Katalyse. Zu Wilhelm Ostwalds Naturphilosophie	71
PARALLELDISKURSE	
GEORG TOEPFER	
Durch Konkurrenz zur Kooperation. Der Synergiebegriff in den Lebenswissenschaften	93
DIETER THOMÄ	
Synergie und Sympathie. Eine sozialphilosophische Skizze	111
PETER A. CORNING	
Emergence in Evolution and the Causal Role of Synergy	129
MARIE-LUISE HEUSER	
Autopoiese und Synergetik: Konzepte der Selbstorganisation	149

MATHEMATISIERUNG ALS PARADIGMA

JOACHIM KRAUSSE

Im Laboratorium von Synergetics. Buckminster Fullers Lehre vom
Zusammenwirken *more geometrico* 167

CHRISTINA VAGT

„All things are vectors.“ Kosmologie und Synergetik
bei Alfred North Whitehead und Buckminster Fuller 227

VANESSA LUX

Conrad Hal Waddingtons ‚Chreode‘ 247

LISA BORLAND

A Synergetic Approach to the Dynamics of Financial Markets 265

ZUKUNFTSPOTENTIALIA

TATJANA PETZER

Moderne Synergoí in Wort und Tat. Russische Modelle 285

HELENA KNYAZEVA

The Idea of Co-evolution: Towards a New Evolutionary Holism 317

STEPHAN STEINER

Naturhermeneutik. Zur theologischen Rezeption der Synergetik 329

SUSANNE VON FALKENHAUSEN

Synergie oder Totalität? Kugelbauten als Systemrepräsentationen 345

DIETMAR HANSCH UND HERMANN HAKEN

Synergetik in Hirnforschung, Psychologie und Psychotherapie.
Zum Konzept der fraktalen Evolution als Rahmen für die Entwicklung
einer dritten Kultur 365

AUTORINNEN UND AUTOREN 389

REGISTER 395

Vorwort

Der vorliegende Band ist das Ergebnis einer fünfjährigen Projektarbeit zu Synergie-Konzepten, die von der VolkswagenStiftung im Rahmen der Initiative „Pro Geisteswissenschaften“ durch ein Dilthey-Fellowship gefördert wurde. Ausgangspunkt war die Beobachtung, dass der Begriff ‚Synergie‘ (griech. ‚Zusammenwirken‘, ‚Mitarbeit‘) um 1900 zwischen verschiedenen Disziplinen zirkulierte sowie durch Übertragungen und Überlagerungen von Bedeutungs- und Wissensfeldern an kultureller Prägnanz gewann. Ambivalent muten dabei Begriffstransfers in der Slavia Orthoxa an, wo der im Ostchristentum fest verankerten Figur des *Synergós*, ‚Gottes Mitarbeiter‘, vor dem Hintergrund der Transformationsprojekte der Moderne eine Schlüsselfunktion zuteil wurde. Wie ist eine derartige epistemische Verschiebung im Licht anderer Wissenskulturen und historischer Konstellationen zu bewerten?

Von diesem Erkenntnisinteresse geleitet, stellte sich das Projekt die Aufgabe, Bausteine zu einer Kultur- und Wissensgeschichte der Synergie zu erarbeiten. Aufgrund der mannigfaltigen Hintergründe, disziplinspezifischen Verwendungen und aktuellen Bezugskontexte, nicht zuletzt auch der Begriffskonjunktur seit der Begründung von Synergetiken in den späten 1960er Jahren, war dies nicht ohne den Austausch mit Geistes- und Naturwissenschaftlern sowie Künstlern möglich. Im Anschluss an den internationalen Workshop „Synergie. Konzepte – Techniken – Perspektiven“ (29.06.–01.07.2011) wurde daher zur weiterführenden Diskussion und Vernetzung das interdisziplinäre Forum „SynergieWissen“ begründet. Die Treffen des Gesprächskreises dieses Forums („Synergetalks“) am Zentrum für Literatur- und Kulturforschung Berlin (ZfL), an dem das oben erwähnte Dilthey-Fellowship weiterhin angesiedelt ist, und die Diskussionsbeiträge („Synergiefeatures“) der kooperierenden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler werden kontinuierlich auf der Wiki-Plattform des Forums (www.zflprojekte.de/synergie) dokumentiert. Die Printpublikation versammelt nun eine Auswahl aus der Spannweite der diskutierten Themen, die das gegenwärtige Interesse an der Denkfigur ‚Synergie‘ besonders gut verdeutlicht und wissenschaftliche Leerstellen beleuchtet.

Das auf dem Buchcover vorangestellte Bildwerk des heute in Köln wirkenden russischen Künstlers Igor Sacharow-Ross, dem an dieser Stelle herzlich für die Zusammenarbeit gedankt sei, ist ein Beispiel interdisziplinären Kunstschaffens. Es war Teil der kleinen Ausstellung „Synergie in Kunst und Konstruktion“, die den bereits genannten Workshop rahmte und zeigte, wie Synergie-Konzepte in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts auch zum programmatischen Spielball in Design und Architektur, Malerei und Installation wurden. Sacharow-Ross' Arbeit aus dem Zyklus „Syntopie der Orte“ zeigt das menschliche Gehirn im Dunkel szientistischer Phantasmen, als Schaltstelle des Denkens, mathematischer Berechnungen und technischer Konstruktionen, das nunmehr umgittert von eisernen Gerüsten und Antennen offenbar als Medium und Verbindungszentrale zum Kosmos und vielleicht einer höheren, lichten Dimension fungiert. Das Konzept der Syntopie geht auf den Hirnforscher Ernst Pöppel zurück, der Parallelen zwischen sinnlicher

Wahrnehmung, ästhetischer Form und neuronalen Prozessen aufdeckte und damit eine gemeinsame Wesenheit von Kunst und exakter Wissenschaft bekräftigte: Künstler und Wissenschaftler erforschen gleichsam Phänomene und Prozesse der Natur. Im syntopischen Kunstlabor werden Verbindungen zwischen räumlich und gedanklich getrennten Orten der Wissenschaft, Technik, Ästhetik und kulturellen Erfahrung neu erschaffen. Durch sein Mitwirken und Mitgestalten an einer übergreifenden Idee bricht der künstlerische Grenzgänger zu einer höheren Komplexität, zu neuen Wissenshorizonten auf. Dieses Leitbild trifft auch, wie zu zeigen sein wird, auf manche synergetische Perspektive zu.

Die Umsetzung der Projektziele verdankt sich der Mitwirkung vieler Beteiligten. Mein Dank gilt in erster Linie den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des ZfL Berlin, die mit mir seit der Projekt-Antragsphase im Dialog standen, sowie allen Diskutanten und Mitwirkenden am Forum „SynergieWissen“. Zudem danke ich meinen Kolleginnen und Kollegen am Slavischen Seminar der Universität Zürich, die sich in Kolloquien mit meiner slavistischen Synergie-Forschung auseinandersetzen. Nicht zuletzt hatte ich Unterstützung im Projekt: In der ersten Phase durch Linda Pelchat als studentische Mitarbeiterin und Anar Imanov, der 2010–2012 ein Dissertationsvorhaben zum Thema „Wissenschaft und Prophetie in der Dichtung der russischen Avantgarde“ verfolgte; beide haben sich in die Organisation des Forums und die Gestaltung der Wiki-Plattform eingebracht. In der zweiten Projektphase dann durch Stephan Steiner, der ab April 2013 für zwei Jahre als PostDoc im Projekt tätig war, und die Masterstudentin Hanna Leister, die diesen Projektband redaktionell mitbetreute; beide haben auch das Register erstellt. Danken möchte ich darüber hinaus den Mitarbeiterinnen des Sekretariats, der Webadministration und der Bibliothek des ZfL sowie der Verwaltung der Geisteswissenschaftlichen Zentren Berlin, deren Unterstützung ich ebenso zu schätzen weiß, wie die über die Finanzierung hinausgehende, wohlwollende und flexible Begleitung der Projektumsetzung durch die VolkswagenStiftung.

Tatjana Petzer, im März 2015

TATJANA PETZER

Einleitung

Begriff und Denkfigur der Synergie

Synergie ist heute ein Schlüsselbegriff in Wissenschaft, Kunst und Publizistik. Seine Verwendung in ökonomischen Zusammenhängen, wo „Synergieeffekte“ zum Versprechen von Effizienz- und Gewinnmaximierung avancierten,¹ ist besonders präsent. Theoretiker und Praktiker aus so heterogenen Disziplinen wie Medizin, Naturwissenschaft, Soziologie und Ingenieurwesen greifen auf den Synergiebegriff zurück, um – allgemein gesprochen – kooperativen Mehrwert zu verdeutlichen. Stets wird die komplexe Gesamtwirkung betont, die durch Synergie hervorgerufen wird und für die der aristotelische Satz „Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile“ gilt. Unter Rekurs auf die Erkenntnis der Übersummativität des Ganzen setzten sich Synergie-Konzepte seit den 1970er Jahren in der Systemtheorie und in interdisziplinären Forschungs- und Praxisfeldern als produktives Paradigma durch. Trotz dieser bemerkenswerten Konjunktur bleiben Genese und Bedeutung des Begriffs erstaunlich vage. Auf diese Situation reagiert der vorliegende Band. Er versammelt nicht nur Reflexionen zu Geschichte, Kontinuität und Aktualität des Synergiediskurses, sondern auch wichtige zeitgenössische Stimmen, die diesen maßgeblich mitgeprägt haben.

Ursprünge, Übertragungen, Unschärfen

Nicht selten dienen Schlüsselbegriffe der Um- und Neubewertung bekannter Sachverhalte. Dabei komprimieren sie Informationen, die dazu genutzt werden sollen, Türen zu weiterführenden Räumen, Inhalten und Zusammenhängen zu öffnen. Ihr Bedeutungshorizont lässt sich nicht immer hinlänglich erschließen. Hier kann der historisierende Blick erhellend sein. Einer der ersten Begriffsbelege für ‚Synergie‘ findet sich im *Oikonomikus*, einer Schrift über Haushaltsführung des Sokrateschülers Xenophon (ca. 425–355 v. Chr.). Die Schrift ist dem Gebot nutzbringender Zusammenarbeit (*synérgeia*) gewidmet, die sich allen voran in Alltag und Ehe manifestiert. Die verschiedene Leistungsfähigkeit (*dynamis*) von Mann und Frau geht

¹ Vgl. Udo Perina: „Synergie“, in: *Die Zeit*, Nr. 22, 1999, www.zeit.de/1999/22/Synergie (Stand Juni 2015). Das Argument wirtschaftlicher Effizienz, das von synergetischen Effekten bei Unternehmensfusionen oder Verbundproduktionen ausgeht, wird in der Publizistik oft aus Arbeitnehmerperspektive kritisch hinterfragt. Der vorliegende Band fokussiert nicht die Rhetorik, sondern die wissenschaftliche Anwendung synergetischer Modelle in der Ökonomie am konkreten Beispiel der Finanzmarktssynergetik.

auf eine natur- und gottgegebene Disposition der Kompetenz- und Verantwortungsbereiche im Haus zurück. Im zehnten Paragraphen des dritten Kapitels wird die Gattin als *synergós* des Mannes erwähnt: „ἔχω δ' ἐπιδείξαι καὶ γυναῖξιν ταῖς γαμεταῖς τοὺς μὲν οὕτω χρωμένους ὥστε συνεργούς ἔχειν αὐτὰς εἰς τὸ συναύξειν τοὺς οἴκους / Ich kann dir auch einige zeigen, welche Weiber geheyratet haben, und mit ihnen so leben, daß sie dieselbigen zu Mit-Gehülffinnen haben, ihr Hauswesen zu verbessern“.² Die Übersetzung von „συνεργούς“ durch „Mit-Gehülffinnen“ könnte irreführend sein, denn der im Text mit Sokrates geführte Dialog zielt weniger auf eine geschlechtliche Hierarchisierung der rein privaten Sphäre. Vielmehr stellt Xenophon die komplementäre Arbeitsteilung und Zusammenarbeit, d. h. das Surplus einer Arbeits-Gemeinschaft heraus, die in der Antike für den familiären Hausverband (οἶκος) galt und darüber hinaus auch für die griechische Polis grundlegend war.³

Inwiefern Xenophons ökonomische, d. h. auf den Nutzen gemeinschaftlichen Handelns fokussierte Auffassung der Synergie über Zeit und Raum weiterhin in wirtschaftlich-sozialen Kontexten und darüber hinaus verwendet wurde, welche Veränderungen und Übertragungen das griechische Wort dabei erfahren hat und ab wann in Hinblick auf die Gräzismen ‚Synergie‘ und ‚Synergismus‘ sowie entsprechenden Adjektivbildungen⁴ von einem spezifischen Bedeutungs- und Wissenszusammenhang gesprochen werden kann, wäre Gegenstand einer systematischen wort- und begriffsgeschichtlichen Untersuchung. Der vorliegende Band liefert erste Überlegungen hierzu, ohne Zusammenhänge in der Perspektive einer *longue durée* herzustellen. Vielmehr erfolgt die Annäherung an den Synergiebegriff und dessen Eingang in die Wissenschaft über Schlaglichter auf die historischen Kontexte seiner Konjunkturen und auf aktuelle Entwicklungen. Eine wichtige Rolle spielen dabei Paralleldiskurse, d. h. das zeitgleiche Aufkommen und Nebeneinander sachverwandter Terminologien und Theorien. In diesem Sammelband werden daher Beiträge aus verschiedenen Disziplinen und Perspektiven zusammengeführt, um gewisse Konjunkturzeiten von Synergiekonzepten und deren kultur- wie wissenschaftshistorische Entstehungszusammenhänge zu beleuchten.

Dass die Figur des *synergós* im Kontext der biblischen Heilsökonomie wiederkehrt, wonach das Zusammenwirken des Menschen mit Gott Gnade und Gewinn sichtbar machen, ist eine der historischen Konstellationen, die semantische Übertragungen und Metaphern-Bildungen innerhalb der Begriffsgeschichte vermuten lassen. Luthers Bibelübersetzung von 1545 lässt Paulus sagen: „Denn wir sind Gottes gehülffn“ (1. Kor 3,9; griech.: θεοῦ γὰρ ἐσμὲν συνεργοί). Später werden die

2 Xenophontos: *Oikonomikos. Oder Xenophon vom Haus-Wesen*, aus dem Griech. von Barthold Henrich Brockes, Hamburg: König und Richter 1734, S. 28–29.

3 Vgl. Johannes Unholtz: *Gutsein im Oikos: subpolitische Tugenden in den ökonomischen Schriften der klassischen Antike*, Dissertation Universität Mainz 2010, S. 170 f., <http://ubm.opus.hbz-nrw.de/volltexte/2010/2470/pdf/doc.pdf> (Stand Juni 2015).

4 Die Adjektive ‚synergetisch‘ zu ‚Synergie‘ und ‚Synergetik‘, ‚synergisch‘ zu ‚Synergie‘, ‚synergistisch‘ zu ‚Synergismus‘ entziehen sich einer klaren disziplinären Zuordnung; am gebräuchlichsten ist ‚synergetisch‘.

„gehülffen“ als „Gottes Mitarbeiter“ übersetzt.⁵ Bei der Frage nach dem gottmenschlichen Synergismus, bei der Frage also, inwiefern der Mensch durch eigenes Bemühen an der Gnade Gottes und am eigenen Heil mitwirken könne, gingen die biblische Theologie und Hermeneutik in Ost- und Westkirche auseinander: Das orthodoxe Christentum folgt der patristischen Literatur und monastischen Lehre, allen voran den in der *Philokalia* gesammelten Texten des Hesychasmus⁶ und der Energienlehre des Grigorios Palamas (1296–1359), wonach die aktive Mitarbeit des Menschen bejaht und gefordert wird. Kerngedanke der orthodoxen Soteriologie ist daher die Theosis (θέωσις ‚Vergöttlichung‘) des Menschen, die durch συνέργεια, sprich synergetisches Zusammenwirken und Teilhabe an den göttlichen Energien, erreicht wird.⁷ In der katholischen Dogmatik dagegen ist seit der Synode von Orange (529) die Gnadenlehre Augustins verankert, die im Gegensatz zu einer weiteren Variante des Synergismus stand: dem Pelagianismus.⁸ Die Synode lehnte die Position des Pelagius ab, die dem Menschen Vernunft, Willensfreiheit und die Fähigkeit zu sozialem Handeln zusprach.

Die Ausdeutung der Bibelstellen, an denen von den *synergoi* die Rede ist (außer 1. Kor 3,9; Mk 16,20; Röm 8,28; Jak 2,22) bleibt auch in der protestantischen Theologie problematisch, in der Vorstellungen eines Synergismus auf die Ablehnung Luthers stießen.⁹ Dieser verwarf nachdrücklich die Ansichten des Pelagianismus, dem Melanchthon nahe stand. Im ‚synergistischen Streit‘ wurden Melanchthons Anhänger, die ‚synergistae‘, verurteilt. Wie Pelagius betonten die Synergisten die Fähigkeit des menschlichen Willens, sich der göttlichen Gnade zuzuwenden. Unter Luther dagegen wurde die Konkordanzformel von der Alleinwirksamkeit Gottes dogmatisiert. Trotzdem entfaltete im protestantischen Kontext der biblische Synergismus über Umwege seine Wirkung. Ein prominentes Beispiel dafür ist der im Umfeld des Hallenser Pietismus wirkende Medizinprofessor Georg Ernst Stahl (1656–1734). In seinem Buch *De synergeia naturae in medendo* (1695) beschreibt er das synergetische Zusammenwirken von Körper und Seele, Natur sowie Arznei und nennt den Arzt selbst einen „Mitarbeiter der Natur“.¹⁰ Stahls Synergie-Kon-

5 Martin Luther: *Biblia Germanica, Luther-Übersetzung 1545, Ausgabe letzter Hand*, auf: www.bibel-online.net/buch/luther_1545_letzte_hand/1_korinther/3/ (Stand Juni 2015). Ders.: *Die Bibel. Revidierte Fassung 1912*, auf: www.bibel-online.net/buch/luther_1912/1_korinther/3/ (Stand Juni 2015).

6 Der Hesychasmus (von griech. *hēsychia* ‚Stille‘) ist eine spirituelle monastische Strömung des byzantinisch-orthodoxen Christentums. Zentrum der hesychastischen Frömmigkeit ist der Heilige Athos-Berg.

7 Karl Christian Felmy: *Einführung in die orthodoxe Theologie der Gegenwart*, Berlin: LIT 2011, S. 176.

8 Vgl. Karl Christian Felmy: „Synergismus“, in: *Religion in Geschichte und Gegenwart. Handwörterbuch für Theologie und Religionswissenschaft*, 8 Bde., Bd. 7, 4., völlig neu bearb. Auflage, hg. von Hans Dieter Betz et. al., Tübingen: Mohr Siebeck 2004, S. 1956–1958.

9 Vgl. Martin Seils: *Der Gedanke vom Zusammenwirken Gottes und des Menschen in Luthers Theologie*, Gütersloh: G. Mohn 1962.

10 Ernst Georg Stahl: *Propempticon Inaugurale. De synergeia naturae in medendo*, dt.: „Über die Bedeutung des synergischen Prinzips für die Heilkunde (Halle 1695)“, in: ders.: *Über den mannigfaltigen Einfluß von Gemütsbewegungen auf den menschlichen Körper*, aus dem Latein. und eingel.

zept steht im Zusammenhang mit naturphilosophisch-holistischen Ansätzen seiner Zeit. Letztere markieren auch den epistemologischen Wandel, der zur modernen Naturwissenschaft führte – bevor diese in streng voneinander getrennte Einzeldisziplinen zersplittete.

Im 18. und 19. Jahrhundert wurde der Synergiebegriff in Biologie, Physiologie, Pharmazie, Chemie und Philosophie verwendet, um das Zusammenwirken von Lebewesen, Stoffen oder Kräften im Sinne der wechselseitigen Förderung und Wirkungsverstärkung zu beschreiben.¹¹ Über Ableitung und Definitionen sowie transdisziplinäre Transfers des Begriffs geben Nachschlagewerke und Fachwörterbücher kaum Aufschluss.¹² Gründe dafür könnten darin liegen, dass sich der Synergiebegriff für einige Fachdiskurse als zu unspezifisch erwiesen hat und durch andere Termini abgelöst wurde, oder aber parallel zu Konzepten wie ‚Synthese‘ und ‚Kooperation‘ verwendet wurde,¹³ die zeitgleich Konjunkturen erlebten. Die synergetische Perspektive überschneidet sich insbesondere mit dem Emergentismus, dessen Vertreter sich seit Mitte des 19. Jahrhunderts gegen einen epistemologischen Reduktionismus positionierten und komplexe Phänomene wie das Leben oder das Bewusstsein als emergent, d. h. neuartig, nicht ableitbar und nicht vorhersagbar betrachteten. Für den englischen Philosophen George Henry Lewes waren jene Emergentisten, „who have accepted the view of Life being an emergent, not due to a conflict between the external and internal, but to their co-operation“.¹⁴ In seinem mehrbändigen Werk *Problems of Life and Mind* (1874–1879) stellte Lewes Bewusstsein als eine emergente Eigenschaft des Gehirns dar.¹⁵ Dabei stützte er sich auf die Schrift *A System of Logic* (1843) des ‚Vaters‘ des Britischen Emergentismus,¹⁶ John Stuart Mill, der u. a. die Gesamtwirkungen im Verhältnis zu einzelnen Kom-

von Bernward Josef Gottlieb, Leipzig: Johann Ambrosius Barth 1961, S. 39–46, hier S. 43. Vgl. den Beitrag von Igor Polianski in diesem Band.

11 Der Synergiebegriff wurde dabei, wie eine Äußerung von Auguste Comte belegt, für unzureichend erklärbare komplexe Phänomene, die aus der Synergie der Organe resultierten, verwendet, deren hinreichende Erforschung noch bevorstand: „As for the association of the faculties, in sympathy or synergy, the physiologists begin to understand its high importance, though its general laws have not yet been scientifically studied.“ Ders.: *Positive Philosophy*, frei aus dem Franz. übers. und zusammengefasst von Harriet Martineau, New York, NY: Calvin Blanchard 1858, S. 396.

12 Vgl. Michael Stadler: „Synergetik“, in: Karlfried Gründer (Hg.): *Historisches Wörterbuch der Philosophie*, Bd. 10: *St–T*, Basel/Stuttgart: Schwabe & Co. 1998, S. 782–783.

13 Auch diese Konzepte erleben gegenwärtig eine Konjunktur in der Wissenstheorie. Vgl. Gabriele Gramelsberger/Peter Bexte/Werner Kogge (Hg.): *Synthesis. Zur Konjunktur eines philosophischen Begriffs in Wissenschaft und Technik*, Bielefeld: transcript 2013. Kim Sterelny/Richard Joyce/Brett Calcott/Ben Fraser (Hg.): *Cooperation and its Evolution*, Cambridge, MA/London: MIT Press 2013. Michael Tomasello: *Why we cooperate* (2008), dt.: *Warum wir kooperieren*, aus dem Engl. von Henriette Zeidler, Berlin: Suhrkamp 2010. Erhard Schüttelz/Sebastian Gießmann: „Medien der Kooperation“, in: AG Medien der Kooperation (Hg.): *Navigationen* 15 (2015) 1, S. 7–54.

14 Vgl. George Henry Lewes: *Problems of Life and Mind. First Series: The Foundations of a Creed*, Boston, MA: James R. Oscood & Company 1874, Bd. 1, S. 174.

15 Ebd., S. 226.

16 Achim Stephan: „John Stuart Mills doppelte Vaterschaft für den Britischen Emergentismus“, in: *Archiv für Geschichte der Philosophie* 78 (1996) 3, S. 277–308.

ponenten bzw. Ursachen untersuchte. Am Beispiel chemischer Verbindungen erörterte Mill, dass reduktionistische Ableitungen von Eigenschaften und Gesetzmäßigkeiten aus Bestandteilen eines komplexen Ganzen unzureichend seien. So entstehe etwa aus der Reaktion von Wasserstoff und Stickstoff eine dritte, neuartige Substanz: Wasser, welches nicht aus der Addition oder Überlagerung von Eigenschaften der zugrundeliegenden Elemente erklärbar ist.¹⁷ Dieses Beispiel für eine heterogene Kombination stellte Mill den homogenen, d. h. mechanisch-additiven Fällen gegenüber.¹⁸ Daran anknüpfend unterschied Lewes ‚emergente‘ Wirkungszusammenhänge von ‚resultierenden‘.¹⁹ In seinen Überlegungen zu neurophysiologischen Phänomenen greifen nun Synergie und Emergenz ineinander: „that [Thinking] Principle is not an antecedent but a resultant, not an entity but a convergence of manifold activities. [...] This convergence is a necessary consequence of the synergy of the organs dependent on Irradiation“.²⁰

Zur Beschreibung der Teil-Ganzes-Relationalität in Systemen wurde fortwährend auf den Satz „Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile“ zurückgegriffen – ohne dass der Rekurs auf Aristoteles immer explizit erfolgte. Selbst die Kritik des Emergentismus setzt beim Holismus dieses Satzes an, ohne seinen Urheber zu nennen.²¹ Die Bedeutung des Aristoteles für den Britischen Emergentismus spiegelt sich in erster Linie in Lewes' bahnbrechender Studie über dessen naturwissenschaftliches Werk. In seinem Vorwort betont er die Wissenssynthese des 19. Jahrhunderts, sie habe es ermöglicht, dass das Erbe der antiken Denker, von denen sich der Katholizismus fälschlicherweise losgesagt habe, wieder anschlussfähig wurde.²²

Dass der oben genannte Satz des Aristoteles darüber hinaus heute zur Definition von Synergie angeführt wird, mag verwundern, denn das Wort ‚synergiea‘ findet

17 Vgl. John Stuart Mill: *A System of Logic, Ratiocinative and Inductive. Being a Connected View of the Principles of Evidence and the Methods of Scientific Investigation*, New York, NY: Harper & Brothers 1869, S. 211.

18 Vgl. ebd., S. 215: Die „Komposition von Ursachen“ verhält sich entweder *homogeneous*, „in which case, if in any, their joint effect might be expected to be identical with the sum of their separate effects“, oder aber *heterogenous*, d. h. „cases in which the augmentation of the cause alters the kind of effect; that is, in which the surplus quantity superadded to the cause does not become compounded with it, but the two together generate an altogether new phenomenon.“

19 Lewes: *Problems of Life and Mind* (Amn. 14), S. 174–178, *passim*. An diese Terminologie schlossen Vertreter des Britischen Emergentismus an. Vgl. Conwy Lloyd Morgan: „A concept of the organism, emergent and resultant“, in: *Proceedings of the Aristotelian Society* 27 (1926), S. 141–176.

20 Ebd., S. 133.

21 Vgl. Ernest Nagel: „Über die Aussage: ‚Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile‘“ (1952), in: Ernst Topitsch (Hg.): *Logik der Sozialwissenschaften*, Köln: Kiepenheuer & Witsch 1965, S. 225–235. Nagels Beitrag analysiert die Bedeutung der einzelnen Argumente des Satzes (Ganzes, Teile, Summe) vor dem Hintergrund der zeitgenössischen Mathematik, Philosophie und Systemtheorie.

22 George Henry Lewes: *Aristotle: a chapter from the history of science including analyses of Aristotle's scientific writings* (1864), dt.: *Aristoteles: ein Abschnitt aus einer Geschichte der Wissenschaften, nebst Analysen der naturwissenschaftlichen Schriften des Aristoteles*, aus dem Engl. von Julius Victor Carus, Leipzig: Brockhaus 1865, S. V.

bei Aristoteles – im Gegensatz zu ἐνέργεια – lediglich marginale Verwendung.²³ Dennoch sind seine Schriften mit gewisser Legitimität als Ursprung naturphilosophischer Synergiekonzepte zu bezeichnen. Um eine solche Bezugnahme zu plausibilisieren, muss der sachliche Kern des Synergie-Konzepts – die Forderung einer ganzheitlichen Auffassung und Beschreibung der Wirklichkeit (*energeia*); sowie die Annahme, dass alles zusammenwirkt – in einem Feld konkurrierender Begriffe verortet werden. Aristoteles' philosophisch einflussreiche Zurückweisung der Zenon'schen Paradoxien in der *Physikê akroasis* beruht auf der Klärung des Verhältnisses von Teil und Ganzem. Dort spricht Aristoteles allerdings gerade nicht von ‚synergeia‘, sondern verwendet den Terminus ‚synecheia‘ (griech. ‚Zusammenhalt‘, ‚Kontinuum‘).²⁴ Der Zusammenhalt resultiert aus dem Zusammenwirken der Teile. Eine wiederum aus dieser naturphilosophischen Annahme resultierende Forschungsmethode unterbreitet Aristoteles in seiner Schrift *De partibus animalium*. Darin wird betont, dass sich die anatomische Untersuchung nicht im Zerlegen von Tieren in seine Bestandteile erschöpfe, sondern vielmehr auf das Zusammenwirken der Teile gerichtet sein müsse, in der sich das Natürliche und Schöne offenbare.²⁵ Die mit Aristoteles auf den Punkt gebrachte Ganzheitslehre lässt, wie hier nur exemplarisch aus dem Spektrum seiner Lehre und Methode der Naturforschung nahegelegt werden kann, Raum für strukturell-funktional und teleologisch zu differenzierende Ganzheiten.²⁶

Schließlich handelt es sich bei dem vielzitierten Satz um die Verkürzung bzw. Paraphrase eines Zitats am Ende des VII. Buches (Z) der *Metaphysik*, die unterschiedliche Übertragungen aus dem Griechischen erfahren hat.²⁷ In der Referenzstelle verdeutlicht Aristoteles am Beispiel der Silbe, deren Beschaffenheit sich nicht durch Zerlegung in die Elemente (Vokale und Konsonanten) bestimmen lässt, dass atomistische Beschreibungsversuche gerade die Ordnung von Dingen als Einheit nicht zu erklären vermögen, sondern diese Einheit immer schon voraussetzen.

23 Siehe den Beitrag von Georg Toepfer in diesem Band, der nachweist, dass dem Synergiebegriff bei Aristoteles selbst lediglich eine marginale Rolle zukommt.

24 Zum Kontinuumsargument vgl. Aristoteles: *Philosophische Schriften*, Bd. 6: *Physik – Vorlesung über die Natur*, Hamburg: Meiner 1995, insb. Bücher VI und VIII. Vgl. Marjorie Grene: *A Portrait of Aristotle*, Chicago, IL: The University of Chicago Press 1963, S. 113–160.

25 Aristoteles: *De partibus animalium*, dt.: „Über die Teile der Lebewesen“, in: ders.: *dass.*, übers. und erl. von Wolfgang Kullmann, Berlin: Akademie Verlag 2007, S. 13–125, hier S. 30 (Buch I, Kapitel 5 (645a16–645a37)).

26 Vgl. Georgi Schischkoff: „Ganzheit“, in: *Philosophisches Wörterbuch*, begründet von Heinrich Schmidt, neu bearb. von Georgi Schischkoff, Stuttgart: Kröner 221991, S. 228. Kristian Köchy: *Ganzheit und Wissenschaft. Das historische Fallbeispiel der romantischen Naturforschung*, Würzburg: Königshausen & Neumann 1997.

27 Vgl. „Das was aus Bestandteilen so zusammengesetzt ist, dass es ein einheitliches Ganzes bildet, nicht nach Art eines Haufens, sondern wie eine Silbe, das ist offenbar mehr als bloß die Summe seiner Bestandteile“ Aristoteles: *Metaphysik*, aus dem Griech. von Adolf Lasson, Jena: Eugen Diederichs 1907, S. 129 (Erste Abteilung. Die Hauptstücke, IV („Das begriffliche Wesen“)). In der sprachkritischen Übertragung lautet der Satz: „Dasjenige, was so zusammengesetzt ist, daß das Ganze eines ist, nicht wie ein Haufen, sondern wie die Silbe, ist nicht nur seine Elemente.“ Aristoteles: *Philosophische Schriften*, Bd. 5: *Metaphysik*, aus dem Griech. von Hermann Bonitz und Horst Seidl, Hamburg: Meiner Verlag 1995, S. 168 (Buch VII, Kapitel 17 (1041b)).

Dabei werde ein Drittes ausgeklammert: das Verhalten des Ganzen, d. h. das über die zugrundeliegenden Elemente hinausgehende Prinzip als Ursache für eine bestimmte Form, für eine Wesenheit. Wie auch in der *Physik* wird ausgehend von dieser Annahme die Erfordernis einer neuen Herangehensweise postuliert. Das Verhalten eines Ganzen zu ergründen erfordere, so Aristoteles, „eine andere Art der Erforschung“.²⁸

Als Zwischenresümee des kurzen begriffsgeschichtlichen Exkurses lässt sich neben Xenophon und der Bibel demnach Aristoteles als weitere antike Wurzel des Synergiebegriffs ausmachen. Diese Quellen haben verschiedene Weiterentwicklungen in Richtung Ökonomie, Soziologie, Naturwissenschaften, Theologie und Philosophie erfahren, im Kern aber fokussieren sie allesamt die holistische Erfassung/ Erfahrung der Einheit/Totalität bzw. Ganzheit/Integrität und der zugrundeliegenden elementaren Interaktionen. Eine Kulmination findet im holistischen und organistischen Denken des 19. Jahrhunderts statt, das die Vorstellung von der Synergie der Organe und des Organismus (*synergy* ‚Zusammenwirken‘²⁹) als strukturell-funktionaler Ganzheit auf die Gesellschaft übertrug und einige bedeutende soziologische Konzeptionen prägte (Auguste Comte, Herbert Spencer, Paul von Lilienfeld u. a.). Um die Jahrhundertwende stellte dann neben dem Emergentismus beispielsweise die experimentell-phänomenologische Gestaltpsychologie eine neue, die Natur- und Geisteswissenschaften versöhnende Forschung dar. In der Übersteigerung der Ganzheit als Totalität offenbarte sich aber auch eine Kehrseite dieses Diskurses, die sich in aufkommenden Totalitarismen spiegelte.³⁰ Doch der Synergiediskurs im engeren Sinne, der an holistische Tendenzen in der Wissenschaft anschloss,³¹ markiert in erster Linie und in Weiterführung der bereits bei Aristoteles aufgezeigten Methode das Aufkommen einer neuen Forschungslogik.

Konzeptentwicklungen im 20. Jahrhundert

Um 1900 wird der Synergiebegriff für einige Grenzgänger zwischen den Disziplinen zentral. So hinterfragte der Journalist und Dramatiker Henri Mazel (1864–1947) in seiner Schrift *La synergie sociale* Darwin, dessen Theorie dem kooperativen Verhalten (etwa in Superorganismen wie Bienenstöcken) und damit kollektiven

²⁸ Ebd., S. 168.

²⁹ Um 1900 ist insbesondere die physiologische Bedeutung von „synergy“, übertragen mit „Synergie (das Zusammenwirken der Organe eines Körpersystems)“, gebräuchlich. Johann Gottfried Flügel/Felix Flügel: *Allgemeines Englisch-Deutsches und Deutsch-Englisches Wörterbuch*, Bd. 2: L–Z, 4., gänzlich umgearb. Aufl., Braunschweig: Westermann 1891, S. 1490.

³⁰ Vgl. Anne Harrington: *Reenchanted Science: Holism in German Culture from Wilhelm II to Hitler* (1996), dt.: *Die Suche nach Ganzheit. Die Geschichte biologisch-psychologischer Ganzheitslehren: Kaiserreich, Nationalsozialismus, New-Age-Bewegung*, aus dem Amerik. von Susanne Klockmann, Reinbek bei Hamburg: Rowohlt-Taschenbuch 2002.

³¹ Vgl. Literaturhinweise zu „Ganzheit und Holismus“ in Georg Toepfer: „Bibliografie zur Philosophie und Geschichte der Biologie“ (September 2011), S. 165–167, auf: www.georg-toepfer.de/files/Bibliografie.pdf (Stand Juni 2015).

Evolutionsimpulsen nicht ausreichend Aufmerksamkeit gewidmet habe.³² Der als „amerikanischer Aristoteles“³³ bezeichnete Botaniker und Paläontologe Lester Frank Ward (1841–1913) beschrieb „synergy“ zudem als „universal principle, operating in every department of nature and at every stage in evolution, which is conservative, creative, and constructive“³⁴ und führte den Begriff erfolgreich in die Soziologie ein.³⁵ Der den empirischen Wissenschaften entlehnte Synergiebegriff sei „best adapted to express its twofold character of *energy* and *mutuality*, or the systematic and organic *working together* of the antithetical forces of nature“.³⁶ Auch in sozialen Systemen entstünden durch die Interaktion zentripetal ausgerichteter Gravitationskräfte mit zentrifugalen Radiations- bzw. Emissionskräften geordnete Systeme. Als kosmisches Organisationsprinzip ist Synergie³⁷ daher Voraussetzung und Vorbild für Wards Konzept einer rational gelenkten Evolution durch Bildung und Wissenschaft. Ward prägte dafür den Neologismus „Telesis“, der breit rezipiert wurde und insbesondere für US-amerikanische Architekten und Stadtplaner programmatische Bedeutung erlangte.³⁸

Anders fundiert ist das transdisziplinäre Synergieverständnis, das der Mathematiker und orthodoxe Priester Pavel Florenskij (1882–1937), ein Verfechter der Synthese der Wissensdisziplinen, in seinen Schriften entwickelte. Hintergrund bildeten wissenschaftsprogrammatische Neuorientierungen, die sich aus der intensiven religions- und kunstphilosophischen Auseinandersetzung mit der gott-menschlichen *synérgeia* ergaben, die um 1900 in Russland geführt wurde und auf eine umfassende kulturelle und soziale Transformation abzielte. Bei Florenskij verdichten sich religiöse, ontologische, sprachliche und physikalische Konzepte der *syn-* und *enérgeia* zum kulturtheoretischen Konzept des Zusammenwirkens. Er stützt sich dabei auch auf Wilhelm Ostwalds (1853–1932) *Energetik*.³⁹ Im Unterschied zu Ostwald, der den physikalischen Energiebegriff auf weltanschaulich-philosophische und kulturwissenschaftliche Bereiche ausdehnte, und auch zu dem oben erwähn-

32 Henri Mazel: *La synergie sociale*, Paris: Armand Colin et cie 1898.

33 Samuel Chugerman: *Lester Frank Ward – The American Aristotle. A Summary and Interpretation of His Sociology*, Durham, NC: Duke University Press 1939.

34 Lester F. Ward: *Pure Sociology. A Treatise on the origin and spontaneous development of society*, New York, NY: The Macmillan Co. 1903, S. 171. Vgl. auch: „synergy is construction“, „synthetic work“, ebd., S. 174.

35 Wards Synergiebegriff wurde in den 1940er Jahren von der Anthropologin Ruth Benedict aufgegriffen. Vgl. Abraham Maslow: „Synergy in the Society and in the Individual“, in: *Journal of Individual Psychology* 20 (1964), S. 153–164.

36 Ward: *Pure Sociology* (Anm. 34), S. 174.

37 Zur wissenschaftlichen Begründung von Weltanschauung und Gesellschaftsreform bei Ward vgl. auch Paul Alfred Merbach: *Lester F. Ward's Philosophisches System der Soziologie*, Hamburg: Hephestos 1912.

38 Vgl. Serge Chermayeff: „Telesis. The Birth of a Group“, in: *New Pencil Points* 23 (July 1942), S. 45–48.

39 Wilhelm Ostwald: *Studien zur Energetik*, 2 Teile, Leipzig: Hirzel 1891 und 1892. Ders.: *Energetische Grundlagen der Kulturwissenschaft*, Leipzig: Klinkhardt 1909. Ders.: *Der energetische Imperativ*, Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1912.

ten Ward verläuft die Übertragungsrichtung bei Florenskij scheinbar nicht vom naturwissenschaftlichen auf den gesellschaftlichen Kontext, sondern vom gesellschaftlichen auf den naturwissenschaftlichen: Ebenso wie die gott-menschliche *co-operatio* und der eheliche Bund der Liebe erzeugen auch psychophysische bzw. energetisch-performative Sprachhandlungen und der resonierende elektromagnetische Schwingungskreis Synergie.⁴⁰

Der zwischen verschiedenen Wissensfeldern mäandernde Energiebegriff bildet einschließlich energetischer Systeme und Modelle der Intensität, Transgression und Regulierung, die schon länger Gegenstand diskursiver und interdisziplinärer Untersuchungen sind,⁴¹ bereits um 1900 ein komplexes Bedeutungsbündel. Die darin verflochtene Frage, wie energetische Verbindungen sowie Interaktionen erzeugt werden und welche Effekte daraus resultieren, wird schließlich für die Synergetik grundlegend. Unter dieser Bezeichnung werden unabhängig voneinander in den USA und in Deutschland um 1970 zwei wissenschaftliche Theorien begründet. Zum einen entwickelte der Architekt und Philosoph Buckminster Fuller (1895–1983) eine einflussreiche Designwissenschaft als Lehre vom synergetischen Planen und Gestalten.⁴² Zum anderen entwarf der Mathematiker und Physiker Hermann Haken (*1927) ausgehend von seiner Lasertheorie, wonach Laseratome kooperatives bzw. kohärentes Verhalten zeigen, eine allgemeine „Lehre vom Zusammenwirken“, auch „science of structure“.⁴³ Diese Lehre konnte nicht zuletzt durch die Förderung der VolkswagenStiftung⁴⁴ und die Begründung des „Center of Synerge-

40 Vgl. Pavel Florenskij: „Imeslavie kak filosofskaja predposylka“ (1922), dt.: Pawel Florenski: „Namensverehrung als philosophische Voraussetzung“, in: ders.: *Werke in zehn Lieferungen*. 3. Lieferung: *Denken und Sprache*, aus dem Russ. von Fritz Mierau, hg. von Sieglinde Mierau/Fritz Mierau, Berlin: Kontext 1993, S. 237–290, hier S. 244–245. Vgl. Tatjana Petzer: „Wirksame Worte. Übertragungsphantasien in der russischen Moderne“, in: Barbara Gronau (Hg.): *Szenarien der Energie. Zur Ästhetik und Wissenschaft des Immateriellen*, Bielefeld: transcript 2013, S. 45–66.

41 Vgl. Bruce Clarke/Linda Henderson (Hg.): *From Energy to Information: Representation in Science and Technology, Art and Literature*, Stanford, CA: Stanford Univ. Press 2002. Elizabeth R. Newwald: *Thermodynamik als kultureller Kampfplatz. Zur Faszinationsgeschichte der Entropie 1850–1915*, Freiburg i. Br.: Rombach 2006. Danièle Ghesquier-Pourcin (Hg.): *Énergie, science et philosophie au tournant des XIXe et XXe siècles*. 2 Bde. Bd. 1: *L'émergence de l'énergie dans les sciences de la nature*, Bd. 2: *Les formes de l'énergétisme et leur influence sur la pensée*, Paris: Hermann 2010. Gronau: *Szenarien der Energie* (Anm. 40).

42 R[ichard] Buckminster Fuller: *Synergetics. Explorations in the Geometry of Thinking*, unter Mitarbeit von E[dgar] J[arrold] Applegate, New York, NY: Macmillan 1975. R[ichard] Buckminster Fuller: *Synergetics 2: Further Explorations in the Geometry of Thinking*, New York, NY: Macmillan 1979. E[dgar] J[arrold] Applegate (Hg.): *Synergetics Dictionary. The Mind of Buckminster Fuller*, 4 Bde., New York, NY: Garland 1986.

43 Hermann Haken/Robert Graham: „Synergetik – Die Lehre vom Zusammenwirken“, in: *Umschau in Wissenschaft und Technik* 71 (1971) 6, S. 191–195, hier S. 191. Hermann Haken: *Synergetics. An Introduction. Nonequilibrium Phase Transitions and Self-Organization in Physics, Chemistry and Biology*, Berlin: Springer 1977. Populärwiss.: ders.: *Erfolgsgeheimnisse der Natur. Synergetik: Die Lehre vom Zusammenwirken*, Stuttgart: DVA 1981.

44 1976 wurde Hakens interdisziplinäres Forschungsprojekt „Synergetik“ erstmalig von der *Stiftung Volkswagenwerk* (seit 1989 *VolkswagenStiftung*) als „unkonventionelles“ und „zukunftsweisendes“ Vorhaben außerhalb der Förderschwerpunkte gefördert. Vgl. Bernd Kröger: *Hermann Haken und die Anfangsjahre der Synergetik*, Berlin: Logos 2013, S. 193 f.

tics“ am Institut für theoretische Physik der Universität Stuttgart erfolgreich etabliert werden. Auch wenn Haken Gemeinsamkeiten mit Fullers Synergetics abweist,⁴⁵ teilen beide Synergetiken eine ausgeprägte Neigung für geometrische Konfigurationen, einen strukturtheoretisch-mathematischen Ansatz sowie die Überzeugung, dass in der synergetischen Perspektive ein universalisierbares Deskriptionspotential liegt.

Wie zuvor Ward leitet Fuller den Begriff „synergy“ aus der Chemie und den Ordnungsprinzipien der Natur ab.⁴⁶ Während er die Festigkeit atomarer und molekularer Strukturen untersucht und diese auf Baukonstruktionen überträgt, entdeckt er Synergie weniger als eine empirisch-quantifizierbare Größe denn als Beschreibungskategorie für einen Wirkungszusammenhang, und zwar des nicht-additiven Verhaltens von Systemteilen in einem Ganzen.⁴⁷ Sie ist auch Kern seiner Konzeption von ganzheitlichem Wissen.⁴⁸ Wie Fuller 1963 in einem Vortrag in Mexiko darlegte, richtete er seine Bemühungen darauf aus, die Erkenntnis über-summativen Systemverhaltens in einfachen Strukturzusammenhängen abzubilden und für die Praxis nutzbar zu machen: „I began to explore structure and develop it in pure mathematical principle out of which the patterns emerged in pure principle and developed themselves in pure principle. I then realized those developed structural principles as physical forms, and in due course applied them to practical tasks.“⁴⁹ Das Ergebnis seiner Untersuchungen zu ‚energetisch-synergetischen‘ Geometrien in der Natur war eine systematische allgemeine Konstruktionslehre, die den Anspruch erhob, effizientes Gestalten mit ‚komprehensivem‘ und prognostischem Denken zu vereinen.⁵⁰ Mit seinen biomorphen und geodätischen Bauten sowie der Metapher vom „Raumschiff Erde“ beeinflusste Fuller nachhaltig Bauin-

45 „Das Wort [Synergetics] taucht schließlich als Titel eines Buches des bedeutenden Architekten Buckminster Fuller auf. Ein Blick in dieses Buch lehrt uns aber sofort, daß dessen Inhalt nichts mit dem zu tun hat, was ich unter Synergetik verstehe.“ Hermann Haken: „Entwicklungslinien der Synergetik, I“, in: *Naturwissenschaften* 75 (1988), S. 163–172, hier S. 170.

46 Vgl. R[ichard] Buckminster Fuller: *Operating Manual for Spaceship Earth* (1969), dt.: *Bedienungsanleitung für das Raumschiff Erde und andere Schriften*, hg. von Joachim Krausse, Dresden: Verlag der Kunst 1998, S. 63. Fuller: *Synergetics* (Amn. 42), 106.00, S. 4.

47 Ebd., 102.00–105.00, S. 3: „Synergy means behavior of integral, aggregate, whole systems unpredicted by behaviors of any of their components or subassemblies of their components taken separately from the whole. [...] The words synergy (*syn-ergy*) and energy (*en-ergy*) are companions. Energy studies are familiar. Energy relates to differentiating out subfunctions of nature [...] synergy represents the integrated behaviors instead of all the differentiated behaviors of nature [...]“

48 Vgl. ebd., S. 67–89 (Kap. „Synergie“).

49 R[ichard] B[uckminster] Fuller: „World Design Initiative“ (Mexico Lecture, 1963), in: *Inventory of World Resources. Human Trends and Needs. Document 2: World Design Science Decade 1965–1975 Phase 1*, Carbondale, IL: World Resources Inventory 1964, S. 1–103, hier S. 59.

50 Vgl. den Beitrag von Joachim Krausse im vorliegenden Band sowie den Katalogband Joachim Krausse/Claude Lichtenstein (Hg.): *Your Private Sky. R. Buckminster Fuller. The Art of Design Science*, Baden: Lars Müller 1999. Dies.: *Your Private Sky. R. Buckminster Fuller. Discourse*, Baden: Lars Müller 2001.

genieure und Künstler⁵¹ sowie das ökologische Bewusstsein⁵² und gilt heute als Vordenker der Theorie des Anthropozäns.⁵³

Hakens Forschung zeigte zunächst am Laser, dass offene, mit der Umgebung im ständigen Energieaustausch befindliche Systeme durch Phasenübergang und Selbstorganisation einen Ordnungszustand, d. h. spontan synergetische Strukturen herausbilden. Anders als die Brüsseler Schule um den russisch-belgischen Chemiker und Nobelpreisträger Ilya Prigogine (1917–2003), der die Entstehung selbstorganisierender *dissipativer* Strukturen in gleichgewichtsfernen offenen, Entropie nach außen abgebenden Systemen *thermodynamisch* begründete,⁵⁴ ist die Stuttgarter Schule deterministisch und stochastisch orientiert.⁵⁵ Dabei stützt sich die synergetische Analyse von Nichtgleichgewicht und Selbstorganisation insbesondere auf nichtlineare Differentialgleichungen sowie auf Markov-Prozesse für Wahrscheinlichkeitsprognosen.⁵⁶ In der mathematischen Darstellungsmethode entsprechender Musterbildungsprozesse – wie in der Chaosforschung werden in der Synergetik Ordnungsbildungen (z. B. fraktale Strukturen) durch bildgebende Verfahren sichtbar gemacht – spielt der Synergiebegriff jedoch keine Rolle.⁵⁷ Hakens Terminologie bietet vielmehr semantisches Reibungspotential, wenn ‚Zusammenwirken‘ mit der Beschreibungs-

51 Vgl. Carsten Krohn: *Buckminster Fuller und die Architekten*, Berlin: Reimer 2004.

52 Ein eigenwilliges Engagement in Sachen synergetischer Ökologie stellt das Internet-„Buch der Synergie“ rund um erneuerbare Energien von Achmed A. W. Khammas dar, auf: www.buch-der-synergie.de (Stand Juni 2015).

53 Vgl. Bezugnahme auf Fullers Metapher vom „Raumschiff Erde“ (Anm. 46). Peter Sloterdijk: „Wie groß ist ‚groß‘?“, in: ders./Paul J. Crutzen/Mike Davis/Michael D. Mastrandrea/Stephen H. Schneider: *Das Raumschiff Erde hat keinen Notausgang*, aus dem Engl. von Ilse Utz, Berlin: Suhrkamp 2011, S. 93–110.

54 Vgl. Ilya Prigogine: *Structure, Dissipation and Life*, Amsterdam: North-Holland Publ. Company 1969. Zur allgemeinen Beschreibung dissipativer Systeme entwickelte Prigogine gemeinsam mit René Lefever ein auf Reaktionsgleichungen beruhendes Simulationsmodell („Brüsselator“). Vgl. Ilya Prigogine/René Lefever: „Symmetry Breaking Instabilities in Dissipative Systems. II“, in: *Journal of Chemical Physics* 48 (1968) 4, S. 1695–1700. Zu formalen Modellen vgl. auch Paul Glansdorff/Ilya Prigogine: *Thermodynamic Theory of Structures. Stability and Fluctuations*, New York, NY: Wiley 1971.

55 Zur Abgrenzung Hakens von Prigogine sowie zur unterschiedlichen Betrachtung dissipativer Systeme vgl. Kröger: *Hermann Haken* (Anm. 44), S. 158 f., 263–269. Vgl. auch Bernd Krögers zusammenfassende tabellarische Gegenüberstellung von Synergetik und anderen Selbstorganisationstheorien, vgl. ebd., S. 280–281.

56 Vgl. Haken: *Synergetics* (Anm. 43). Ders.: *Synergetic Computers and Cognition – A Top Down Approach to Neural Nets*, Berlin: Springer 1991. Publikationen der Reihe *Springer Series in Synergetics*, hg. von Hermann Haken.

57 Später, im Rahmen ihrer psychosynergetischen Theoriebildung, führten Haken und Günter Schiepek den Synergiebegriff auf den Neurophysiologen Sir Charles Sherrington (1857–1952) zurück, der sich mit der Koordination von Nervenzellen in neuronalen Schaltkreisen befasste und 1932 den Nobelpreis für Medizin erhielt. Hermann Haken/Günter Schiepek: *Synergetik in der Psychologie. Selbstorganisation verstehen und gestalten*, Göttingen: Hogrefe 2006, S. 40. Als synergetisch betrachtete Sherrington funktionsgebundene Kombinationen von Muskelaktionen. Vgl. Charles Sherrington: *The integrative action of the nervous system* (1906), New Haven, CT: Yale University Press 1920, S. 170–174. Bei den französischen Physiologen ist der Synergiebegriff zu dieser Zeit gängig, bspw. bei Félix le Dantec (1869–1917). Vgl. Jean Laumonier: *La physiologie générale*, Paris: Schleicher frères 1897, S. 460–571 (4. Buch: „Synergie“).

these durch das ‚Versklavungsprinzip‘ erläutert wird, wonach ‚Ordner‘ die einzelnen Teile des Systems ‚versklaven‘ und dadurch das Systemverhalten bestimmen.

Beim Laser treten Ordnungsparameter als messbare Feldstärken von Laseratomen auf, die Voraussagen über das Umschlagen von normalem Licht in Laserlicht erlauben. Analog werden in der Synergetik beispielsweise neuronale Ordnungsparameter behandelt, also messbare Mustereigenschaften im neuronalen Netz, die den Lern- und Entwicklungsprozess lenken. Dabei liegen ganz unterschiedliche Komplexitäten vor, wenn durch stimulierte Photonenemission in einer Laserröhre kohärentes Licht entsteht oder aber auf der Basis künstlicher Neuronen Intelligenz erzeugt werden soll. Entsprechende Übertragungen synergetischer Strukturprinzipien auf soziale Systeme oder auf die Schwarmrobotik (als Beispiel für selbstorganisierende IT-Systeme bzw. *emergent computing*) könnten daher zum Trugschluss der Steuerbarkeit emergenter Prozesse in offenen Systemen führen. Das Versklavungsprinzip kann als Variante der in die Emergenztheorie eingeführten Abwärtskausalität verstanden werden. Hakens Laserlicht, dessen Entstehung aus einer bestimmten Systeminstabilität prinzipiell vorhersagbar ist, wäre demnach ein Beispiel für Selbstorganisation ohne Strukturemergenz.⁵⁸

Ungeachtet oder auch dank der Unschärfe im terminologischen, deskriptiven und methodischen Instrumentarium gegenüber anderen strukturdynamischen System- und Selbstorganisationslehren hat die interdisziplinäre Lehre der Synergetik eine vielfältige Streuung in verschiedenen Anwendungsdisziplinen erfahren. Beispiele dafür sind die Synergetische Linguistik⁵⁹ und die auch im Band vertretene Finanzmarktsynergetik⁶⁰ sowie die Psychosynergetik,⁶¹ um nur drei von Haken inspirierte Ansätze zu nennen, die vom erfolgreichen Transfer in die Sprach-, Wirtschafts- und Neurowissenschaften zeugen.

Der universelle Anspruch der Synergetik bleibt nicht unhinterfragt. Der Zukunftsdenker Fuller wird in diesem Zusammenhang im Utopismus der Moderne verortet.⁶² Und Hakens nicht wertfreier Terminologie von ‚Versklavung‘ und ‚Ordnern‘ steht insbesondere die Sozialwissenschaft ebenso kritisch gegenüber wie dessen Analogieschluss von mathematisch darstellbaren Thesen auf kausaltheoretische

58 Zur Klassifikation von „Spielarten“ der Emergenz vgl. Achim Stephan: *Emergenz: Von der Unvorhersagbarkeit zur Selbstorganisation*, Paderborn: mentis³ 2007. Die Synergetik fokussiert ein emergentistisches Problem, die Entstehung neuartiger Systemeigenschaften, stellt allerdings keine neue emergenztheoretische Position dar, vgl. ebd., S. 237.

59 Vgl. Reinhard Köhler: *Zur linguistischen Synergetik. Struktur und Dynamik der Lexik*, Bochum: Brockmeyer 1986. Ders.: „Synergetic Linguistics“, in: ders./Gabriel Altmann/Rajmund G. Piotrowski (Hg.): *Quantitative Linguistik – Quantitative Linguistics. Ein internationales Handbuch*, Berlin/New York, NY: de Gruyter 2005, S. 760–774.

60 Vgl. Thomas Landes/Otto Loistl (Hg.): *The Dynamics Pricing of Financial Assets*, Hamburg: McGraw-Hill 1989. Dies.: „Complexity Models in Financial Markets“, in: *Applied Stochastic Models and Data Analysis* 19 (1992) 4, S. 291–228. Christian Haffner: *Möglichkeiten der Modellierung des realen Börsengeschehens mit Hilfe der Kapitalmarktsynergetik*, Frankfurt a. M./New York, NY: Peter Lang 1995.

61 Vgl. Hermann Haken/Günther Schiepek: *Synergetik in der Psychologie: Selbstorganisation verstehen und gestalten*, Göttingen: Hogrefe 2006.

62 Vgl. dazu den Beitrag von Susanne von Falkenhausen in diesem Band.

Modelle.⁶³ Ohne den kritischen Blick auf den neuen Universalbegriff ‚Synergie‘ zu vernachlässigen, soll im Folgenden die Aufmerksamkeit auf die Innovationskraft und Erkenntnismodi des Synergediskurses gelenkt werden, der sich im 20. Jahrhundert, eng verbunden mit Veränderungen in der wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Praxis, fortwährend intensiviert.⁶⁴

Zusammenwirken. Denkfigur zwischen den Disziplinen

Die Beiträge dieses Bandes geben Einblick in ein breit gefächertes Spektrum begrifflicher Relevanz jenseits der inflationären Synergiekonjunktur: in philosophische und theologische Konzepte (z. B. Synergismus, Theosis, Übersummativität), Metatheorien (z. B. Monismus, Systemtheorie, Synergetik), formale Modelle (z. B. Chreode, Emergenz, Selbstorganisation, Strukturbildung), soziale Praktiken (z. B. Gebet, Tanz, Kooperation, Partizipation), die gewöhnlich getrennt voneinander betrachtet werden. Dass diese Ansätze hier zusammengeführt und nebeneinander platziert werden, soll keinesfalls Unterschiede nivellieren und weder dem Vergleich noch einer abstrahierenden Definition des Synergiebegriffs dienen. Vielmehr machen die fließenden Übergänge zwischen Begriff, Paradigma, Theoriemodell und Metapher deutlich, dass sich ‚Synergie‘ zwischen den verhandelten Problemfeldern als eine produktive *Denkfigur* bewegt.

Der operative Mehrwert einer Denkfigur liegt in ihrer integrativen Funktion, wissenschaftliche und nicht-wissenschaftliche, kulturelle sowie alltagspraktische Wissensfelder zu verknüpfen.⁶⁵ Denkfiguren verdichten und ordnen kursierendes Wissen ebenso, wie sie ihre epistemischen und sprachkonstitutiven Bedingungen reflektieren. Der analytische Zugriff auf diese Bedeutungsschichten und konkrete Transferleistungen bietet die Möglichkeit, auch Wissensspuren nachzugehen, die durch Schnittmengen paralleler diskursiver Entwicklungslinien und unkritische Verschränkungen erzeugt werden. Methodisch wird dies von interdisziplinär orientierten Ansätzen der Literatur- und Kulturforschung gestützt, die kulturelle Wissenspraktiken sowie das Verhältnis von Literatur und Wissen untersuchen. Diese Zugänge, die von *beweglichen* Figuretionen des Denkens ausgehen,⁶⁶ werden der

⁶³ Vgl. Stephan: *Emergenz* (Anm. 58), S. 236 f.

⁶⁴ Zuweilen irreführend bleiben nachträgliche Zuschreibungen: In der Retrospektive werden Methoden, Konzepte und Praktiken durch das Attribut ‚synergetisch‘ charakterisiert, deren Initiatoren nicht explizit diesen Begriff verwendeten.

⁶⁵ Vgl. Ernst Müller: „Einleitung“, in: ders.: *Begriffsgeschichte im Umbruch?*, Hamburg: Meiner Verlag 2005, S. 9–20, hier S. 17 f. Ders.: „Denkfigur“, in: Roland Borgards/Harald Neumeyer/Nicolas Pethes/Yvonne Wübben (Hg.): *Literatur und Wissen. Ein interdisziplinäres Handbuch*, Stuttgart: Metzler 2013, S. 28–32. Jutta Müller-Tamm: „Die Denkfigur als wissensgeschichtliche Kategorie“, in: Nicola Gess/Sandra Janßen (Hg.): *Wissens-Ordnungen. Zu einer historischen Epistemologie der Literatur*, Berlin/Boston, MA: de Gruyter 2014, S. 100–120.

⁶⁶ In Anlehnung an Erich Auerbach, der als Bedeutungsmomente von figurierter Bedeutung und figuraler Wirklichkeitsdeutung u. a. Beweglichkeit, Wandelbarkeit, Unvollendetheit herausstellte. Vgl. Erich Auerbach: „Figura“, in: *Archivum Romanicum* 22 (1938), S. 436–489.

Variation von „Denkräumen“⁶⁷ der am Diskurs beteiligten Akteure gerecht. Darüber hinaus erfassen sie auch Dynamiken innerhalb wissen(schaft)sgeschichtlicher Konstellationen und geben den Blick auf Diskurspluralität und komplexe Translationen des Wissens, schließlich auf die Konstruiertheit von Konzepten frei. Dieses Vorgehen stellt nicht zuletzt das Deutungsprimat einer einzigen Leit-Wissenschaft zugunsten einer wechselseitigen Beeinflussung heterogener Sphären des Wissens zurück.

Der paradigmatische Blick auf das Ganze ist für die Denkfigur der Synergie wesentlich. Wenngleich historisch betrachtet nicht neu, ist er wissenschaftsgeschichtlich dennoch signifikant. Gegenwärtig vollziehe sich, so der US-amerikanische Physiker und Nobelpreisträger Robert Betts Laughlin, ein epistemologischer Wandel in den Naturwissenschaften: der Abschied vom Zeitalter des Reduktionismus. Es gehe nicht mehr darum, die Natur in immer kleinere Teile zu zerlegen und deren Verhalten zu studieren. Vielmehr richte sich der Blick nun auf das ‚kollektive‘ Ganze, auf die Selbstorganisation der Natur.⁶⁸ Eine derartige Blickverschiebung auf kollektive bzw. kooperative Konfigurationen ist einer der wichtigsten Anstöße für die Konjunktur holistischer Synergie-Konzepte. Die Begründung der wissenschaftlichen Synergetik ist die logische Kulmination des Versuchs einer übergeordneten Wissensordnung, in der die systemisch-konstruktivistische Ganzes-Teile-Relationalität zentral wird. Unabhängig davon, ob der Zugang zu synergetischen Modellen experimentell oder statistisch determiniert ist, ob Theorie und Methode der Synergetik auf Systemtransformation und Komprehensivität (Fuller) oder auf Selbstorganisation und sprunghafte Komplexitätsreduktion (Haken) zielen, thematisieren sie das Wechselspiel zwischen dem Ganzen und seinen Teilen, zwischen dem übergeordneten System und den Subsystemen. Synergie liegt vor, wenn die auf der Mikroebene miteinander verknüpften und interagierenden Subsysteme auf der übergeordneten Makroebene eine emergente bzw. ‚übersummativ‘ Ordnung hervorbringen. Beide, Emergenz und Synergie, bewirken aus Top-down- bzw. Bottom-up-Perspektiven einen Qualitätssprung, der etwas Neues hervorbringt.

Vor dem Hintergrund der Herausbildung der modernen Systemtheorien und der Synergetiken erhält der Satz „Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile“ neue Geltung. Mit der Wiederkehr der antiken Denkfigur des Übersummativen, die bereits einen systematisch relevanten Ort in Aristoteles’ Denken einnahm, wurde eine weitere sinnkonstituierende Funktion und epistemologische Komponente dieser Denkfigur aktiviert, die in der Unterwanderung von Reduktionismus und disziplinären Grenzziehungen liegt. Diese ist nicht als Zusammenführung von disziplinären Methoden zum universalistischen Modell zu denken, sondern vielmehr als erkenntnistheoretische Möglichkeit, die sich ergibt, wenn die Grenzen

⁶⁷ Zum Konzept eines interaktiven Denkraums vgl. Martin Mulsow/Marcelo Stamm (Hg.): *Konstellationsforschung*, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 2005.

⁶⁸ Vgl. Robert B. Laughlin: *Abschied von der Weltformel. Die Neuerfindung der Physik*, aus dem Amerikan. von Helmut Rotter, München: Piper 2009, S. 122. In die gleiche Richtung weist auch die viel beachtete Publikation von Thomas Nagel: *Mind and Cosmos: Why the Materialist Neo-Darwinian Conception of Nature Is Almost Certainly False*, New York, NY: Oxford University Press 2012.

zwischen Wissenschaft, Technik, Literatur, Kunst und Religion zu verbindenden Schwellen des Wissens geöffnet werden. Eine Öffnung für komplexere interdisziplinäre Zusammenhänge führt fast zwangsläufig zum Verlust terminologischer Eindeutigkeit in der Darstellung. Um Bedeutungspotentiale der Denkfigur Synergie zu erschließen, macht der Band eine Annäherung von den unscharfen Rändern des Synergiediskurses her produktiv. Dazu zählt die Verhältnisbestimmung von Theologie und Wissenschaft, die sich heute nicht zufällig als eine unerledigte Aufgabe zu erkennen gibt.⁶⁹

Dass zu Beginn des 21. Jahrhunderts auch katholische Denker einen Brückenschlag zur Synergetik vollziehen, lässt aufmerken. Der Systematische Theologe Imre Koncsik unterbreitete mit dem Buch *Synergetische Systemtheorie* (2011) eine naturphilosophische Deutung der Systemtheorie.⁷⁰ Auf dieser Grundlage soll eine Metatheorie der Evolution systemischer Wechselwirkungen entwickelt werden, wobei unterschwellig eine theologische Perspektive bedeutsam bleibt.⁷¹ Alexandre Ganoczy dagegen reflektiert auf der Folie von Hakens interdisziplinärer Synergetik und dessen „Analogbegriff“⁷² über das Wesen des dreifaltigen Gottes und das Synergieverständnis in den Schriften der Kirchenväter und Theologen, u. a. bei Nikolaus von Kues. In Auseinandersetzung mit der Strukturontologie und Philosophie der ‚Konkreativität‘ seines Würzburger Kollegen Heinrich Rombach prägt Ganoczy mit „Synontie“ einen weiteren Syn-Begriff zur Beschreibung der ontologischen Strukturiertheit der Welt, die ihm zufolge mit der ‚dynamischen‘ trinitarischen Einheit (Synergie) korreliere.⁷³ Wie Synergiediskurse im Allgemeinen zeigen die genannten Entwürfe eine Affinität zu strukturtheoretischen Beobachtungen und Erklärungsmodellen. Die Struktur (als Gesamtheit der Wechselwirkungen zwischen den Systemelementen) wird dabei als eine Wissensquelle gefasst, die zwischen verschiedenen Disziplinen hin und her übertragbar ist und zur wechselseitigen Erkenntnis analoger Prinzipien beiträgt.⁷⁴

Wie die einführenden Beispiele verdeutlichen, ist Synergie-Wissen ein zwischen verschiedenen Disziplinen und gesellschaftlichen Sphären *zirkulierendes Wissen*.

69 Vgl. die Promotionsschrift im Fach Katholische Theologie von Maximilian Boost: *Naturphilosophische Emergenz. Vermittler im Dialog zwischen Naturwissenschaft und Religion*. Würzburg: Echter 2012. Für die integrale Theorie vgl. Ken Wilber: *The Marriage of Sense and Soul. Integrating Science and Religion* (1998), dt.: *Naturwissenschaft und Religion. Die Versöhnung von Wissen und Weisheit*, aus dem Amerik. von Clemens Wilhelm, Frankfurt a. M.: Wolfgang Krüger 1998. Zur christlich-orthodoxen Perspektive vgl. Alexei V. Nesteruk: *Light from the East. Theology, Science, and the Eastern Orthodox Tradition*, Minneapolis, MN: Fortress Press 2003.

70 Imre Koncsik: *Synergetische Systemtheorie. Ein hermeneutischer Schlüssel zum Verständnis der Wirklichkeit*, Berlin u.a.: LIT 2011.

71 Die kosmologische Perspektivierung auf der Grundlage der Synergetik ist nicht neu. Vgl. Werner Ebeling/Reiner Feistel: „Synergetik der Evolution“, in: dies.: *Chaos und Kosmos. Prinzipien der Evolution*, Heidelberg/Berlin/Oxford: Spektrum 1994, S. 209–223.

72 Alexandre Ganoczy: *Der dreieinige Schöpfer: Trinitätstheologie und Synergie*, Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 2001, S. 18.

73 Ebd., S. 27–33 („Göttliche ‚Synontie‘ und ‚Synergie‘“).

74 Vgl. Rupert Riedl: *Strukturen der Komplexität. Eine Morphologie des Erkennens und Erklärens*, Berlin/Heidelberg: Springer 2000.

Entlang seiner nomadischen Bewegungen kommt es zu wesentlichen Transformationen und Hybridisierungen.⁷⁵ Die Methoden der Kultur- und Wissensgeschichte – angefangen bei der Historisierung des Synergiebegriffs über die Rekonstruktion kultureller Konstellationen, in denen sich das semantische Feld der übersummativen Kooperation zur Denkfigur verdichtet, bis hin zu Fragen nach den Akteuren, der Wissensproduktion und der Medialität des Synergie-Wissens –, die von den Beiträgern des vorliegenden Bandes unterschiedlich akzentuiert eingesetzt werden, tragen auch dazu bei, die wachsende Bedeutung des Synergieparadigmas nutzbar zu machen. Diese praktische Dimension – gesellschaftlicher, institutioneller oder wissenschaftspolitischer Art – setzt neue Akzente für die Erkundung der Zukunftspotentiale von Synergiekonzepten.

Kultur- und wissensgeschichtliche Perspektiven

Im ersten Abschnitt des Bandes sind Beiträge zu *historischen Kontexten* der Wirkungs- und Rezeptionsgeschichte von Energie- und Synergiekonzepten in ihrer heterogenen Vielfalt versammelt. Fokussiert werden theologische, philosophische und wissenschaftliche Entwürfe sowie religiöse, heilpraktische und ästhetische Erfahrungsfelder, die sich von Spätantike und Mittelalter in die Neuzeit bis zur Moderne erstrecken. Georgi Kapriev widmet sich in seinem Beitrag der Synergielehre der ostkirchlichen Tradition, die das Zusammenwirken menschlichen und göttlichen Handelns in der Theosis als Schlüsselement des Heilsgeschehens identifiziert. Darüber hinaus ist seine Diagnose von der Wiederkehr der Vergöttlichungs-idee in naturphilosophischen Konzepten der Neuzeit zu beachten, wonach bislang weitgehend unverbundene Traditionen mittelalterlich-theologischer und neuzeitlich-naturphilosophischer Synergiedenken in Bezug gesetzt werden. Einen Eindruck von dieser bemerkenswerten Kontinuität vermittelt auch Igor Polianski, wenn er die Wirkungsgeschichte der Synergie als „Elementaridee“ bzw. „Denkschema“ im spannungsreichen Verhältnis von Medizin und Religion darstellt. Das Verständnis von Synergie als „holistischem Modell leibseelischer Einheit“, das der Heilpraxis einer synergetisch orientierten Medizin zugrunde liegt, wird vom mittelalterlichen Topos des *Christus medicus* bis hin zur zeitgenössischen Psychosomatik veranschaulicht.

Ausgehend von der Sprachkrise um 1900, in deren Folge nicht-sprachliche Ausdrucksformen und intersubjektive Verständigungsprozesse erkundet werden, erörtert Gabriele Fois-Kaschel die korporale und choreographische Anwendung synergetischer Prinzipien der Interaktion.⁷⁶ Der Tanz wird dabei zum paradigmatischen

⁷⁵ Vgl. Philipp Sarasin: „Geschichte des Wissens“, in: *Internationales Archiv für Sozialgeschichte der deutschen Literatur* 36 (2011) 1, S. 159–172.

⁷⁶ Der Beitrag wurde für diesen Band nach der Erstpublikation übersetzt. Vgl. Gabriele Fois-Kaschel: „Synergetic Art Production: Choreography in Classical and Neo-classical Discourse on Performative Arts“, in: Gerhard Fischer/Florian Vassen (Hg.): *Collective Creativity. Collaborative Work in the Sciences, Literatures and the Arts*, Amsterdam/New York, NY: Rapodi 2011, S. 87–97.

Beispiel, um Synergie als Theorie der Bedeutungsentstehung in eine allgemeine Kulturtheorie der Moderne einzuschreiben, die entscheidend von Alteritätserfahrungen (hier: Gesten statt Sprache) geprägt ist. Wird nun Fois-Kaschels Befund im Kontext von Fullers Synergetik weitergedacht, ergeben sich anknüpfende Fragen zur zunehmenden Verschränkung von Tanz/Performanz und Synergie im 20. Jahrhundert. An dieser Stelle sei, fokussiert auf Verkörperung, Transformation und Kooperation, ein erster Ausblick auf mögliche Koordinaten skizziert:

1. Verkörperung – Fullers Identifikation mit der semantischen Rolle ‚Verb‘⁷⁷ verweist auf sein spezifisches Verständnis des Seienden und Tätigen. Mit dem polnisch-amerikanischen Ingenieur und Philosophen Alfred Korzybski (1879–1950), dessen Theorie der Allgemeinen Semantik Menschen und Nationen linguistisch zu beeinflussen und zu vereinen suchte, teilte Fuller das Interesse für den Zusammenhang von Sprache und Handeln, Erfahrung und Kommunikation/Konstruktion.⁷⁸ Vor diesem Hintergrund und mit Blick auf Fullers Geometrien bedeutet Verkörperung in erster Linie Verbalität, Verbindung. 2. Transformation – Fuller zielte, wie er anhand von Geometriemodellen demonstrierte, auf die *Beweglichkeit* von Konstruktionen, er brachte diese zum ‚Tanzen‘ (z. B. nach dem Prinzip der Jitterbug-Transformation). Diese Hands-on-Praxis weist nicht nur Berührungspunkte mit der kinesphärischen Bewegungskunst von Rudolf von Laban auf und inspiriert bis heute Tänzer und Performer.⁷⁹ Tanzen sei, so Fullers Tochter, die Tänzerin und Ethnochoreologin Allegra Fuller Snyder (*1927), ein transformierender Prozess, der wesentliche Veränderungen in Kognition, Sensorik, Motorik und Emotion nach sich ziehe.⁸⁰ Im Anschluss an die synergetischen Grundideen ihres Vaters deutet sie Tanz und Choreographie als performatives *verbing*.⁸¹ 3. Kooperation – „Synergic Theater“ wurde als visuell/auditiv/kinästhetisches Projekt einer US-amerikanischen InterArt-Gruppe begründet. Im Programmheft zum ersten Auftritt anlässlich des bilateralen Sommerfestivals der Kunst zwischen den USA und der UdSSR Anfang Juli 1974 an der Duke Universität in Durham, NC, wird die sprachliche Ableitung des auf Wirkungsverstärkung gerichteten künstlerischen Versuchsaufbaus zitiert sowie nachdrücklich das Bühne und Auditorium umfas-

77 R[ichard] Buckminster Fuller: *I Seem to Be a Verb: Environment and Man's Future*, New York, NY: Bantam 1970.

78 In den 1950er Jahren besuchte Fuller Veranstaltungen am von Korzybski begründeten Institute of General Semantics, 1955 hielt er diesem zu Ehren die jährliche Gedenkvorlesung.

79 Vgl. Caspar Schwabe: „Eureka and Serendipity: The Rudolf von Laban Icosahedron and Buckminster Fuller's Jitterbug“, in: George W. Hart/Reza Sarhangi (Hg.): *Proceedings of Bridges 2010 (Pécs): Mathematics, Music, Art, Architecture, Culture*, Phoenix, AZ: Tessellations Publishing 2010, S. 271–278.

80 Vgl. Allegra Fuller Snyder: „Dance in a ritual context: A dance ethnologist's point of view“, in: Janet Adshead (Hg.): *Report to the Third Study of Dance Conference University of Surrey „Dance – A Multicultural Perspective“*, University of Surrey: National Resource Centre for Dance 1986, S. 22–32, hier S. 25 f.

81 Vgl. Synders Fazit in: Allegra Fuller Snyder: „Synergetics and Dance“, Vortrag im Rahmen des Symposiums „Synergetics in the Arts“, Noguchi Museum New York am 20. November 2005, auf: https://www.youtube.com/watch?v=ptzLjQg_9QY (Stand Juni 2015).

sende interaktive Brainstorming betont.⁸² Wie der skizzierte Ausblick zeigt, verschafft die Figur der Synergie nicht zuletzt Einblick in die Interdependenzen zwischen korporaler, transformativer und kollaborativer (choreographischer) Arbeit und Ästhetik.

Den ersten Abschnitt beschließt der Beitrag von Klaus Mainzer über den Chemiker, Nobelpreisträger (1909) und Philosophen Wilhelm Ostwald im Kontext der Krise in der Wissenschaftskultur um 1900. Die naturphilosophischen Konzepte von Ostwalds *Energetik* haben, so Mainzer, ungeachtet der Weiterentwicklungen in der Gleichgewichts- und Nichtgleichgewichts-Thermodynamik nicht an Aktualität verloren.⁸³ Jenseits der Konkurrenz zwischen den Naturwissenschaften um die Deutungshoheit der Wirklichkeit strebte Ostwald nach einer Einheit pluraler Wissensbestände. In diesem Zusammenhang sind es Ostwalds methodisches Werkzeug und seine Forschungslogik, in denen Mainzer in Hinblick auf eine nicht-reduktionistische Schließung des Grabens zwischen Natur-, Sozial- und Geisteswissenschaften lohnende Anknüpfungspunkte für die heutige Wissenschaftspraxis sieht.

Die folgenden Beiträge des zweiten Abschnitts führen in eine Reihe von *Paralldiskursen* ein, die in enger Beziehung zur Herausbildung von Synergiekonzepten stehen. Georg Toepfer prüft die Versuche, das Synergieparadigma als Angebot einer holistischen Biologie zu verwirklichen, und zwar in der Gegenüberstellung von sechs benachbarten, ebenfalls holistische Relationen bezeichnenden Begriffen: ‚Koperation‘, ‚Sympathie‘, ‚Funktion‘, ‚Reziprozität‘, ‚Emergenz‘, ‚Konkurrenz‘. Die Stärke des Synergiebegriffs für biologische Theoriebildungen liege in seiner „universalen Anwendbarkeit“ sowie in der mit ihm erfolgenden Betonung der Kooperation – statt lediglich Konkurrenz – im biologischen Interaktionsverständnis. Dennoch bleibt Toepfer skeptisch, inwiefern die Komplexität heutiger spezialwissenschaftlicher Forschung tatsächlich noch in einer einheitlichen Gesamtperspektive eingeholt werden kann.

Dieter Thomä untersucht in seinem Beitrag die sozialtheoretischen Implikationen des Begriffspaares Sympathie und Synergie. Im Dialog mit klassischen Autoren wie Adam Smith, Jean-Jacques Rousseau und Sigmund Freud entdeckt er das verbindende Element dieser Konzepte, die sich beide von lediglich individualistischen Handlungsmodellen distanzieren und die Wir-Dimension des Zusammenwirkens betonen. Eine weitere Differenzierung zeigt sich in der gendersensiblen Lektüre, mit der Thomä die Rolle der Synergie für Rousseaus Kritik an Adam Smith freilegt: An die Stelle des weiblich codierten Einfühlungsparadigmas der Sympathie tritt

82 Project Synergy (Hg.): *Synergic Theater premiere performances*. Durham, NC, 3.–4. Juli 1974, auf: <http://www.synergictheater.org/programs/74%20premiere%20brn.pdf> (Stand Juni 2015).

83 In der wissenschaftsgeschichtlichen Retrospektive werden Ostwalds Arbeiten auf dem Gebiet der physikalischen Chemie als Vorläufer der Synergetik betrachtet, vgl. Hans-Jürgen Krug/Ludwig Pohlmann: „Wilhelm Ostwalds Ansätze einer synergetischen Schule“, in: Uwe Niedersen (Hg.): *Komplexität-Zeit-Methode III: Physikalische Chemie – Muster und Oszillation*, Halle: Abt. Wiss.-Publ. der MLU Halle-Wittenberg 1988, S. 69–101.

dort die männlich codierte Synergie, die als *fraternité* oder ‚Solidarität‘ ihre begriffliche Fassung erhält.

Um Synergie und Kooperation geht es Peter Corning, dessen Beitrag die Verhältnisbestimmung von Synergie- und Emergenzdiskurs vertieft. Dabei macht er die sozialtheoretische Einsicht, dass Synergie ein komplexeres Handlungsverständnis anbietet, als Angebot für ein alternatives Verständnis der Evolutionstheorie fruchtbar. In synergetischer Perspektive ist das *survival of the fittest* nicht einfach das Resultat erfolgreicher Konkurrenzverhältnisse, sondern vielmehr Ergebnis nützlicher Kooperationsbeziehungen.⁸⁴ Eine Renaissance der Synergie in biologischen Debatten erklärt sich nicht zuletzt aus dem Scheitern reduktionistischer Erklärungsangebote, wie sie insbesondere die Genetik bis vor wenigen Jahren noch vertrat.⁸⁵

Marie-Luise Heuser beginnt ihren Beitrag mit einem Exkurs zur Naturphilosophie Schellings, dessen Konzept der Selbstorganisation sie zu modernen Theoriebildungen in Beziehung setzt. Auf der Grundlage des Konzepts dynamischer Zirkularität, Kern des modernen Selbstorganisationsparadigmas und Leitkategorie lebenswissenschaftlich geprägter Naturverständnisse, stellt Heuser die Konzepte von Autopoiese und Synergetik kritisch gegenüber. Synergetische Interaktionsmodelle ermöglichen die Beschreibung emergenter Strukturbildungen auf der Makroebene. Dagegen verschließen sich autopoietische Modelle, die am reziproken kybernetischen Determinismus festhalten, der Betrachtung von übersummativen Effekten des Organischen wie Emergenz und Kreativität.

Mit Beiträgen zur *Mathematisierung als Paradigma* fokussiert der dritte Abschnitt des Bandes die Methodik synergetischer Ansätze, mathematische Gesetzmäßigkeiten zur Erfassung systemimmanenter Strukturen anzuwenden. Welche unterschiedlichen Formen die mathematische Modellierung dabei annehmen kann, zeigen die exemplarischen Studien zu Architektur, Philosophie, Biologie und Ökonomie. Joachim Krause stellt die Genese von Buckminster Fullers „Synergetics“ dar – ein seit den 1940er Jahren verfolgtes Forschungsprojekt, das anknüpfend an allgemeine Prinzipien des Zusammenwirkens auf eine „Geometry of Thinking“ abhebt, die er als solche später auch in Buchform darstellte.⁸⁶ Fullers performative Lehrpraxis, die den Hörsaal in ein „ambulantes Laboratorium“ verwandelte, charakterisierte Krause bereits an anderer Stelle treffend als „Vorschule der Synergetik“.⁸⁷ Anhand der räumlichen Modulation und Transformierbarkeit geometrischer Grundkörper, insbesondere des Polyeders, wies Fuller bekanntlich

84 Ein solches alternatives Verständnis evolutionären Erfolgs wird auch durch die Studien von Michael Tomasello gestützt. Vgl. Tomasello: *Why we cooperate* (Anm. 13).

85 Vgl. Stuart A. Kauffman: *The Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution*, New York, NY: Oxford University Press 1993. Zur Epigenetik vgl. Vanessa Lux/Jörg Thomas Richter (Hg.): *Kulturen der Epigenetik. Vererbt, codiert, übertragen*, Berlin: de Gruyter 2014.

86 Vgl. Fuller: *Synergetics* (Anm. 42).

87 Joachim Krause: „Buckminster Fullers Vorschule der Synergetik“, in: Fuller: *Bedienungsanleitung für das Raumschiff Erde* (Anm. 46), S. 214–306.

die Möglichkeit eines „ $1+1=4$ “ nach.⁸⁸ Die Kuppelbaukonstruktionen, Raumtragwerke und Tensegrity-Strukturen dieses Visionärs beruhen folglich auf energetisch-synergetischen Raumprinzipien jenseits herkömmlicher Geometrien. Krausses umfassende Darstellung zeigt auf, wie Fuller seinen Struktur- und Synergiebegriff in Auseinandersetzung mit dem industriellen Bauwesen und Werkstoffen wie Metalllegierungen sowie Arbeits- und Bewegungsstudien seiner Zeit entwickelte, sich im Dialog mit Albert Einstein um eine ‚anschauliche‘, wirklichkeitsbezogene Geometrie bemühte und letztlich ethisches Handeln *more geometrico* begründete.

Christina Vagt nimmt das Motiv von Fullers Kritik der euklidischen Geometrie auf und bezieht es auf Alfred North Whiteheads Erneuerung der philosophischen Metaphysik als Kosmologie. Beide, Whitehead wie Fuller, verwenden dabei „Vektoren“ als Denkmodell, um die Kluft zwischen der Geometrie als mathematischer Form und der konkreten Gegebenheit der Wirklichkeit in sinnlicher Wahrnehmung zu schließen. In dieser Zusammenführung liegt für Fuller auch das Prinzip der Synergie, welches nicht zuletzt impliziert, dass es keine Sonderbereiche des Universums geben kann und deshalb alle Beschreibungssprachen ineinander übersetzbar sein müssen.

Vanessa Lux führt diese Probe der Grenzen mathematischer Beschreibungen unserer Wirklichkeit am Beispiel des Biologen Conrad Hal Waddington fort. Gegen die reduktionistischen Tendenzen einer mathematischen Fassung von Evolutionstheorie und Genetik machte Waddington das Wissen der Embryologie und den Einfluss von Umweltbedingungen gegenüber der postulierten Determiniertheit genetischer Dispositionen stark. Das damit verbundene Plädoyer für eine holistische Konzeption des Lebendigen verwendet zwar den Begriff der Chreode, dieser entspricht in seiner Sachlogik aber klar den Kernthemen synergetischen Denkens und illustriert damit die Präsenz synergetischer Motive auch ohne explizite begriffliche Bezugnahmen.

Lisa Borlands Beitrag exemplifiziert eine Anwendung der Synergetik in der zeitgenössischen Finanzmarktökonomie. Anhand des Beispiels von Panikkäufen und -verkäufen an den Börsen exponiert Borland die Defizite traditioneller Theoriemodelle, die komplexe Handlungsrisiken menschlicher Akteure in Orientierung an Rational-Choice-Modellen oft unterschätzen. Da es nicht sehr realitätsnah ist, Marktteilnehmer lediglich als affektfreie, rationale Maschinen zu konzeptionalisieren, sind auch die mathematischen Modellierungen der Preisentwicklungen an den Börsen, die auf solchen Prämissen ruhen, nur bedingt zuverlässig. Die Synergetik

88 Vgl. Fuller: „World Design Initiative“ (Anm. 49), S. 21–36. Fullers schematisiertes Prinzip des „ $1+1=4$ “ wurde auf dem Cover von *Zodiac 19: a review of contemporary architecture*, hg. von Renzo Zorzi, Milan: Edizioni di Comunita 1969 abgedruckt. Vgl. „Four Triangles Out of Two [...] By conventional arithmetic, one triangle plus one triangle equals two triangles. But in association as left helix and right helix, they form a sixedged tetrahedron of *four* triangular faces. [...] This is a demonstration of synergy. Just as the chemists found when they separated atoms out, or molecules out, of compounds, that the separate parts never explained the associated behaviors; there seemed to be ‚lost‘ energies. The lost energies were the lost synergetic interstabilizations.“ Fuller: *Synergetics* (Anm. 42), 108.00–108.03, S. 4–6.

macht hingegen auf die Bedeutung kooperativer Verhaltensweisen innerhalb der Ökonomie aufmerksam und verspricht, spontane, nicht-lineare Ordnungsbildungen angemessen zu formalisieren. Borland skizziert die Grundlinien einer solchen synergetisch informierten Wirtschaftswissenschaft.

Ausgehend von diesen Theoriebildungen des 19. und 20. Jahrhunderts erkunden die Beiträge im letzten Abschnitt des Bandes *Zukunftspotentiale* des theologischen, ästhetischen und wissenschaftlich-philosophischen Synergie-Wissens. Tatjana Petzer geht zunächst Transpositionen nach, die der Synergiebegriff im russisch-orthodoxen Denken um 1900 erfahren hat. Anhand exemplarischer Figurationen der *synergoi* und universalistischer Modelle des Zusammenwirkens werden die Implikationen der synergetischen Perspektive für anthropologische Konzepte und ästhetische Modelle der Zukünftigkeit sowie für die Grundlegung eines interdisziplinär-integrativen Wissens veranschaulicht. In Ausblicken wird darüber hinaus die postsowjetische Konjunktur des Synergieparadigmas in Philosophie, Kunst und Wissenschaft skizziert, darunter die auf der Grundlage der Patristik begründete „synergetische Anthropologie“ (russ.: *sinerģijnaja antropologija*) des Physikers und Religionsphilosophen Sergej Choružij (*1941).⁸⁹ Anders als die oben erwähnte Annäherung katholischer Denker an die naturphilosophische Konzeption Hakens grenzt Choružij das theologisch-anthropologische Synergieparadigma entschieden von der Synergetik ab.⁹⁰

Die Moskauer Synergetik dagegen, die Helena Knyazeva [Elena Knjazeva] in ihrem Beitrag vorstellt, ist ein Beispiel für die erstaunliche Rezeption, die Hakens interdisziplinärer Ansatz in Russland erfahren hat.⁹¹ In der russischen Theoriebildung nimmt die Synergetik weltanschauliche Züge an und avanciert in der Nachfolge der sowjetischen Kybernetik zur zukunfts-gestaltenden Wissenschaft.⁹² Dabei geht es insbesondere um die Ausarbeitung der sozialtheoretischen und kulturphilosophischen Implikationen der Synergetik. In Modifikation klassischer Annahmen der Evolutionstheorie resultiert daraus ein Konzept der „Ko-Evolution“, das den

89 Auf diesem Konzept begründete Choružij auch das von ihm geleitete, unabhängige „Institut für synergetische Anthropologie“, vgl. <http://synergia-isa.ru> (Stand Juni 2015).

90 Sergey Horujy [Sergei Choružij]: „Synergia as a Universal Paradigm: Its Meaning(s), Discursive Links and Heuristic Resources“, Vortrag gehalten am 30.06.2011 im Rahmen des Internationalen Workshops „Synergie. Kontepte – Techniken – Perspektiven“ am ZfL Berlin, auf: http://synergia-isa.ru/wp-content/uploads/2011/07/hor_berl_syn_talk.pdf, 16 S., hier S. 2 (Stand Juni 2015).

91 Wissenschaftsgeschichtlich interessant ist, dass die Rezeption der deutschen Synergetik in Ländern mit eigenen ausgeprägten System- und Selbstorganisationstheorien eher verhalten verläuft, während sie in einigen ehemaligen Ostblockstaaten seit den ausgehenden 1980er Jahren großen Anklang fand, als die Deutungshoheit des Marxismus zunehmend an Wirkmacht verlor. Vgl. Pavel Matejović: „Synergetik und Marxismus in der zweiten Hälfte der 1980er Jahre in der Slowakei“, in: Roman Mikuláš/Sibylle Moser/Karin S. Wozonig (Hg.): *Die Kunst der Systemik. Systemische Ansätze der Literatur- und Kunstforschung in Mitteleuropa*, Berlin u.a.: LIT 2013.

92 Elena N. Knjazeva/Sergej P. Kurdjumov: *Osnovanija Sinerģetiki. Sinerģetičeskoe mirovidenie* (Grundlagen der Synergetik. Synergetische Weltanschauung), Moskva: KomKnjiga 2005. G[eorgij] G. Malineckij: *Buduščee Rossii v zerkale sinerģetiki* (Die Zukunft Russlands im Spiegel der Synergetik), Moskva: KomKnjiga 2006.

Rahmen für eine „Kunst des Zusammenlebens“ vorgibt, die das Potential gesellschaftlicher Utopien neu zu aktivieren scheint.

Stephan Steiner widmet sich der theologischen Rezeption der Synergetik im Werk Alexandre Ganoczy's. Seit den 1980er Jahren zeigte sich der Katholik um eine Erneuerung der Schöpfungstheologie bemüht, die ermöglichen soll, traditionelle Glaubensbestände unter den Bedingungen des gegenwärtigen wissenschaftlichen Wissens zu artikulieren. In diesem Zusammenhang ist das synergetische Konzept der Wirklichkeit als eines gleichberechtigten Zusammenwirkens heterogener Kräfte besonders interessant, da es der Theologie eine Stimme im Ensemble der Wissenschaften sichert. Steiner rekonstruiert, wie Ganoczy's Auslegung dieser Denkfigur im Dialog mit Hakens physikalischer Synergetik die Gestalt einer „Naturhermeneutik“ gewinnt.

Susanne von Falkenhausen nähert sich aus kunstgeschichtlicher Perspektive dem Fortleben von Fullers geodätischen Kugelbauten. Die Kugel als Symbol der politischen Ikonographie offenbart für von Falkenhausen dabei die meist vernachlässigte politische Schattenseite synergetischer Holismen – die Gefahr ihres Abgleitens in „Totalitätsphantasien“. Eine beeindruckende Rekapitulation der Bildgeschichte von Metaphern und Symbolen des Ganzen sensibilisiert für diese ambivalente politische Dimension der Synergie als Denkfigur.

Dietmar Hansch und Hermann Haken beschließen den Band mit ihrem Ausblick auf aktuelle Anwendungen der Synergetik in der zeitgenössischen Hirnforschung. Der Ansatz der „Psychosynergetik“ formuliert eine kraftvolle Kritik reduktionistischer Tendenzen innerhalb der klassischen Neurowissenschaft und deckt deren Prämissen auf. Zugleich unternimmt die Synergetik in der Psychologie es jedoch, die Kluft zwischen neurologischer Forschung und an Handlungen orientierter therapeutischer Praxis zu schließen. Die Möglichkeit synergetischer Denkansätze, einen dritten Weg anzubieten, wird damit exemplarisch demonstriert.

Diese letzten Bausteine der vorliegenden Kultur- und Wissensgeschichte der Synergie gehen im besonderem Maße über eine historisierende Betrachtung hinaus und sprechen für die Aktualität des Synergieparadigmas. In Theologie, Philosophie, Wissenschaft, Medizin und Kunst konnte die Denkfigur der Synergie als treibende Kraft der holistischen Modellbildung ausgemacht werden, die kooperative, insbesondere übersummativ Aspekte systemischer Interaktion zur Darstellung bringt. Daran anschließend ließe sich noch fokussierter nach der Funktion und Nutzbarmachung der synergetischen Perspektive in Hinblick auf die Generierung, Integration und Anwendung von Wissen fragen. In diesem Sinne versteht sich der vorliegende Band als eine erste kontextualisierende Bestandsaufnahme und als offenes Diskussionsangebot.

HISTORISCHE KONTEXTE

GEORGI KAPRIEV

Der Synergiebegriff in der byzantinischen Philosophie

Die byzantinische Philosophie¹ ist ein relativ junger Forschungsgegenstand. Erstmals 1949 in dem in Paris erschienenen Buch von Basilius Tatakis, *La philosophie byzantine*, dokumentiert, gehört sie heute zum Kanon der Philosophiegeschichte.² Darüber hinaus gibt es Versuche, einzelne Motive, Methoden und Konzepte dieser Philosophie in der gegenwärtigen Praxis und selbst in anderen, nicht eigentlich philosophischen Fachbereichen fruchtbar zu machen.³ Die meisten Versuche stützen sich dabei auf ein Schlüsselkonzept der byzantinischen Philosophie: auf die Energienlehre und den eng damit verbundenen Synergie-Begriff. Die Energienlehre war konstitutiv für ihre Positionen, bildet aber keinesfalls das gesamte Gerüst der byzantinischen Philosophen. Die Verabsolutierung dieser Lehre seitens einiger Interpreten heute verfehlt nicht nur den Gehalt der byzantinischen Philosophie, sondern verführt zu einem pseudowissenschaftlichen und paramystischen Aberglauben.

Im Folgenden soll es um die historische Lehre gehen, die sich in den philosophischen Auseinandersetzungen innerhalb der byzantinischen Tradition, etwa im

1 Unter ‚byzantinischer Philosophie‘ verstehe ich die philosophischen Tendenzen innerhalb der byzantinischen Kultur, die sich von den Traditionen der abendländischen Philosophie dadurch unterscheiden, dass sie den Fokus der philosophischen Fragestellung auf die Dynamik des Seins legen.

2 Vgl. Linos Benakis: „Current Research in Byzantine Philosophy“, in: Katerina Ierodiakonou (Hg.): *Byzantine Philosophy and its Ancient Sources*, Oxford: Oxford University Press 2002, S. 283–288. Georgi Kapriev: „The Modern Study of Byzantine Philosophy“, in: *Bulletin de philosophie médiévale* 48 (2006), S. 3–13. Michele Trizio: „Byzantine Philosophy as a Contemporary Historiographical Project“, in: *Recherches de Théologie et Philosophie médiévale* 1 (2007), S. 247–294.

3 Die Projekte, die in der Medizin, der Psychologie, der Soziologie und in der Physik angesiedelt sind, stellen natürlich keine Wiederbelebung der byzantinischen Philosophie dar. Vielmehr geht es um die Nutzbarmachung ihrer Methoden und Begriffe im Modellraum des abendländischen modernen und postmodernen Denkens, wo diese wiederum mit Konzepten korrespondieren, die eine Tendenz zur Kompromittierung des ratio- und anthropozentrischen Subjekt-Objekt-Schemas, der Neglizenz des Einmaligen und der Reifikation von Relationen, Potenzen, Wirkungen und Zusammenwirkungen aufweisen. Der Autor selbst verfolgt in Zusammenarbeit mit Ivan Tchalakov das soziologische Projekt „The Innovative Human Action: Between Causal Constraints and Existential Self-Realisation“, das an die Konzepte Wirkung und Synergie anknüpft und diese im Kontext der *Actor-Network Theory* und *Sociology of Regimes of Engagement* erprobt. Vgl. Ivan Tchalakov/Georgi Kapriev: „The Limits of Causal Action: Actor-Network Theory Notion of Translation and Aristotle’s Notion of Action“, in: Arno Bammé/Günther Getzinger/Bernhard Wieser (Hg.): *Yearbook of the Institute for Advanced Studies on Science, Technology and Society*, Bd. 47, München/Wien: Profil 2005, S. 389–433. Ivan Tchalakov/Georgi Kapriev: „Actor-Network Theory and Byzantine Interpretation of Aristotle’s Theory of Action: Three Points of Possible Dialogue“, in: *Yearbook of the Institute for Advanced Studies on Science, Technology and Society*, Bd. 57, München/Wien: Profil 2009, S. 207–238.

Streit zwischen Gregorios Akindynos (ca. 1300–1349) und Gregorios Palamas (1296/97–1359), herauskristallisierte. Synergie wird dabei als ein Element der Selbstidentifikation dieser Philosophie verstanden, die ihrerseits über die alltägliche Erfahrung reflektiert.

Evidenz des Zusammenwirkens

Die byzantinische Philosophie erhebt zum primären Gegenstand nicht die Substanz an und für sich, sondern ihre Wirklichkeit, Wirkungen, Bewegungen und deren Existenz, wodurch eben auch die Essenz erkannt werden kann. Entsprechend liegt die vortheoretische Grundlage des Synergiekonzepts in der alltäglichen Evidenz. Knapp formuliert heißt das: Das griechische πράγμα ist nicht restlos mit der lateinischen *res* identisch. Πράγμα ist das Konkretum von πράξις. Πράξις bedeutet aber keineswegs ‚Gegenständlichkeit‘, sondern ‚Handlung‘, ‚Tun‘, ‚Wirken‘, wobei die ursprüngliche Bedeutung des Wortes ‚Durchdringen‘, ‚Hindurchdringen‘ ist.⁴ Diese Evidenz prägt die tradierten Einstellungen der Menschen im byzantinischen Kulturraum. Die Seinswirklichkeit besteht für sie nicht primär aus selbständigen Seienden, sondern aus Wirkungen, aus konkreten Taten der Wirkenden, die dadurch als Substanzen oder – präziser – als Hypostasen erkannt werden. Die Wirklichkeit ist ein dynamisches Netz, das kraft des Zusammenwirkens von hypostatisch geäußerten Energien geknüpft wird. Weil sie als Äußerungen einmaliger Hypostasen erfasst werden, bleibt die derart formierte Kultur auch heute eine ‚Kultur der Ausnahmen‘, die mit der abendländischen ‚Kultur der Regeln‘ nicht immer in Einklang zu bringen ist. Diese Unterscheidung der Kulturen spiegelt sich programmatisch in der byzantinischen Philosophie wider.

Man kann allgemein behaupten, dass die Metaphysik des Mittelalters maßgeblich von einer mehr oder weniger einseitigen Interpretation der aristotelischen ‚ersten Philosophie‘ bestimmt wird. Die byzantinische Metaphysik stellt hier keine Ausnahme dar. Martin Heidegger bemerkt zu Recht, dass bei Aristoteles das Sein und das Seiende aus vier Hauptperspektiven erörtert werden, die unvermeidlich sind, wenn man Sein und Seiendes vollständig erkennen will. Es geht um eine Erörterung nach den Schemata der Kategorien, eine andere nach der Kraft und Energie (δύναμις και ἐνέργεια), eine dritte nach der Wahrheit und Nichtwahrheit, und eine vierte κατὰ συμβεβηκός, wobei nicht nur die Akzidenzien, sondern die Eigenschaften allgemein untersucht werden.⁵ In allen Fällen ist die Essenz der Ausgangsbegriff und die Metaphysik wird primär als Wissen um das Seiende als Seiendes bestimmt.

⁴ Franz Passow: *Handwörterbuch der griechischen Sprache*, Bd. III/1, Leipzig: Vogel ⁵1852 (Nachdruck: Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 1983), S. 1061.

⁵ Martin Heidegger: *Aristoteles, Metaphysik*, Θ, 1–3. *Vom Wesen und Wirklichkeit der Kraft* (= Gesamtausgabe, Bd. 33), Frankfurt a. M.: Klostermann 1981, S. 16–17.

Im 14. Jahrhundert entbrennen innerhalb des Hesychastenstreits⁶ Debatten über die Energienlehre. Im Unterschied zu Barlaam von Kalabrien (ca. 1290–1348) und den später wirkenden byzantinischen Thomisten verneint Akindynos nicht die Präsenz der unerschaffenen wesenhaften Energien Gottes außerhalb der Gottheit und innerhalb der Schöpfung. Er ist selbst ein Hesychast, der aber die durch Gregorios Sinaites (1255–1346) etablierte psychosomatische Technik des Jesusgebets ablehnt. Akindynos meint, dass der Mensch nicht imstande sei, die unerschaffenen und die erschaffenen Energien Gottes im Weltzeitraum zu unterscheiden, insoweit die erschaffenen Energien der Träger der unerschaffenen sind. Sie sind in ihrer undifferenzierbaren Synergie präsent.⁷ Seine Opponenten sind gegensätzlicher Meinung, heben aber auch die Synergie der natürlichen Energien Gottes und der Schöpfung hervor. Die Beendigung des Hesychastenstreits bedeutet aber keineswegs, dass die Diskussionen der Energienlehre innerhalb der byzantinischen Philosophie zu ihrem Abschluss kamen und die Energien- und Synergielehre verbindlich für den Palamismus bzw. die folgenden Palamismen wurden.⁸

Die Energienlehre

Die Energienlehre gründet auf dem im Buch Θ der *Metaphysik* geprägten Satz und seiner Entfaltung seitens der hellenischen (vornehmlich neuplatonischen) Kommentatoren, die in Byzanz christlich gelesen und durch neue Dimensionen ergänzt werden. Sie ist auf die Triade Essenz–Kraft–Wirkung ($\sigma\upsilon\sigma\tau\alpha$ – $\delta\upsilon\acute{\nu}\alpha\mu\iota\varsigma$ – $\acute{\epsilon}\nu\acute{\epsilon}\rho\gamma\epsilon\iota\alpha$) konzentriert, in der Aristoteles zwischen zwei Arten von Wirkungen der Essenz unterscheidet. Zum einen gibt es die Energien, die Anfang und Ende ($\pi\acute{\epsilon}\rho\alpha\varsigma$) haben, aber mit dem Seinsziel ($\tau\acute{\epsilon}\lambda\omicron\varsigma$) des Seienden nicht direkt korrespondieren. Aristoteles nennt sie „Bewegungen“. Man kann sie als „kausale“ oder „instrumentale“ Wirkungen bestimmen. Zum anderen gibt es die Energien schlechthin, die Aristoteles mit der Entelechie, der Form, der Existenz und dem Leben identifiziert. Sie sind als „existenzielle Energien“ zu bezeichnen, weil sie die existenzielle Äußerung der Essenz sind.

6 Theologischer Konflikt zwischen den spirituell-kontemplativen Hesychasten (von $\eta\sigma\upsilon\chi\iota\alpha$, ‚Stille‘, ‚Gelassenheit‘, ‚Friede‘) unter dem Athos-Mönch Palamas und den Anti-hesychasten unter die Baalam von Kalabrien zählt. Auf mehreren Konzilen in Konstantinopel wurden die Gegner des Hesychasmus verurteilt und in der Folge der ‚Palamismus‘ zur verbindlichen Kirchenlehre erhoben.

7 Vgl. z. B. Juan Nadal Canelas: „Gregorio Akindynos“, in: Carmelo Conticello/Vassa Conticello (Hg.): *La théologie byzantine et sa tradition*, Bd. 2, Turnhout: Brepols 2002, S. 89–256. Georgi Kapriev: „Gregory Akindynos“, in: Henrik Lagerlund (Hg.): *Encyclopedia of Medieval Philosophy*, Dordrecht u.a.: Springer 2011, S. 437–439.

8 Vgl. David Bradshaw: *Aristotle East and West. Metaphysics and the Division of Christendom*, Cambridge: Cambridge University Press 2004, S. 153–220; die auf das Thema bezogenen Paragraphen in Georgi Kapriev: *Philosophie in Byzanz*, Würzburg: Königshausen & Neumann 2005, S. 21–149. Jean-Claude Larchet: *La théologie des énergies divines. Des origines à saint Jean Damascène*, Paris: Cerf 2010, *passim*. Larchet formuliert 30 Grundsätze der Energienlehre, die im 8. Jahrhundert bereits etabliert waren, vgl. ebd. S. 455–460.

Im Unterschied zu Aristoteles differenziert die byzantinische Tradition jedoch scharf zwischen Sein, Essenz und Existenz und betont die Rolle der ὑπόστασις (Hypostase). Die Hypostase bezeichnet jede selbständig existierende (in einem Unterschied zu den Akzidenzien z. B.) Sache, die unikale Eigenschaften und damit zugleich die Essenz/Natur (oder aber mehrere Naturen, wie z. B. beim Maulesel; Dieser Umstand spielt eine wichtige Rolle in der Christologie) zugleich innehat. In einem Unterschied zu der Person, die nur den vernünftigen Wesen zugeschrieben wird, wird ‚Hypostasis‘ für alle selbständig existierende Sachen prädiiziert. Die Essenz existiert nur enhypostasiert, d. h. als der Hypostase inhärent. Die einzelne Hypostase äußert die wesenhaften Energien auf ihre einmalige Weise, die von ihren ἤξεις, d. h. von ihren festen inneren Zuständen, bestimmt wird. Die Hypostase ist auch imstande, Energien, die von anderen Hypostasen geäußert sind, zu empfangen und sie als Komponente ihres Lebens zu enthalten, ohne dadurch ihre essentielle Bestimmung zu ändern. Man spricht dabei von περιχώρεσις (Perichorese, gegenseitige Durchdringung) oder ἀντίδοσις ιδιωμάτων (Eigenschaftsaustausch) und führt auf diese Weise das Thema der Synergie ein. Die Synergie ist also sowohl auf dem inner-hypostatischen als auch auf dem inter-hypostatischen Niveau auszumachen.

In Hinblick auf die vernünftige Natur treten die Begriffe ὑπόστασις (Hypostase) und πρόσωπον (Person) schon in der frühen christlichen Zeit auf. Hypostasen sind aber nicht nur die vernünftigen Wesen, sondern alle selbständig existierenden Sachen. Personen können nur die vernunftbegabten Wesen sein. Johannes Damaskenos (ca. 650–ca. 754) macht darauf aufmerksam, dass der Begriff ὑπόστασις zu meist die selbständige und selbstbestimmte Existenz fixiert, während πρόσωπον vielmehr die besondere, persönlich geprägte Wirkung und das entsprechende Verhalten zu anderen Hypostasen kennzeichnet. Es ist einer Person möglich, ein anderes Wesen zu verkörpern, wie etwa der Präfekt, der anstelle des Kaisers verwaltet. Das ist in bezug auf die Hypostasen undenkbar.⁹ Daraus ergibt sich ein Paradox: Falls wir annehmen, dass jede Hypostase die Energien der enhypostasierten Natur (bzw. Naturen) ausstrahlt, dann steht jedes selbständig existierende Seiende in einem aktiven Energieaustausch mit anderen Hypostasen; es ist seiner Existenz nach notwendig ‚dialogisch‘. Demgegenüber macht man es dem vernunftbegabten Menschen zur Pflicht, dialogbereit zu sein, was er offensichtlich nicht ständig ist.

Der Grund dafür liegt darin, dass die Vernunfttätigkeit eine Prozeduralunterbrechung der spontanen Wirkung ist. Jeder Akt des Bewußtseins ist eine ‚Diskreditierung‘ der naturgemäßen Wirkung; er führt zu einer Alternative. Lediglich das Vernunftwesen ist imstande, sich reflektiv zu verhalten, und sich bewußt ‚an Stelle von‘ zu setzen. In der Sprache der Energienlehre heißt das, dass die Person fähig ist,

9 Vgl. Joannis Damasceni [Johannes Damaskenos]: „Dialectica“, 30; 43, in: Jacques-Paul Migne (Hg.): *Patrologia Graeca*, Bd. 94, Paris: Apud Garnier Fratres et J.-P. Migne Successores 1860, 596A; 613AB. Joannis Damasceni [Johannes Damaskenos]: „De Haeresibus liber“, in: ebd., 749BC. <https://archive.org/stream/patrologiaecurs62migngoog#page/n7/mode/2up> (Stand Februar 2015).

die von ihr geäußerten Energien zu modulieren, zu konzentrieren oder auszustreuen. Eine Person vermag, ihre Relationen zu kontrollieren und zu regulieren. Dadurch wird die entscheidende Nuance zwischen den Begriffen der Person und der Hypostase festgelegt.

Um generalisierend über das materiell Seiende und seinen Energienaustausch zu sprechen, greifen byzantinische Denker auf die Begriffe ‚Sache‘ (πράγμα) oder ‚Körper/Leib‘ (σώμα) zurück. Das ist etwa bei Palamas der Fall, wenn er sich fragt, wozu man das Konzept einer Weltseele brauchen soll. Er betont, dass nicht nur Himmel und Erde, sondern auch jeder Stein, jedes Metall etc. nicht dank einer Seele, sondern kraft der eigenen Natur bewegt wird. Diese Differenz markiert für ihn auch den entscheidenden Unterschied zwischen der vernünftigen, sensitiven und vegetativen Seele.¹⁰ Demnach hat nur die vernünftige und noetische Natur das Leben als wesentliche Eigenschaft, während die unvernünftigen Wesen das Leben lediglich als Energie besitzen. Ihr Leben hängt von etwas Anderem, und zwar vom Körper, ab; es ist nicht selbstseiend. Ihre Seele besitzt nicht mehr als die durch den Körper aktivierten Energien und ist genauso sterblich wie der Körper.¹¹ Die Diskreditierung der letztlich neuplatonischen Lehre von der Seele als bedingungsloser Energieträger von allem Seienden hält Palamas nicht davon ab, für die Natur des kontingent Seienden in der Welt sowohl einen Anfang als auch ein Ziel (τέλος) zu erklären, indem er – in einer Analogie mit „unseren Leibern“ – insistiert, dass der Kosmos nicht ins Nichtsein zurückkehrt, sondern in etwas Göttlicheres durch die Kraft des heiligen Geistes übergeht.¹² Die Entelechie wird mit der Natur samt ihrer Kraft und Energie und mit der Synergie in Zusammenhang gebracht.

Grundlegende Themen der Synergie-Lehre

Die Synergie steht im Mittelpunkt des Satzes von den hypostatischen Verhältnissen innerhalb der Trinität, um ein markantes Beispiel im Bereich der Triadologie zu nennen. Georgios von Zypern (Gregorios II., 1241–1290), der im 13. Jahrhundert die entsprechenden Formulierungen endgültig prägt, betont, dass der Heilige Geist seine hypostatische Existenz und sein ganzes Sein aus dem Vater und nicht aus dem Sohn oder durch den Sohn hat. Damit bekennt er zugleich, dass der Heilige Geist aus dem Vater hervorgeht, aber durch den Sohn vermittelt wird. Seine Formel lautet, dass das ewige Erscheinen (oder Offenbaren) des Geistes (ἐκφανσις αἰδιος) sich durch den Sohn vollzieht. Der Heilige Geist hat seine Existenz aus dem Vater (ὑπαρξιν ἔχειν), während er durch den Sohn existiert (διὰ τοῦ Υἱοῦ ὑπάρχει). Durch den Sohn werden sein ewiges Hervorleuchten und seine Offenbarung verwirklicht. Gregorios gemäß bringt die Formel „ewiges Erscheinen durch den Sohn“

10 Gregorios Palamas: Capita 150, 3, in: ders.: *Syngrammata*, hg. von Panagiotis K. Chrestou, Bd. 5, Thessalonike: Kyromanos 1992, S. 16–30, hier S. 38.

11 Palamas: Capita 150, 30–31, in: ders.: *Syngrammata*, Bd. 5 (Anm. 10), S. 51,10–52,2.

12 Palamas: Capita 150, 2, in: ders.: ebd., S. 37,17–38,6.

zweierlei zum Ausdruck: Einerseits drückt sie die Eigentümlichkeit des göttlichen Lebens des Geistes durch die ewige synergetische Relation zwischen dem Sohn und dem Geist aus. Hier stützt sich Gregorios auf die Verwendung des Begriffs Perichorese bei Damaskenos, der dadurch das „gegenseitige Verweilen ineinander“ der drei Hypostasen bezeichnet. Andererseits aber wird durch die ἑκφάνσις αἰδίου die permanente Äußerung des gemeinsamen göttlichen Lebens *ad extra*, d. h. außerhalb der göttlichen Essenz, ausgedrückt. Dieses göttliche Leben wird auch ‚Geist‘ genannt. Das Spenden geistlicher Gaben in der Zeit wird als ein Fall dieser Bedeutungsdimension betrachtet.¹³ Der rationale Bereich der ‚Ökonomie‘ (im Gegensatz zur nicht-rationalen ‚Theologie‘ als Selbstäußerung Gottes) ist der eigentliche Gegenstand der byzantinischen Philosophie und deshalb auch das eigentliche Themenfeld der Synergie-Lehre.

An erster Stelle ist die Christologie zu nennen. Die paradigmatische Lösung wurde von Maximus Confessor (ca. 580–662) geprägt: Er geht davon aus, dass der Wille und die Energie keine Eigentümlichkeiten der Hypostase, sondern der Essenz sind, indem der Wille als Kraft der Essenz gedeutet wird. Deshalb wirkt jede Natur in Christus auf ihre eigene Weise. Die Wirkung äußert die Natur, definiert sie und macht sie erkennbar. Die beiden – d. h. göttlichen wie menschlichen – Willen und Energien äußern die Unterschiede der Naturen, die ihr gegenseitiges ‚Anderssein‘ enthalten. Im Vordergrund steht, dass in der zusammengesetzten Hypostase beide Naturen, indem sie ihre wesenhaften Eigenschaften und Energien bewahren, vereint sind und sich wechselseitig durchdringen. In diesem Kontext führt Maximus die oben genannten Begriffe περιχώρησις und ἀντίδοσις ἰδιωμάτων ein. Dadurch beschreibt er die wechselseitige Durchdringung der beiden Naturen mit all ihren Eigenschaften und Energien, wobei beide Naturen ihr gegenseitiges ‚Anderssein‘ bewahren. In der Hypostase Christi ist die menschliche Natur in ihrer Ganzheit vergöttlicht. Nicht die Natur des Menschen, sondern seine Existenzweise hat eine Veränderung erfahren, wobei sie eine übernatürliche, göttliche Existenzweise geworden ist. Die Synergie ist damit der Dreh- und Angelpunkt der Christologie.¹⁴

Die synergetische Deutung der Triadologie und der Christologie bestimmt schließlich die Ekklesiologie. Die Kirche lebt und spendet die Gaben des in ihr wirkenden Geistes in einer ständigen Synergie des Göttlichen und des Menschlichen. Dieses Verständnis wird durch die Deutung der Sakramente offenbar, für die musterhaft die Erklärung der Eucharistie steht. In der griechischsprachigen Überlieferung wird sie nie primär durch ‚Materie und Form‘ oder ‚Substanz und Akzidenzien‘ interpretiert. Stattdessen dominiert der Perichorese-Begriff die Deutung. Die Vergöttlichung der Menschheit Christi durch die natürliche Energie seiner

13 Vgl. Aristeides Papadakis: *Crisis in Byzantium. The Filioque Controversy in the Patriarchate of Gregory II of Cyprus (1283–1289)*, New York, NY: Fordham University Press 1983, *passim*. Georgi Kapriev: „Die ‚errores graecorum‘ und die ekphansis aidios“, in: Jan A. Aertsen/Andreas Speer (Hg.): *Miscellanea Mediaevalia*, Berlin/New York, NY: de Gruyter 2000, Bd. 27, S. 574–603.

14 Vgl. Kapriev: *Philosophie in Byzanz* (Anm. 8), S. 76–81.

Gottheit, ohne Veränderung der Essenz und ihrer Eigenschaften, dient auch in diesem Fall als Erklärungsschema. Die Kommunion wird nicht im Sinne der ‚Transsubstantiation‘ (μετουσίωσις), sondern der Transfiguration oder Verwandlung (μεταβολή) gedeutet. Sie wird als ein Durchdrungenwerden der kontingenten Gaben durch die wesenhafte göttliche Energie konzipiert, die sie wirklich (nicht aber dinghaft) in Leib und Blut des Herrn verwandelt. Die Eucharistie aktualisiert die vergöttlichende Gnade in den Partizipierenden. Sie wird als ‚Heilmittel der Unsterblichkeit‘ betrachtet. Die Bestimmung der Sakramente lautet, dass sie sakrale Akte sind, in denen die unsichtbare Gnade Gottes sich mit den Gläubigen vereinigt, indem die χάρις als die Kraft des heiligen Geistes auf die Menschen kommt und empfangen wird.¹⁵

An dieser Stelle sei angemerkt, dass die östlich-christliche Tradition die Dynamik des Seins betont und damit die Gegenüberstellung von Natur und Gnade ausschließt. Diese gehen ineinander über, existieren ineinander. In ihrer Seinsabhängigkeit von Gott benötigt die Natur die Gnade, damit sie als eine authentische Natur verbleibt. Dieses Prinzip erklärt die synergetische Struktur der kosmischen Existenz, die in der Anthropologie durchgehend evident wird. Darauf gründet die spitzfindige Betrachtung des Photios von Konstantinopel (ca. 810–891) über den immanenten Zusammenhang zwischen geschaffener Natur und Gnade, wobei er die Grenzen und die Unzulänglichkeit der Natur nicht aus den Augen verliert. Gerade die Gnade hat die Natur geschaffen; die Schöpfung von Adam und Eva ist nicht dem Logos der Natur zuzuschreiben. Der Logos der Natur ist durch eine unmittelbare göttliche Wirkung („Lasset uns Menschen machen nach unserem Bild“ – Gen. 1,26) in die ersten menschlichen Hypostasen eingefügt, die Subjekte der menschlichen Natur geworden sind und sie reproduziert haben. Die Gnade, fährt Photios fort, ist stärker als die Natur, sie ist immer ihre Herrscherin gewesen. Nicht das ist aber das Entscheidende. Selbst der einzelne Mensch ist imstande, von sich aus der Natur überlegen zu sein. Sogar die Leidenschaft und das Alter sind kräftiger als sie. Das Wesentliche ist, dass die Gnade die Natur zu einem höheren Grad ihrer Existenz führt. Photios betont das Zusammenwirken von Gnade und Natur, ihre Vereinbarkeit und gegenseitige Ergänzung.¹⁶

Die Vergöttlichung (θέωσις) des Menschen in dieser Welt, der Fall der Heiligen, wird als musterhafter synergetischer Prozess verstanden. Er wird als Enthypostasieren der göttlichen natürlichen Energie seitens des Menschen gedeutet, wodurch Gott in Gott gelebt wird. Der Heilige erlebt keine Veränderung seiner menschlichen Essenz, er erwirbt aber eine übernatürliche Komponente seiner Existenz, in

15 Vgl. Georgi Kapriev: „Die Eucharistie-Diskussion im lateinischen Mittelalter und ihre Inkommensurabilität mit der östlichen Tradition“, in: István Perczel/Reka Forrai/Gyorgi Gereby (Hg.): *The Eucharist in Theology and Philosophy*, Leuven: University Press 2005, S. 209–227.

16 Vgl. Photius Constantinopolitanus Patriarcha [Photios von Konstantinopel]: „Homiliae“, 1, in: Migne: *Patrologia Graeca*, Bd. 102, 1865 (Anm. 9), 552C–553D. Photius Constantinopolitanus Patriarcha [Photios von Konstantinopel]: „Amphilochiae“, 64; 167, in: ebd., Bd. 101, 1860, 425B; 860B–861A.

der nun die göttlichen Energien mitwirken. Eine Eigenart dieses Prozesses ist es, dass sie die Synergie der freien Aktivität Gottes und des Menschen voraussetzt.

Vergöttlichung des Menschen¹⁷

Palamas zufolge besteht die Vergöttlichung des Menschen nicht bloß in der Weisheit und Tugend. Sie ist ebenso kein natürlicher Übergang von der Möglichkeit zur Wirklichkeit. Der Prozess der Vergöttlichung ist eine übernatürliche Teilhabe und Einigung mit der Wesensenergie Gottes. Die Wesenheit Gottes und das innertrinitarische Leben bleiben einer Teilhabe absolut unzugänglich. Die Teilhabe an Gott ist keine Wesensschau. Die Teilhabe an der Wesenheit ist völlig ausgeschlossen, weil sonst die daran Teilhabenden denselben Seinsstatus wie die an ihr teilhabenden göttlichen Hypostasen hätten, so dass sie nicht mehr drei, sondern dann unzählige viele wären.¹⁸ Die Einigung von Gott und Mensch kann darum nur in dem Maß stattfinden, wie Gott seine Transzendenz und der Mensch seine Geschöpflichkeit nicht aufgeben.¹⁹

Der Mensch kann sich kraft seiner eigenen Energie nicht selbst vergöttlichen, doch kann dies auch nicht ohne die Mitarbeit des Menschen mit Gott, ohne die Synergie (συνεργία) geschehen. Dies stellt für Palamas ein Axiom dar: Der göttliche Habitus (ἕξις θεία) wird als Ergebnis der Synergie der Gnade und des menschlichen Strebens gedeutet.²⁰ Im Zusammenwirken der göttlichen und menschlichen Energien enthüllt sich die Gnade immer mehr als die Gegenwart Gottes im Menschen. Die Gnade macht den Anfang der Synergie. Die menschliche Aktivität bestimmt die Gnade selbst in keiner Hinsicht. Die Gnade wirkt auf die menschliche Freiheit gleichwohl nicht als äußere Kraft ein.

Diese wechselseitige Verwobenheit ist auch die Ursache für die Zurückweisung der Idee der Vorherbestimmung, wenn diese als eine Erwählung oder Verurteilung im voraus, ohne Rücksicht auf den Glauben und die Taten der freien Wesen, begriffen wird. Gott gibt seine erleuchtende Gnade, die dem Menschen immanent werden kann, und spendet zugleich die Erkenntnis der göttlichen Wahrheit, indem er den Menschen lehrt, diese um seiner Erlösung willen zu berücksichtigen. Zugleich verletzt er aber den absolut freien Willen des Menschen nicht. Die menschliche Natur wird nicht als ein statisches, autonom-geschlossenes Ganzes begriffen, sondern als eine dynamische Wirklichkeit, die in ihrer Existenz von ihrem inneren

17 Vgl. mein Kapitel „Vergöttlichung des Menschen“, in: Kapriev: *Philosophie in Byzanz* (Anm. 8), S. 300–308.

18 Gregorios Palamas: „Theophanes“, 17; 21, in: ders. *Syngrammata*, hg. von Panagiotes K. Chrestou, Bd. 2, Thessalonike: Kyromanos, 1966, S. 234,25–26; S. 242,6–19; S. 247,12–14. Palamas: *Capita* 150, 109; 114 in: ders.: *Syngrammata*, Bd. 5 (Anm. 10), S. 94,24–95,2; S. 98,23–27.

19 Kyriakos Savvidis: *Die Lehre von der Vergöttlichung des Menschen bei Maximus dem Bekenner und ihre Rezeption durch Gregorios Palamas*, St. Ottilien: EOS Klosterverlag 1997, S. 186.

20 Gregorios Palamas: „Triades“, II, 3,77, in: ders. *Syngrammata*, hg. von Panagiotes K. Chrestou, Bd. 1, Thessalonike: Kyromanos 1988, S. 610,4–12.

Bezug zu Gott bestimmt ist. Die Dynamik der Gnade schreibt das notwendige Verhalten zwischen den beiden Naturen um, das *durch* die Energien und *in* den Energien verwirklicht wird.²¹

Gleichzeitig besteht Palamas darauf, dass Gott sich als Ganzer zur Teilhabe gibt.²² Im Hesychasmusstreit beschuldigt er Barlaam, er schneide die Menschen von Gott ab, indem die Möglichkeit einer wirklichen Teilhabe an Gott verneint werde. Hätte Barlaam Recht – insistiert Palamas –, so müssten wir uns einen anderen Gott suchen, der nicht nur selbstgenügsam, sondern auch für alle präsent und gegenwärtig ist.²³ Während er einen Gott mit doppeltem Antlitz zurückweist, beharrt Palamas darauf, dass man an ein und demselben Gott in verschiedener Hinsicht zugleich teilzuhaben und nicht teilzuhaben vermag, insoweit einer Teilhabe seine Existenz, seine Energie zugrundeliegt, durch welche die göttliche Natur – weil sie in der Energie lebt – für die Teilhabe zugänglich wird.²⁴

In denen, die an der Herrlichkeit Gottes teilhaben, ist die Energie der überseienden göttlichen Wesenheit präsent, die sie in sich – in ihrem *Nous* und in ihrem Körper – zugleich haben und schauen.²⁵ Das göttliche Licht, dasselbe, das auch von Moses, Elias und Paulus geschaut wurde, ist zugleich Mittel und Gegenstand der Schau.²⁶ Es ist eine übernatürliche Teilhabe gemäß der Kraft und Energie durch den Willen Gottes und nach dem Fassungsvermögen des Teilhabenden.²⁷ Es geht um eine Teilhabe an der anfangslosen Energie, d. h. also an dem eigenen Leben Gottes, die dem Geschöpf nicht von Natur aus zugänglich ist. Die Teilhabe an den ewigen Energien ist, wie Palamas betont, als Geschenk verheißen, und niemand verheißt etwas, was von Natur aus gegeben ist. Die Heiligen haben also an den Energien nicht auf dieselbe Weise teil, auf die die ganze Schöpfung an Gott teilhat.²⁸ Die Heiligen haben an der Gottheit so teil, dass sie auch gottförmig (*θεοειδέις*) werden.²⁹

In der Gnade wird der Mensch all das, was Gott ist – mit Ausnahme seiner Wesenheit. Die Heiligen werden, „Instrumente (oder Organe – *ὄργανα*) des Heiligen Geistes“ genannt, weil sie mit der Energie erfüllt sind, die mit der Energie der ver-

21 Vgl. John Meyendorff: *A Study of Gregory Palamas*, New York, NY: St. Vladimir's Seminary Press 1974, S. 165. Vladimir Lossky: *Essay sur la théologie mystique de l'Église d'Orient*, Paris: Editions Montaigne 1944, S. 195.

22 Gregorios Palamas: „Theophanes“, 12; 16, in: ders.: *Synggrammata*, Bd. 2 (Anm. 18), S. 235,19–23; S. 240,27–28; S. 241,3–4.

23 Palamas: „Triades“, III, 2,24, in: ders.: *Synggrammata*, Bd. 1 (Anm. 20), S. 675,24–676,8.

24 Palamas: „Theophanes“, 15; 19, in: ders.: *Synggrammata*, Bd. 2 (Anm. 18), S. 239,28–29; S. 244,27–245,1.

25 Palamas: „Triades“, III, 1,33, in: ders.: *Synggrammata*, Bd. 1 (Anm. 20), S. 644,23–645,5.

26 Palamas: „Triades“, II, 3,36; III, 1, 40, in: ebd., S. 570,3–16; 652,10–15.

27 Vgl. Palamas: „Theophanes“, 30, in: ders.: *Synggrammata*, Bd. 2 (Anm. 18), S. 259,5–9.

28 Palamas: „Theophanes“, 15, in: ders.: *Synggrammata*, Bd. 1 (Anm. 20), S. 239,7–29.

29 Palamas: „Theophanes“, 30, in: ebd., S. 258,19–23. Vgl. Georgi Kapriev: „Systemelemente des philosophisch-theologischen Denkens in Byzanz. Zum Dialog ‚Theophanes‘ des Gregorios Palamas“, in: *Recherches de Théologie et Philosophie médiévales* 64 (1997) 2, S. 272–274.

göttlichen Wesenheit identisch ist.³⁰ Ein und dieselbe ist die Energie der Heiligen, die die Gnade des Geistes innehaben, und Gottes, und zwischen ihnen, Gott und den Heiligen, vollzieht sich eine vollkommene Perichorese.³¹ Der Vergöttlichte bleibt seiner Natur nach vollkommen Mensch, und zwar sowohl seelisch als auch leiblich; aber er wird durch die Gnade gänzlich – seelisch und leiblich – Gott, der Energie und also seiner Existenz nach.³² Das Licht, das den Geist und die Seele erfüllt, erleuchtet den Leib und verwandelt ihn, wie die Gottheit Christi seine Menschheit durchdringt: selbst der Leib wird ‚christusgestaltig‘ (χριστοειδής).³³ Auf diese Weise zieht Palamas die letzte Konsequenz aus der Lehre von der Perichorese, indem er diese auch auf das Ganze des vergöttlichten Menschen anwendet.

„Naturphilosophische“ Perspektiven

In der byzantinischen Philosophie ist selbst die Struktur des Menschen synergetisch konzipiert. Es ist merkwürdig, dass das psychologische Interesse, wie auch die Materie-Form-Problematik, eine tief untergeordnete Rolle in dieser Anthropologie spielten. Die Betonung liegt auf der psychosomatischen Ganzheit des Menschen. Dieses Konzept wird explizit mit der platonischen Auffassung konfrontiert, indem es auch den platonisierenden Theorien von Philosophen wie etwa Augustinus oder Descartes gegenübergestellt wird, ohne aber die Diskrepanz mit diesen oder ähnlichen Sichtweisen offen zu äußern.

In Bezug auf die menschliche Seele-Leib-Einheit bemerkt man, dass die Natur der menschlichen Seele, die als einzige *Nous*, Vernunft und lebendigmachenden Geist besitzt, in einem höheren Maß nach dem Bild Gottes als die leiblosen Engel von Gott geschaffen ist. Der Vorrang besteht darin, dass die Natur der Engel den Geist nicht als lebendigmachenden Geist haben kann, weil sie von Gott keinen Leib bekommen hat, der durch diese Kraft belebt und erhalten wird. Der Leib ist seinerseits der entscheidende Halt des Menschen im Sein, der ihn zum Menschen macht und seine besondere Stellung bestimmt. Er koordiniert die im *Nous* subordinierten natürlichen und übernatürlichen Energien im Menschen. Der Leib, der an der Vergöttlichung bedingungslos teilnimmt, ist der fraglose Inhaber, Koordinator und Vermittler aller menschlichen Erfahrung und Energie. Er äußert diese Energien in der Welt.³⁴

30 Palamas: „Triades“, III, 1,33, in: ders.: *Syngammata*, Bd. 1 (Anm. 20), S. 645,17–19. Ders.: „Contra Akindynon“, I, 6, in: ders.: *Syngammata*, hg. von Panagiotes K. Chrestou, Bd. 3, Thessalonike: Kyromanos, 1970, S. 42,1–2; 8–10.

31 Gregorios Palamas: „De participatione“, 21, in: ders.: *Syngammata*, Bd. 2 (Anm. 18), S. 156,9–1. Ders.: „Contra Akindynon“, III, 6,15, in: ders.: *Syngammata*, Bd. 3 (Anm. 30), S. 172,3–24.

32 Palamas: „Contra Akindynon“, III, 6,16, in: ebd., S. 173,15–19.

33 Palamas: „Triades“, III, 1,10, in: ders.: *Syngammata*, Bd. 1 (Anm. 20), S. 624,15. Vgl. Gerhard Podskalsky: „Gottesschau und Inkarnation. Zur Bedeutung der Heilsgeschichte bei Gregorios Palmas“, in: *Orientalia Christiana Periodica* 35 (1969), S. 22–23.

34 Vgl. Georgi Kapriev: „Die nicht-psychologische Deutung des Menschen bei Gregorios Palamas“, in: *Archiv für mittelalterliche Philosophie und Kultur* 12 (2006), S. 187–198. Ders.: „The Body as

In diesem Zusammenhang sei daran erinnert, dass gemäß der byzantinischen Tradition selbst die Elemente des Leibes ihrem Wesen nach unstofflich sind, infolgedessen die Leiborganisation des individuellen Menschen trotz der Vergänglichkeit des Stoffes bewahrt wird. Die Seele drückt den Elementen des Leibes ihren Stempel auf und der Leib hinterläßt sein Zeichen in der Seele. Nach dem Tode befindet sich die unsterbliche Seele mit ihrer positiven Kraft bei allen Elementen ihres Leibes. Bei der Auferstehung der Toten werden die körperlichen Elemente in den geistlichen Leib des Menschen verwandelt, indem der Leib in seine Seele zurückkommt. Ihrem Prinzip nach hat die psychosomatische Ganzheit des Menschen dank ihrer synergetischen Struktur Bestand.

Das anthropologische Grundinteresse ist allerdings auf den Menschen als Hypostase gerichtet, wobei diese als Grenze und Zentrum der Welt gedeutet wird. Der geschichtliche Aspekt des Menschen besteht darin, als Inhaber der natürlichen und übernatürlichen Energien, der allumfassenden Zusammenfassung der kosmischen Natur, die ganze Schöpfung zu Gott zu führen und sie in sich selbst zu vergöttlichen. Der Mensch ist die „einigende Werkstatt“, in der alle geschaffenen Naturen wirkend vertreten sind und – kraft des perichoretischen Energien- und Eigenschaftsaustauschs – an Gott teilhaben werden.³⁵

Es wird gemeinhin gefragt, ob in der byzantinischen Denkkultur die theologischen Implikationen einer synergistischen Deutung von Trinität, Christologie und Sakramenten mit einer kosmologischen Perspektive verknüpft waren. Gibt es in der byzantinischen Tradition also eine Verbindung von Naturphilosophie und Theologie? Ja, es gibt sie. Eine Begründung dieser Antwort erfordert das Heranziehen mehrerer Charakteristika des byzantinischen Kulturmodells. Die bereits besprochene anthropologische Dimension ist zwar eine entscheidende, nicht aber die einzige.

Es ist hier zunächst zu betonen, dass die diskursive Theologie und die so genannte Naturphilosophie nie als verschiedene, geschweige denn unvereinbare, Fachbereiche in der byzantinischen Kultur angelegt sind. In der Tradition der aristotelischen Wissenschaftslehre untergliedert Johannes Damaskenos die theoretische Philosophie in die Physiologie (Erkenntnis über das Stoffliche), die Mathematik (Erkenntnis über die Zahl) und das Theologisieren. Letztere zieht das Unkörperliche und Immaterielle in Betracht, und zwar an erster Stelle Gott, als den wahrhaft Immateriellen, dann die Engel und die Seelen. Der physiologische Teil ist seinerseits Wissen von dem Materiellen und physisch Greifbaren, etwa von den Tieren, Pflanzen, Steinen usw.³⁶ Die diskursive Theologie und die Physiologie („Naturphi-

Coordinator of Natural and Supernatural Energies in Human Beings in Maximus the Confessor and Gregory Palamas“, in: Paul Ladouceur (Hg.): *The Wedding Feast*, Montreal: Alexander Press 2010, S. 103–112.

35 Vgl. Maximus Confessor: „Ambigua ad Ioannem“, 41, in: Migne: *Patrologia Graeca*, Bd. 91, 1865 (Anm. 9), 1304D–1305A.

36 Joannes Damascenus [Johannes Damaskenos]: „Dialectica“, 3, in: ebd., Bd. 94, 1864, 535D–536A.

losophie'), zählen zum gleichen Erkenntnisbereich und stützen sich auf gleiche Prinzipien.

Gott selbst schuf, insistiert Damaskenos, alles Seiende, indem er es aus dem Nichtsein ins Sein brachte. Einiges schuf er aus früher nicht existierender Materie: Himmel, Erde, Luft, Feuer, Wasser; Einiges wiederum aus diesen [Elementen], wie etwa die Tiere, die Pflanzen, die Samen. Denn sie entstanden nach dem Gebot des Schöpfers aus Erde, Wasser, Luft und Feuer.³⁷ Die Grundlage des Kontingenten bilden die vier Elemente. Diese Elemente sind aber im autoritativen Text des Nemesios von Emesa in unterschiedener Weise formuliert. In den Elementen, den kleinsten Teilen der Zusammensetzung der Körper, und den ersten und einfachen Gründen aller Körper, zeigen sich die Grenzen der Qualitäten der Kraft und der Energie nach (ἄκραι αἱ ποιότες δυνάμει καὶ ἐνεργείᾳ φαίνονται). Das Hauptmerkmal des Elements ist, dass es – im Unterschied zu allen anderen Körpern – die Qualitäten der Energie nach (κατ'ἐνέργειαν) hat. Alle Körper entstehen aus der Vereinigung der vier Elemente.³⁸

In dieser Hinsicht überrascht es nicht, dass die Autoren der meisten ‚naturphilosophischen‘ Schriften gerade Denker sind, die zu den Philosophen gezählt werden. Die Physiologie ist Teil der theoretischen Philosophie, und dieser Teil umfasst eben auch alle bekannten Naturwissenschaften. Besonders intensiv werden hier Untersuchungen im Bereich der Astronomie und der Astrologie, der Botanik und der Zoologie, der Mineralogie und der Alchemie, wie auch der Medizin betrieben. Die Welt wird als Ergebnis des schöpferischen Willen Gottes gedeutet; die Welt verwirklicht sich durch seine erschaffenden Energien. Es ist deshalb selbstverständlich, dass die Physiologie, trotz ihres theoretischen Charakters, vorwiegend auf praktische Fragen ausgerichtet ist. Sie sucht die Kräfte und die Wirkungen der Naturkörper festzustellen, wobei sie, prinzipiell den Aberglauben und die Magie ablehnend, aus christlicher Sicht die Überzeugung von der Einheit des Alls und der Übereinstimmung der Welt in Sympathie und Synergie weiterführt.³⁹

Besonders deutlich wird dieser Sachverhalt in den medizinischen Schriften, die grundsätzlich die hypokratische und galenische Tradition fortführen. Indem sie die eigentümliche Teleologie, die dieser Tradition entwächst, christlich modifizieren, werden hier Medizin und Philosophie imperativisch zueinander in Bezug gesetzt. Die byzantinischen Mediziner betrachten den Leib und die Seele in ihrer Einheit: Körperliche und seelische Krankheiten stehen in engem Zusammenhang; die Wirkungen und Affekte des Lebensgeistes bilden die Grundlage aller psychischen und

37 Joannes Damascenus [Johannes Damaskenos]: „De fide orthodoxa“, II, 5, in: ebd., Bd. 94, 1864, 880A.

38 Nemesius Episcopus Emesenus: „De natura hominis“, 5, in: ebd., Bd. 40, 1863, 613AB; 620B (Übers. d. Autors).

39 Vgl. z. B. Herbert Hunger: *Die hochsprachliche profane Literatur der Byzantiner*, Bd. 2, München: Beck 1978, S. 221–284; Zinaida G. Samodurova: „Estestvennonaučnic znanija“, in: Zinaida G. Udāl'cova/Genadij G. Litavrin (Hg.), *Kul'tura Vizantii: vtoraja polovina VII–XII v.* (Die Kultur von Byzanz: Zweite Hälfte des 7. bis 12. Jh.), Moskva: Nauka 1989, S. 296–334.

leiblichen Funktionen.⁴⁰ Die Synergie mit allen ihren Dimensionen steht im Mittelpunkt des byzantinischen Denkens und konstituiert das byzantinische Weltbild. Die Bestimmung der byzantinischen Philosophie als ‚theozentrischer Humanismus‘ ist erst aus dieser Perspektive adäquat zu verstehen.

Der Niedergang der byzantinischen Philosophie begann nach dem Fall Konstantinopels im Jahre 1453. Die letzten Autoren äußerten sich Mitte des 18. Jahrhunderts, doch hatten sie bereits an Kreativität und Originalität verloren. Da in der kulturell von Byzanz geprägten Region das authentische wissenschaftliche Leben versiegt, suchten die Wissbegierigen in der Folge dort nach wissenschaftlicher Erkenntnis, wo sie zu jener Zeit zu finden war: An den mittel- und westeuropäischen Universitäten. Als ‚echt wissenschaftliches Weltbild‘ begann nun das aufgeklärte Denken samt naturwissenschaftlichem Pathos seinen Einfluss geltend zu machen. Dieser Trend wurde massiv durch die Position mehrerer Priester und Mönche verstärkt, die einen primitiven ‚pneumatischen‘ anthropologischen Dualismus verbreiteten. Auf diese Weise gingen die hochkulturellen Explikationsformen des ‚byzantinischen‘ Weltbildes verloren, nicht aber seine alltägliche Geltung. Resultat dessen war eine kulturelle ‚Schizophrenie‘, die sich in einer Diskrepanz zwischen dem wissenschaftlichen und dem alltäglichen Denken und Wirken äußerte. Diese Diskrepanz ist nach wie vor sichtbar. Ein Versuch, sie zumindest teilweise zu überwinden, ist bei heutigen Philosophen festzustellen, die noch Descartes als ihren philosophischen Urheber anerkennen, ihre Hauptthesen jedoch vielmehr in der Sprache der Relativitätstheorie oder der Quantenphysik und nicht etwa der ‚klassischen‘ Philosophie oder Naturwissenschaft formulieren⁴¹. Aus dieser Perspektive wird heute die Parallelität betont, die zwischen dem Gebrauch des Energie-Konzepts in der byzantinisch geprägten Theologie und in der Quantenphysik besteht.⁴²

⁴⁰ Vgl. Hunger: *Die hochsprachliche profane Literatur* (Anm. 39), S. 287–320.

⁴¹ Vgl. Petăr Goranov: *Ništo osobeno. Etičeski predeli i mikroideologii* (Nichts Besonderes. Ethische Grenzen und Mikroideologien), Sofija: Kritika i chumanizăm 2013, S. 45–49, 58–60, 120, *passim*.

⁴² Vgl. Stoyan Tanev: „The Concept of Energy in Orthodox Theology and in Physics“, in: Ladouceur (Hg.): *The Wedding Feast* (Anm. 34), S. 67–102.

IGOR J. POLIANSKI

Synergie

Zur Geschichte einer Elementaridee an der Nahtstelle von Religion und Medizin

Synergie als Elementaridee

Der Wissenschaftshistoriker Arthur O. Lovejoy (1873–1962) äußerte in den 1930er Jahren eine für damalige Verhältnisse provokante Ansicht. Als Begründer der Ideengeschichte kam er nämlich zur Überzeugung, dass die Geschichte menschlichen Denkens eine verblüffende Uniformität oder sogar Trivialität an den Tag lege: „Die scheinbare Originalität vieler Systeme beruht allein auf der neuartigen Verarbeitung und Anordnung der bereits bekannten Bestandteile, aus denen sie hervorgehen.“¹ Diese Bestandteile verglich Lovejoy mit den chemischen Elementen des Periodensystems und sah die primäre Aufgabe der Ideengeschichte analog zur analytischen Chemie darin, unter der Oberfläche der scheinbaren Verschiedenheit historischer Konzepte tiefer liegende Strukturanalogien, Redundanzen und Gemeinsamkeiten aufzuspüren. Solche wiederkehrenden sowie disziplinübergreifenden Denkfiguren in der Geschichte der Philosophie und Wissenschaften nannte Lovejoy ‚Elementarideen‘. Zu den wesentlichen methodischen Konsequenzen dieses Ansatzes zählte seine Präferenz für eine onomasiologische Vorgehensweise gegenüber dem semasiologischen Analyseverfahren. Über die bedeutungsgeschichtliche Perspektive vom Sprachausdruck auf die Gegenstände hinaus wird eine kulturhistorische Begebenheit – etwa die Denkfigur der Kontinuität oder die Vorstellung von der Einfachheit der Welt – in der Ideengeschichte bezeichnungsgeschichtlich und damit unter funktionalen Gesichtspunkten rekonstruiert, unter welchen Namen sie auch immer firmiert haben mag.²

Auch für die hier zu diskutierende ‚Synergie‘ erscheint diese Vorgehensweise sinnvoll, da der Begriff auf einem kaum weiter zerlegbaren und universell verbreiteten Denkschema beruht. Das aristotelische Postulat von der Übersummativität des Ganzen gegenüber seinen Teilen³ wird hier, im Sinne eines Wirkungs- oder Handlungszusammenhangs kooperierender Instanzen konkretisiert: In ihrem Zusammenspiel sind die Akteure oder Kräfte demnach auf Gedeih oder Verderb aufeinander ange-

1 Arthur O. Lovejoy: *The Great Chain of Being. A Study of the History of an Idea* (1936), dt.: *Die große Kette der Wesen. Geschichte eines Gedankens*, übers. von Dieter Turck, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 1985, S. 12.

2 Gerd Fritz: *Historische Semantik*, Stuttgart/Weimar: Metzler 2006, S. 21 f.

3 Aristoteles: *Metaphysik*, übers. von Hermann Bonitz, bearb. von Horst Seidl, Hamburg: Felix Meiner 1991, 2. Halbband, Buch VIII.6, 1045a, 8–10.

wiesen. Genau diese simple Botschaft macht die Erforschung der Ideengeschichte der Synergie für eine strukturhistorisch ausgerichtete sozialhistorische Forschung erkenntnisträchtig, steht doch dem affirmativ besetzten Bild produktiver Zusammenarbeit der Gedanke einer effizienten Arbeitsteilung und Spezialisierung entgegen. Mit dieser Antithese rückt wiederum der Dreh- und Angelpunkt der sozialen Evolution *in toto* – der Prozess der funktionalen Differenzierung der Gesellschaft – in den Fokus. Unter dem Etikett der Synergie wird mit vereinten Kräften gearbeitet und das Getrennte wieder vereint. Der darin anklingende, vereinnahmende Gestus ebnet die Grenzen zwischen gesellschaftlichen Wertsphären in ihrer jeweiligen Eigengesetzlichkeit, zwischen kollektiven Akteuren im sozial polarisierten Feld oder zwischen separaten Erkenntnisvermögen des Menschen jedoch keineswegs ein. Anstatt solche Polarisierungen zu fördern, eröffnet die Elementaridee der Synergie mit ihrem Sowohl-als-auch-Schema gerade die Möglichkeit zu Kompromiss und Versöhnung, Legitimation und Zweckbündnis zwischen gegenläufigen Tendenzen. Dieser Mechanismus soll weiter unten an einem historischen Beispiel rekonstruiert werden.

In semantikgeschichtlicher Perspektive verknüpft die Denkfigur der Synergie nun zwei Felder in besonderer Weise: Religion und Medizin. Diese Elementaridee markiert zudem nicht nur jene neuralgischen Punkte – Bruch- und Nahtstellen –, an denen sich beide Funktionssysteme *historisch* immer wieder berührten, vielmehr reicht diese Verknüpfung bis unsere Gegenwart.

Synergie als Häresie

Weckt das Wort ‚Synergie‘ im modernen Sprachgebrauch vornehmlich positive Assoziationen, so begann seine Karriere in der frühen Neuzeit gerade umgekehrt als eine Negativbezeichnung. Unter ‚Synergismus‘ verstanden die Gnesiolutheraner im 16. Jahrhundert eine gefährliche Häresie. Diese ging aus einer Kontroverse zwischen Martin Luther und Erasmus von Rotterdam um die Frage des freien Willens hervor und berührte einen zentralen Streitpunkt der paulinischen Gnaden- und Rechtfertigungslehre.⁴ Der in augustinischer Tradition stehende Luther negierte in diesem Streit jegliche Freiheit des Menschen im geistlichen Bereich und lehnte damit dessen Mitwirkungsmöglichkeit bei der Bekehrung und Heilserlangung ab. In diesem Kontext formulierte er im Jahr 1520 im Traktat *Von der Freiheit eines Christenmenschen* den Grundsatz *sola gratia* („allein durch die Gnade“), der Eingang in die protestantische Dogmatik gefunden hat.⁵ Damit richtete er sich gegen

4 Vgl. Johann Heinrich Zedler: „Synergisten“, in: *Grosses vollständiges Universalexicon aller Wissenschaften und Künste*, Halle u. a. 1731–54, Bd. 41, 1744, Sp. 1003–1010. Vgl. hierzu auch: Joachim Ritter/Karlfried Gründer (Hg.): *Historisches Wörterbuch der Philosophie*, Basel: Schwabe 1998, Bd. 10, S. 784–787.

5 Martin Luther: *Ausgewählte Werke* (Calwer Ausgabe), Stuttgart: Hänssler Verlag 1996, Bd. 2, S. 162–288. Vgl. auch: „Formula Concordiae“, in: *Christliches Concordienbuch, darin öffentliche Bekenntnisse und symbolische Schriften der evangelisch-lutherischen Kirche*, hg. von Siegm. Jac. Baumgarten [Siegmund Jakob Baumgarten], Halle: Joh. Justinus Gebauer 1747, S. 1–504, S. 87.

die Auffassung, dass der Mensch über sein Schicksal im Jenseits durch gute oder böse Werke, durch das, was er tut und denkt *selber* entscheiden könne. Das ewige Leben muss dieser Auffassung nach als eigenes Verdienst betrachtet werden, nicht als göttliches Geschenk. Nach Luther hingegen bedarf der allein seligmachende Heilige Geist aber keiner Mitwirkung des Heilsuchenden. Mensch und Gott seien schließlich keine zwei Pferde, die miteinander einen Wagen zögen.⁶

Diese Zurückweisung gründet in der ausgesprochen pessimistischen Anthropologie des Protestantismus. Da die sittliche Wahlfreiheit des Menschen nach dem Sündenfall zerstört und er für das Gute völlig erstorben und verdorben ist, beruhe der Heilsvorgang ausschließlich auf der Gnade Gottes und dessen Prädestination, welcher gegenüber der „natürliche unwiedergeborene Mensch“ sich „wie ein Klotz“ oder „Stein“ (*truncus et lapis*) absolut passiv verhalte.⁷

Die Synergisten hingegen suchten – in Anlehnung an Erasmus und in Opposition zu den deterministischen ‚Klotzpredigern‘ um Luther – den Gedanken der sittlichen Spontanität und Freiheit des Menschen für seine Heilssuche stark zu machen. Die göttliche Gnade erscheint in ihren Lehren als notwendige, jedoch nicht hinreichende Bedingung der Bekehrung und Errettung. Aufgrund seiner Willensfreiheit bringe der Heilsuchende zudem selbst eine Voraussetzung seiner Bekehrung mit, da die Erbsünde nicht in dessen Substanz übergegangen ist.⁸ Dieser Gedanke hebt die von Luther betonte scharfe Diskontinuität zwischen dem ‚alten‘ und ‚neuen‘ (wiedergeborenen) Menschen wieder auf. Wenn der Heilige Geist die im Menschen schlummernden guten Potenzen freisetzt, muss der Heilsuchende als *Synergi Dei* dem göttlichen Heilsangebot seine freie Zustimmung (*Assensus*) geben und zu deren Verwirklichung selbst aktiv beitragen.⁹ Die Vorstellung, dass der natürliche, adamitische Mensch seit dem Sündenfall einem willenslosen Klotz oder Stein gleiche, dessen Handeln dem Allmächtigen völlig gleichgültig sei, wurde damit als eine „Teufelslehre“, die „entweder vermessene oder verzweifelte Menschen“ schaffe, verdammt.¹⁰

Aus strukturhistorischer Sicht kommt der Denkfigur der menschlichen Mitwirkung (*synergia hominis*) bei der Bekehrung zu Gott offensichtlich eine Schlüsselstellung im Übergang von der stratifikatorisch zur funktional differenzierten Sozialordnung zu, handelt es sich doch um ein Ideologem, welches das Dogma von der Alleinwirksamkeit Gottes mit dem indeterministischen Gedanken der Geistesfreiheit auszusöhnen versucht und der Entstehung des modernen Subjekts den Weg bereitet. Aufschlussreich sind für unseren Fragezusammenhang die Bilder und Metaphern, auf die dabei zurückgegriffen wird. Da die *Konkordienformel* hervorhebt, „daß der Mensch in Sünden nicht allein schwach und krank, sondern ganz erstor-

6 Vgl. ebd., S. 99.

7 Vgl. ebd., S. 85.

8 Vgl. Ritter/Gründer: *Historisches Wörterbuch* (Anm. 4).

9 Vgl. Johanne Pfeffingero [Johann Pfeffinger]: *Disputationes de præcipuis capitibus doctrinæ christianæ* [o.O. (Francofurtum [Frankfurt a. M.]): o.V.] 1558, fol. 60.

10 Johan Pfeffinger [Johann Pfeffinger]: *Trostbüchlin aus Gottes Wort in manlicherley und schweren fellen*, Leipzig: Rhambaw 1564, n. pag.

ben und todt sey“¹¹, wurden im protestantischen Schrifttum immer wieder auch medizinisch-pathologische Analogien gezogen. Demnach sind aufgrund der Erb-sünde Adams seine sämtlichen Nachkommen durch eine „schreckliche Erbseuche“ gleichsam „angesteckt“, „vergiftet“ oder „verfault“. ¹² Die Nosologien reichten vom „geistigen Aussatz“¹³ und „schwarzen Star“¹⁴ bis hin zu „Seelengeschwüren“¹⁵ und einer durch den teuflischen Biss verursachten „Tollwut“¹⁶. Zwar war mit dieser Metaphorik die Verderbnis von Leib und Seele der Söhne Adams gemeint, dennoch stand das genuin „fleischliche“ Wesen der Sünde außer Zweifel: „ich sehe ein ander Gesetz in meinen Gliedern, das da widerstrebet dem Gesetz in meinem Gemüthe, und nimmt mich gefangen in der Sünde Gesetz.“¹⁷

Diese Bilder eröffneten den Synergisten jedoch gerade die Möglichkeit, den Sündenfall als eine heilbare Erkrankung oder Verwundung der Seele umzudeuten. Mit dem Evangelium bestehe für den im Geiste ‚übel verwundeten‘ und ‚halbtoten‘ Menschen demnach die Chance, noch geheilt zu werden. Dieses Heilmittel wirke allerdings nicht zwingend, sondern synergetisch, indem es vom Hilfesuchenden frei angenommen werden möchte, wie es bei dem Leipziger Wortführer der Synergisten Johann Pfeffinger (1493–1573) heißt.¹⁸ Zwei Jahrhunderte später formulierte der Verfechter der menschlichen Willensfreiheit, Emanuel Swedenborg (1688–1772), im Sinne der zeitgenössischen Jatromechanik:

Mit den beim unbußfertigen Menschen zurückbehaltenen Sünden verhält es sich, wie mit den mannigfaltigen Krankheiten bei ihm, an denen, wenn nicht Heilmittel gegen sie angewandt, und durch diese die böartigen Stoffe entfernt werden, der Mensch stirbt [...] Solche, die sich nicht prüfen, sind mit Kranken zu vergleichen, bei denen das Blut in Folge der Verstopfung der kleinsten Gefäße verdorben ist, und daraus Auszehrung, Schlagsucht der Glieder, und gefährliche chronische Krankheiten, die aus der Verdickung, Zähigkeit, Schärfe und Säure der Säfte, und daher des Blutes entstehen; wogegen aber die, welche sich auch hinsichtlich der Absichten des Willens prüfen, mit denjenigen zu vergleichen sind, die von jenen Krankheiten geheilt worden sind und zurückkehren in das Leben, in dem sie als Jünglinge waren.¹⁹

11 Vgl. „Formula Concordiae“ (Anm. 5), S. 82.

12 Vgl. ebd., S. 64, 78.

13 Vgl. ebd., S. 70.

14 Emanuel Swedenborg: *Die wahre christliche Religion enthaltend die ganze Theologie der neuen Kirche* (1769), Stuttgart: Verlag der Neukirchlichen Buchhandlung 1873, S. 397.

15 Blaise Pascal: „Prière pour demander à Dieu le bon usage des maladies“ (1666), in: *Œuvres complètes. Bibliothèque de la Pléiade*, hg. von Jacques Chevalier, Paris: Gallimard 1954, S. 605.

16 Josue' Placeo [Josue' de La Place]: „Theses Theologicæ de statu hominis lapsi ante gratiam“, in: *Syntagma Thesium Theologicarum in Academia Salmuriensi variis temporibus disputatarum*, sub præsidio dd. virorum SS. Theologiæ Professorum: Ludovici Cappelli/Mosis Amyraldi/Iosue' Placæi, Salmurii [Saumur]: Prostant Exemplaria apud Ioannem Lesnerium ²1664, Pars prima, S. 205–211.

17 „Formula Concordiae“ (Anm. 5), S. 84.

18 Johannes Pfeffinger: *De libertate voluntatis humanæ, Quaestiones quinque*, Lipsiæ [Leipzig]: Georgii Hantschi 1555, fol. A 5. Vgl. auch die Polemik dagegen in „Formula Concordiae“ (Anm. 5), S. 102.

19 Vgl. Swedenborg: *Die wahre christliche Religion* (Anm. 14), S. 341, 346.

Synergie als Heilpraxis

Die angeführten Beispiele mögen genügen, um zu zeigen, dass die Synergie geradezu prädestiniert war, ein Brückenkonzept zwischen religiös-sittlichen und medizinischen Heils- bzw. Heilungsdiskursen zu bilden. Diese Konstellation führt schließlich zum historischen Konflikt zwischen theistischem Determinismus und Imperativen der weltlichen Heilpraxis. Es wird zu zeigen sein, wie auch dieser Konflikt in analoger Weise ‚synergetisch‘ geschlichtet werden konnte.

In den vormodernen Gesellschaften hingen Krankheit, Moral und Glaube untrennbar zusammen: Während der Religion die Aufgabe zukam, moralische Beurteilungsschemata bereitzustellen, war die Krankheit in einen religiösen Schuld- und Sühne-Konnex fest eingebettet.²⁰ Damit bestand, systemtheoretisch gesprochen, eine grundsätzliche Ursprungsidentität der Duale Leid/Heil (Medizin), Sünde/Erlösung (Religion) und Gut/Böse (Moral).²¹ Krankheiten galten somit als göttliche Strafen für individuelle oder kollektive Sünden. Die magischen Heilungsrituale waren dementsprechend darauf ausgerichtet, die vermeintliche sittliche ‚Mitschuld‘ der Kranken an ihrer Krankheit ans Licht zu bringen.²² Unterstellte die hochmittelalterliche Jatrodämonologie bei als psychisch betrachteten Erkrankungen wie Epilepsie sündiges Individualverhalten im sexuell-sittlichen Bereich²³, wurde bei großen Seuchen wie der Pest gleichsam eine ‚Kollektivschuld‘ vermutet.²⁴ Während Opfer und Gebet, Bußübungen und Bittprozessionen, Sühne und Exorzismus als bewährte Heilmethoden galten, hatte eine auf körperliche Krankheitsursachen gerichtete Therapie in diesem Paradigma zunächst kaum Spielraum. Unter Umständen galt es sogar als Gotteslästerung und Teufelswerk, sich mithilfe dubiös erscheinender Kuriermethoden göttlicher Rache entziehen zu wollen. Geheilt werden wollte das ‚leidgeplagte Fleisch‘ aber trotzdem, und so sah sich der Kirchenvater Basilius von Caesarea (330–379) veranlasst, sich mit der Frage auseinanderzusetzen: „Läßt es sich mit dem frommen Leben vereinbaren, daß man die

20 Vgl. Niklas Luhmann: „Die Ausdifferenzierung der Religion“, in: ders.: *Gesellschaftsstruktur und Semantik. Studien zur Wissenssoziologie der modernen Gesellschaft*, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 1993, Bd. 3, S. 259–357, hier S. 283 f.

21 Vgl. Niklas Luhmann: *Funktion der Religion*, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 1982, S. 198. Ders.: „Anspruchsinflation im Krankensystem. Eine Stellungnahme aus gesellschaftstheoretischer Sicht“, in: Philipp Herder-Dorneich/Alexander Schuller (Hg.): *Die Anspruchsspirale. Schicksal oder Systemdefekt?*, Stuttgart u.a.: Kohlhammer 1983, S. 28–49, hier S. 32.

22 Vgl. Bernd Steinebrunner: *Die Entzauberung der Krankheit. Vom Theos zum Anthropos. Über europäische Genesis moderner Medizin nach der Systemtheorie Niklas Luhmanns*, Frankfurt a. M.: Peter Lang 1987, S. 148.

23 Vgl. Hansjörg Schneble: *Heillos, heilig, heilbar. Geschichte der Epilepsie*, Berlin: de Gruyter 2003, S. 18.

24 So machte der Bischof Palladinus von Seeland 1556 die „schlechten Sitten“ und „liederlichen Manieren und Possen“ für das Auftreten von „Pocken“, „englischer Schweißkrankheit“ und „hispanischem Ausschlag“ verantwortlich. Zit. nach: Karl Rothschuh: *Konzepte der Medizin in Vergangenheit und Gegenwart*, Stuttgart: Hippokrates Verlag 1978, S. 65.

Heilkunde in Dienst nimmt?“²⁵ Auf der einen Seite stand für Basilius fest: „Die Hoffnung auf die eigene Heilung ganz in die Hände der Ärzte zu legen, ist sicher tierisch.“²⁶ Auf der anderen Seite hielt er es hingegen doch für „Starrsinn“, auf ärztliche Hilfe ganz zu verzichten. Der von ihm eingeschlagene Mittelweg sah eine Kooperation der Heilkräfte menschlicher und göttlicher Provenienz vor:

Wie wir die Erde bebauen und doch Gott um die Früchte bitten und wie wir dem Steuermann das Ruder anvertrauen, aber zu Gott beten, daß er uns aus dem Meer errette, so rufen wir auch nach dem Arzt, wenn es die Vernunft rät, geben dabei aber die Hoffnung auf Gott nicht auf.²⁷

Die Code-Identität von Moral, Religion und Heilbehandlung fand vor diesem Hintergrund im Topos des *Christus medicus* zuerst in der monastischen Medizin ihren Ausdruck. Da Christus als wahrer Arzt verehrt wurde, oblag dem ‚christlichen Arzt‘ die Pflicht, ihn nachzuahmen (*imitatio Christi*) und neben Gabe von Arzneimitteln durch eigenes moralisches Beispiel zu kurieren.²⁸ Da die Krankheit als Manifestation der Sünde (‚Fleischeslust‘, ‚Ausschweifungen‘) eine ganz auserlesene Form der ‚himmlischen Prüfung‘ für die Kranken bedeutete, nahm die Heilpraxis für alle Beteiligten den Charakter moralischer Kommunikation an. Bei diesem Zusammenspiel von Medikation und Bekehrung waren die Machtverhältnisse jedoch klar geregelt: Kranken wurde in den mittelalterlichen Hospizen Hilfe verweigert, wenn diese die körperliche Heilung der Heilung der Seele vorzogen.²⁹ Ärzten und ihren Heilmethoden kam allenfalls eine unterstützende Funktion zu. „Oft fallen wir in Krankheiten, damit wir erzogen werden“, lehrte Basilius, womit die ärztliche Behandlung erst durch das Zufügen von Schmerzen ihren eigentlichen Sinn erhält: „Schneiden, Brennen, die Schmerzen scharfer und bitterer Arzneien“ müssen mit gebührender Demut und Dankbarkeit ertragen werden.³⁰

Auch ein weltlicher Arzt war gemäß einem Edikt Innozenz III. aus dem Jahr 1215 unter Strafandrohung dazu angehalten, nichts für seinen Patienten zu tun, bevor dieser sich nicht durch das Sakrament der Beichte entsündigt habe.³¹ Noch im späten 17. Jahrhundert charakterisierte Ahasver Fritsch die erste Pflicht des ‚christlichen Arztes‘ wie folgt:

25 Basilius von Caesarea: *Die Mönchsregeln*, hg. von Karl S. Frank, St. Ottilien: EOS-Verlag 1981, S. 188. Weiterführend vgl. Michael Dörnemann: *Krankheit und Heilung in der Theologie der frühen Kirchenväter*, Tübingen: Mohr Siebeck 2003.

26 Basilius: *Die Mönchsregeln* (Anm. 25), S. 191.

27 Ebd., S. 194 f.

28 Vgl. Sandra Pott: *Medizin, Medizinethik und schöne Literatur. Studien zu Säkularisierungsvorgängen vom frühen 17. bis zum frühen 19. Jahrhundert* (= Säkularisierung in den Wissenschaften seit der frühen Neuzeit, Bd. 1), Berlin u. a.: de Gruyter 2002, S. 73. Klaus Bergdolt: *Das Gewissen der Medizin. Ärztliche Moral von der Antike bis heute*, München: C. H. Beck 2004, S. 76–78.

29 Basilius: *Die Mönchsregeln* (Anm. 25), S. 272.

30 Ebd., S. 192.

31 Klaus-Peter Pohl weist in diesem Zusammenhang allerdings auf bereits früh auftretenden Spannungen zwischen Ärzten und Kirche hin. Vgl. Klaus-Peter Pohl: *Unheilbar Kranker und Sterbender. Problemfälle ärztlicher Deontologie. Stellungnahmen aus dem 18. Jahrhundert und ihre historischen Voraussetzungen*, Münster, Univ. Diss. 1982, S. 14–16.

Er betet ernstlich zu Gott, daß er seine Gnade und Segen zur Arzney geben wolle; den Patienten vermahnet er, daß er sich zuvörderst durch ein herzlich Gebet und wahre Busse zu dem himmlischen Arzt wenden, dessen Hülfe in Christlicher Gedult ohn-verzagzt erwarten, die Krankheit als eine von GOTT ihm zum besten zugeschickte Creuz-Probe und väterliche Züchtigung seiner barmherzigen Hand gerne annehmen und keineswegs auf menschlichen Rat, Hülfe und Mittel ausser GOTT vertrauen und bauen solle. Die gute Würkung der Arzney schreibet er nicht denen Kräfften der Natur als einem fleischlichen Gott zu.³²

Mit dem himmlischen Arzt, irdischen Medicus (Arznei) und Patienten beteiligten sich an der mittelalterlichen und frühneuzeitlichen Heilpraxis also drei ‚Akteure‘, indem sie in verschiedensten Kombinationen kooperativ-synergetische Wirkzusammenhänge untereinander eingingen.

Der paritätische Kompromiss zwischen Religion und Medizin, wonach die Heilwirkung der Medikamente auf eine Kooperation zwischen ärztlicher Kunst und Heiligem Geist, zwischen körperlicher Stärkung und Reinigung der Seele zurückzuführen sei, machte den Weg für die Entwicklung einer säkularen Arzneimittellehre frei, da nun die Heilung nicht mehr ausschließlich in die Hände Gottes gelegt wurde.

Mit fortschreitender Säkularisierung zeigte sich jedoch zunehmend die Janusköpfigkeit des synergetischen Sowohl-als-auch-Schemas. In den Auseinandersetzungen um Mechanizismus, Dualismus oder Reduktionismus avancierte es zu einer Residualformel metaphysischer Denkmuster. Bekanntlich wurde die Maschinentheorie des Organismus im Laufe des 17. Jahrhunderts das alles beherrschende Thema der damaligen Theologie, Philosophie und Medizin. Dieser zufolge stellt der menschliche Körper einen von Gott bei der Schöpfung vollkommen erschaffenen hydraulischen Automaten dar, der vom kosmischen Äther angetrieben wird.³³ Der diesem Modell zugrunde liegende cartesianische Dualismus impliziert eine scharfe Trennung von *res extensa* (Materie) und *res cogitans* (Geist), von Leib und Seele. Damit wird die Möglichkeit ausgeschlossen, dass die Seele den leiblichen Gesundheitszustand direkt beeinflusst oder selbst im physisch-materiellen Sinne erkranken könnte. Generell werden Heilwunder oder übernatürliche Krankheitsursachen so abgeschafft. Krankheitsverläufe werden seitdem auf natürliche Phänomene reduziert, die in ihrer extremsten Variante als Betriebsstörung des an und für sich ‚toten‘ Körperautomaten beschrieben wird.³⁴ Daraus leitete sich das ärztliche Selbstverständnis eines Körpermechanikers ab, der sich nur noch um die Wiederinstandsetzung reparaturbedürftiger Körperteile kümmerte.

Es ist nicht überraschend, dass solche Früchte der Aufklärung häufig als Gotteslästerung angesehen wurden und leidenschaftliche Gegenbewegungen innerhalb

32 Ahasveri Fritschi [Ahasver Fritsch]: *Medicus Peccans, Sive Tractatus De Peccatis Medicorum*, Norimbergæ [Nürnberg]: apud Wolfgangum Mauritium Endterum 1684, S. 84 f.

33 Vgl. Friderico Hoffmanno [Friedrich Hoffmann]: *Fundamenta Medicinæ ex principiis naturæ mechanicis in usum Philiarorum succinte proposita*, Halæ Magdeburgicæ [Halle]: Impens. Simon Johan. Hübneri, Literis Viduæ Salfeldianæ 1695, P. Physiologia IV, §27.

34 Vgl. Roths Schuh: *Konzepte* (Anm. 24), S. 244.

der Heilkunde auf den Plan riefen. Nachhaltige Wirkung entfaltete dabei der Psychodynamismus Georg Ernst Stahls (1659–1734). Stahl zählt zu den bedeutendsten Figuren der neuzeitlichen Medizingeschichte. Seinem Leben und Werk wurden bereits mehrere Studien gewidmet.³⁵ Besondere Aufmerksamkeit erfahren in diesen seine engen Kontakte zu den wichtigsten Repräsentanten der Erweckungs- und Frömmigkeitsbewegungen seiner Zeit.³⁶ Da jedoch theoretische Pathologie und therapeutische Ansätze Stahls nicht im Fokus dieses Beitrags liegen, kann auf dessen Synergiebegriff im Kontext des Synergistenstreits nur hingewiesen werden.

Stahls Abhandlung *De synergeia naturae in medendo* (1695)³⁷ muss für die Begriffsgeschichte der Synergie als paradigmatisch bewertet werden. Sein Rückgriff auf diese religiös konfliktbehaftete Vokabel war dabei mit Sicherheit kein Zufall. Die von Pietisten im 17. Jahrhundert vertretenen bekehrungstheologischen Positionen standen denen der Synergisten in vieler Hinsicht nahe. So wurde im Pietismus – wie bereits zuvor durch die Synergisten – die Idee des persönlichen Beitrags des Menschen zu seiner Errettung neu belebt. Zugleich vollzieht Stahl medizintheoretische Schrift jedoch eine folgenreiche Metamorphose der im religiösen Kontext etablierten Vorstellung von den „Synergi Dei“. An die Stelle der Gott-Mensch-Synergie treten nun vitalistische Konzepte der Natur und Energie. Als ‚Energie‘ bezeichneten Stahl und die Stahlaner dabei die Selbstheilungskräfte der Natur, die einen Kranken befähigten, ohne ärztliche Hilfe wieder gesund zu werden.³⁸

Gemeint ist damit jedoch keine von außen wirkende Kraft, sondern ein Zusammenwirken der leiblichen und seelischen Natur des Menschen. Während die Mechanizisten zwischen Geist und Materie unterschieden hatten, setzte die psychodynamische Animismuslehre Stahls die tote, anorganische Substanz dem lebendigen Organismus radikal entgegen, der mit einer inneren Bewegung ausgestattet und so stets beseelt sei.³⁹ Mit den Worten des pietistischen Pastoralmediziners und Schülers Stahls, Christian Friedrich Richter (1676–1711), haben die Mechanizisten dagegen im menschlichen Gehirn Seele und Leib voneinander geschieden, ehe sie der

35 Vgl. z. B. Dietrich von Engelhardt/Alfred Gierer (Hg.): *Georg Ernst Stahl (1659–1734) in wissenschaftshistorischer Sicht* (= Acta historica Leopoldina 30), Heidelberg: Barth 2000.

36 Johanna Geyer-Kordesch etwa konnte in ihrer grundlegenden Studie überzeugend nachweisen, dass der Gelehrte, der selber aus einer frommen Pietistenfamilie stammte, seine medizintheoretischen Konzepte unter dem direkten Einfluss der pietistischen Auffassung der Beziehungen von Gott, Mensch und Natur entwickelte. Vgl. Johanna Geyer-Kordesch: *Pietismus, Medizin und Aufklärung in Preußen im 18. Jahrhundert. Das Leben und Werk Georg Ernst Stahls*, Tübingen: Niemeyer 2000.

37 Georgii Ernesti Stahl [Georg Ernst Stahl]: *Propempticon Inaugurale. De synergeia naturae in medendo* (1695), dt.: „Über die Bedeutung des synergischen Prinzips für die Heilkunde“, in: ders., *Über den mannigfaltigen Einfluß von Gemütsbewegungen auf den menschlichen Körper*, übers. und mit einer Einleitung von Bernward Josef Gottlieb (= Sudhoffs Klassiker der Medizin, hg. von der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina, Bd. 36), Leipzig: Barth 1961, S. 39–46.

38 Vgl. Stahl: „Über die Bedeutung des synergischen Prinzips“ (Anm. 37), S. 43–44.

39 Vgl. Rothsuh: *Konzepte* (Anm. 24), S. 294–295, 302; Geyer-Kordesch: *Pietismus* (Anm. 36), S. 170–171.

Tod geschieden habe; weder die Seele sei aber ein purer Geist, noch der Leib reine Materie, in ihrer Vereinigung stellten sie viel mehr „etwas Drittes“ dar.⁴⁰

Das holistische Modell der leibseelischen Einheit und natürlichen Selbstheilung (Energie) richtete sich also explizit gegen die Cartesianer. Dieses Motiv findet sich auch in Stahls Synergie-Abhandlung, in der er gegen die iatromechanischen Auffassungen des Organischen zu Felde zieht und die „Trägheit“ und „Fabuliersucht“ jener „frivolen“ Ärzte beklagt, die die Eigenaktivität der *anima rationalis* und ihr Eingreifen in die „vitalen Geschäfte“ des Körpers zugunsten des „materiellen Prinzips“ vernachlässigten.⁴¹ In diesem Kontext tauchen auch jene Kampfvokabeln wieder auf, denen bereits im Synergismusstreit eine systematische Bedeutung zukam. Um den Gedanken des Leib-Seele-Zusammenhangs gegen die mechanopathologischen Lehren zu verteidigen, bekräftigt Richter:

Also muß man nun den Leib / so fern er mit der Seele vereinigt ist / nicht ansehen als einen toden Klotz / oder als ein todes Instrument, wie die Axt in der Hand des Zimmermanns / oder wie man sonst die Materie für sich und in abstracto ganz vor sich betrachtet / sondern er kan nicht anders / als eine beseelte Materie, als was lebhaftes / als eine Materie, die mit dem Geiste eins ist / darinnen sie von andern schlechten Materien / die nicht beseelt sind / wie auch von andern Organis unterschieden ist / als welche mit dem Werckmeister nicht vereinigt sind / betrachtet werden.⁴²

Der Mensch ist in dieser Perspektive also keine tote Körpermaschine mit einer angehefteten unsterblichen Seele, sondern eine unauflösbare leib-seelische Einheit. Die mit Intelligenz und Wille ausgestattete Seele baut sich den Körper, hält ihn in Bewegung und bewahrt ihn aktiv vor Fäulnis und Zersetzung. Da sie mit Intelligenz und Wille ausgestattet ist, erreicht sie im Normalfall ihre Zwecke. Gleichwohl verfehlt sie zuweilen ihre Ziele.⁴³ So kommt es zu heftigen „Perturbationen“ und „Confusionen“ der Seele, wenn sie etwa eine große Gefahr in ihrem Körper erblickt, und darüber innerlich in Angst gerät oder durch „unklugen medizinischen Reize“ in Verwirrung gebracht wird. Grund dafür seien die durch den Sündenfall indiemenschliche Natureingedrungenen „Schwachheit“ und „Unvollkommenheit“.⁴⁴

Auf diesem Grundsatz baut Stahl seine sämtlichen Pathologie- und Therapievorstellungen auf, in deren Kontext schließlich sein Synergiebegriff zur Geltung kommt. Wie erwähnt, führen die Selbstheilungskräfte der Natur aus animistischer Sicht in der Regel ohne ärztlichen Beistand zum Erfolg und sollten am besten nicht gestört werden. In Konvulsionen, Blutungen, Eiterungen oder Fieber werden dabei nicht mehr Fehlleistungen der Körpermaschine gesehen, sondern Heilsanstrengun-

40 Christian Friedrich Richter: *Die höchstnötige Erkenntniß des Menschen, sonderlich nach dem Leibe und natürlichen Leben*, Halle [o.V.] 121741, S. 85.

41 Vgl. Stahl: „Über die Bedeutung des synergischen Prinzips“ (Anm. 37), S. 44.

42 Richter: *Die höchstnötige Erkenntniß* (Anm. 40), S. 84.

43 Georg Ernst Stahl: „Über den mannigfaltigen Einfluß von Gemütsbewegungen auf den menschlichen Körper“ (1695), in: ders. (Anm. 37), S. 24–37, S. 37.

44 Vgl. Stahl: „Über die Bedeutung des synergischen Prinzips“ (Anm. 37), S. 43; vgl. auch: Richter: *Die höchstnötige Erkenntniß* (Anm. 40), S. 640–641.

gen der Seele, die versuche, überschüssiges Blut oder kranke Materie auszuscheiden. Stahls Therapie war daher ausgesprochen expektativ und stand so mit der Idealvorstellung einer auf Bußübungen sowie Seelenreinigung beruhenden und auf diese Weise aus christlicher Sicht unbedenklichen Heilung völlig im Einklang. Solange der Heilungsprozess ‚natürlich‘, d. h. über die der Leibseele der Heilsuchenden innewohnenden ‚Energie‘ abließ, durfte der weltliche Arzt nicht eingreifen und sollte die Abwehrkräfte der Natur durch schmerzlindernde oder fiebersenkende Mittel nicht unterdrücken. Erst eine „Confusion“ der Natur berechtigte ihn, einzuschreiten und seine „synergetische“ Unterstützung zu gewähren. Die Synergie bezeichnete dann jenen „Prozess im lebenden, jedoch erkrankten Menschen, bei dem Natur und Medikament zusammenwirken.“⁴⁵ Dementsprechend kam dem Arzt die Rolle eines „Kollaborateurs“ der Natur bzw. der Energie zu, der allenfalls unterstützend mitwirken durfte.⁴⁶

Auf diese Weise verschob sich im Stahlschen System der Synergiebegriff von der ursprünglichen Beziehung zwischen den Heilsuchenden und dem Heiligen Geist auf die Beziehungsachse zwischen Arzt (Arznei) und Patient. Damit wurde die ursprüngliche Systematik des theologischen Synergie-Streits beibehalten und auf eigentümliche Weise überschrieben. War im theologischen Diskurs die menschliche Substanz mit einem „Klotz“ oder „Stein“ verglichen worden, richtete sich nun die Polemik gegen eine Jatromechanik und Jatrophysik, die im menschlichen Leib ebenfalls nur einen passivem ‚Klotz‘ erblickte. Stahls Kritik exponiert damit die tief liegenden Kontinuitäten zwischen traditioneller Theologie und mechanizistischem Cartesianismus. An die Stelle der Selbstheiligung oder Selbsterlösung des mit der „Erbseuche“ bestraften „natürlichen Menschen“ tritt bei Stahl nun die Verheißung einer „natürlichen“ Selbstheilung aus eigener Kraft. Bildete zuvor die freie Willenskraft den Dreh- und Angelpunkt der Debatte, rückten jetzt die „Leidenschaften der Seele“ der Heilsuchenden an ihre Stelle, die Stahl als „Hinneigung des Willens“ definierte.⁴⁷ So verzichtete auch die Therapie als medikalisierte Spielart der göttlichen Gnadenwirkung nicht auf einen erzieherischen Anspruch. „Liederliche“, „ungezügelt“ Leidenschaften ungesitteter Patienten vereiteln laut Stahl die Bemühungen des Arztes und die synergetische Heilwirkung seiner Arznei. Denn:

In einem wohlgeordneten Leib und bei wohlabgestimmten Lebensbewegungen vollzieht sich die Synergie gut und glücklich. In einem vorbelasteten Leib hingegen hat sie ihre große Mühe. Denn wenn das Prinzip des Zusammenwirkens selbst in Unordnung geraten ist, dann wird auch das Zusammenspiel ungeordneter und unübersichtlicher. Der Tenor und die Beständigkeit der vitalen Bewegungen leiden jedoch a priori durch die Leidenschaften der Seele.⁴⁸

Was Stahl hier beschreibt, ist eine spiegelbildliche Umkehrung des Bekehrungsmodells im Paradigma der ‚imitatio Christi‘. Es ist nunmehr der gnädige ‚Halbgott in

45 Vgl. Stahl: „Über die Bedeutung des synergischen Prinzips“ (Anm. 37), S. 41.

46 Vgl. ebd., S. 43.

47 Vgl. Stahl: „Über den mannigfaltigen Einfluß“ (Anm. 37), S. 26.

48 Vgl. Stahl: „Über die Bedeutung des synergischen Prinzips“ (Anm. 37), S. 46.

Weiß', der sein Heils- und Rettungsangebot unterbreitet. Ob dieses Angebot angenommen wird, liegt jedoch in der moralischen Selbstverantwortung des Hilfesuchenden. Eine explizite Analogie mit dem Herrgott wagt Stahl freilich nicht und vergleicht die Rolle des Arztes mit der des Richters, der die Kranken aufgrund ihrer Verstöße gegen die „Lebensgesetze“ verurteilt und die Einsicht in die eigene Schuld einfordert.⁴⁹

In gleicher Weise wurde die Idee der Synergie später von einer ganzen Reihe pietistischer Schüler Stahls definiert und verbreitet.⁵⁰ Der Synergiebegriff, als eine gegen reduktionistisches Denken in der Heilkunde gerichtete Kampfvokabel, ist seitdem fest mit den so genannten ganzheitlichen Therapieansätzen verbunden. Ein Beispiel des Fortwirkens dieser Tradition ist der unter dem Einfluss der romantischen Naturphilosophie stehende Berliner Gerichtsmediziner und Medizinhistoriker Ludwig Theodor Emil Isensee (1807–1845). Er griff 1842 auf Stahls Denkgitur zurück, um seine monistische Organismusauffassung zu fundieren:

Auch haben längst die Physiologen anerkannt, dass unter den Theilen jedes lebenden Körpers eine *Synergie* stattfindet, vermöge derer sie nach einen gemeinsamen Zwecke hinstreben und eine *Sympathie*, welche so viel sagen will, dass jedes integrierende Molekül den Zustand jedes andern Moleküls mitempfindet; dergestalt dass nach Kant's Ausdruck der Grund (die Vernunft) der Art und Weise der Erscheinung (des Daseins) jedestheils des Organischen Wesens im Ganzen ruht.⁵¹

Nachwirkungen

Spuren dieser Disposition lassen sich schließlich bis in manche Entwürfe der modernen Psychosomatik verfolgen, die gleichfalls ein Zusammenwirken der körperlichen und psychischen Kräfte postuliert.⁵² Ihren Höhepunkt erlebte die Verweltlichung und Versachlichung der Elementaridee der medizinischen Synergie aber im 19. Jahrhundert, als man begann, den Begriff im Sinne der gegenseitigen Wirkungsverstärkung mehrerer Pharmaka im Rahmen der Pharmakodynamik zu gebrauchen. Bemerkenswerterweise führte diese Lesart des Synergiebegriffs ausgerechnet Stahls schärfster Opponent in Halle, der Jatromechaniker Friedrich Hoffmann (1660–1742), in die medizinische Fachsprache ein.⁵³ Allerdings konnte

49 Vgl. ebd. S. 40.

50 Vgl. Michaelis Alberti [Michael Albert]: *Introductio in medicinam practicam generalem specialem et specialissimam*, Halæ [Halle]: Typis & Impensis Orphanotropei 1721, S. 4. Ders.: *Specimen Medicinæ Theologicæ*, Halæ Magdeburgicæ [Halle]: Impensis Joannis Christiani Hendeli 1726, S. 389. Georgii Philippi Neuteri [Georg Philipp Neuter]: *Theoria Hominis Ægroti sive Pathologia medica*, Argentorati [Straßburg]: Typis & Sumptibus Johannis Beckii 1716, S. 52.

51 Emil Isensee: *Geschichte der Medicin und ihrer Hilfswissenschaften*, Berlin: Liebmann 1842, Bd. 2, S. 192.

52 Vgl. Axel W. Bauer: „Der Körper als Marionette? Georg Ernst Stahl und das Wagnis einer psychosomatischen Medizin“, in: *Acta historica Leopoldina* 30 (2000), S. 81–95.

53 Friderici Hoffmanni [Friedrich Hoffmann]: *Medicinæ rationalis systematicæ*, Halæ Magdeburgicæ [Halle]: Prostat in Officina Libraria Rengeriana 1727, Bd. 3, S. 576.

sich die Begriffsverwendung nicht behaupten. Hoffmanns Prägung erreichte keine durchschlagende Konjunktur, da sie den entscheidenden Mehrwert der Schlichtung und Versöhnung der Gegensätze nicht leistete.

Trotz dieses Scheiterns hat der Synergiebegriff seine Konjunktur im medizinischen Bereich dennoch bis heute nicht verloren. Dies liegt nicht zuletzt daran, dass ihm in den konfliktreichen Aushandlungsprozessen der Modernisierung eine kompensatorische Funktion zukommt. Dementsprechend steht Synergie häufig für alternative Therapieverfahren (Synergie-Heilung) und vertritt die Legitimität einer wechselseitigen Ergänzung zwischen schulmedizinischen und wissenschaftlich nicht anerkannten oder umstrittenen Therapierichtungen.⁵⁴ Auch gängige Argumente der pastoralmedizinischen Polemik gegen die berüchtigte ‚Apparatemedizin‘ werden häufig ‚synergetisch‘ verpackt:

Heute jedoch wandelt sich der Dualismus. Viele Wissenschaftler und Theologen bemerken, dass Heilung synergistisch ist, d.h. ein Zusammenwirken diverser Kräfte erfordert. Synergismus stammt von den griechischen Worten *syn* (zusammen) und *ergon* („Arbeit“). Das ist es, was Medizin und Gebet machen müssen: sie müssen zusammenarbeiten.⁵⁵

Das Grundscheema der Vermittlung und Versöhnung bleibt damit bestehen, die Machtverhältnisse zeigen sich aber häufig diametral verkehrt. Nunmehr ist der Arzt derjenige, der sich durch komplementäre Heilmethoden ‚unterstützen‘ lässt. Synergie ist also nach wie vor ein Ort des Brückenschlags und zeitlicher Permeabilität, jedoch bewirkt diese Heterochronie keine Öffnung hin zur Moderne mehr, sondern dient inzwischen primär entdifferenzierenden Geistern der Vergangenheit als Schleuse in die Gegenwart.

⁵⁴ Nur ein Beispiel dafür ist die so genannte „Zell-Vitalstoff-Synergie“, die ein Basiskonzept der Zellulärmedizin des dubiosen Heilpraktikers Matthias Rath ist. Vgl. www.dr-rath-gesundheitsallianz.org/infothek/buecher/pdfs/fragenundantworten.pdf (Stand März 2015).

⁵⁵ Chester L. Tolson/Harold G. Koenig: *Die heilende Kraft des Gebets. Der erstaunliche Zusammenhang zwischen Gebeten und ihrer Gesundheit*, Köln: Free Spirit Verlag 2005, S. 44.

GABRIELE FOIS-KASCHEL

Synergetisches Kunstschaffen

Zur Choreographie im klassischen und neo-klassischen Diskurs über die darstellende Kunst

Synergetische Vorgänge gehen nachweislich über die ästhetische Sphäre hinaus. Sie werden insbesondere da spürbar, wo die Wechselwirkung zwischen Stoffen und Kräften lebendiger Körper unerwartete Ordnungen hervorbringt, die nicht ohne Weiteres aus den sie konstituierenden Elementen abzuleiten sind. Ein vorzügliches Beispiel für die kollektive Aneignung und Umgestaltung der Natur bietet in diesem Zusammenhang die Choreographie. Bereits in ihrer rituellen Durchführung stellt sie eine der ursprünglichsten Formen der Auseinandersetzung mit der physischen Realität dar. Fernerhin legt Choreographie zeichenbildende Interaktionsprozesse frei, die auf nonverbalem, an Gesten gebundenem Verhalten beruhen. Im Laufe der Zeit ist der choreographische Prozess daher zum Paradigma der modernen Kunst, der literarischen Avantgarde und ihrer Vorläufer wie auch der meisten Experimente kollektiver Kunstproduktion des frühen 20. Jahrhunderts geworden. Indem sie einen transmedialen Raum synergetischen Schaffens und synergetischer Kommunikation eröffnen, lassen sich Tanzkunst und Choreographie als wirkmächtige Alternativen zum irreversiblen Verlust des Subjekts begreifen.

Über das Ganze und seine Teile

Inwieweit beruht kollektive Kreativität auf synergetischen Prozessen? Welcher Zusammenhang lässt sich zwischen der darstellenden Kunst und dem ästhetischen Paradigmenwechsel in klassischen und neo-klassischen Diskurskontexten erkennen? Diesen beiden Fragen heißt es nachzugehen, indem der Bogen von der aristotelischen Poetik zu zeitgenössischen Kunstformen geschlagen werden soll. Den Ausgangspunkt bildet die antike Auffassung von *Mimesis*, *Deixis* und *Poiesis*, die im Unterschied zu späteren medienästhetischen Zeichentheorien ein umfassendes, in anderen Worten, ein performatives Modell der kollektiven Deutung, Aneignung und Gestaltung von Natur beinhaltet. Über das menschliche Bemühen hinaus, das Chaos einer ungezähmten Natur durch Nachahmung, Bezeichnung und Vereinnahmung beherrschbar zu machen, ist es das spezifische Vermögen des Einzelnen zu synergetischem Handeln, das ihn in die Lage versetzt, sein eigenes Tun mit kollektiver Praxis zu vereinbaren und im selben Zug diese Erfahrung als körperlich-sinnlichen, medialen Prozess und ästhetisches Erlebnis (*performance*) zu speichern. Dass synergetisches Handeln die Eigensphäre des Kunstwerks überschreitet, folgt

daraus, dass es das Zusammenspiel von menschlichen und nichtmenschlichen Kräften, Materialien und Stoffen, die üblicherweise voneinander getrennt bleiben, bewerkstelligt. So kann es zu bis dahin unbekannten Formen der Interaktion und des Verstehens führen, deren Ordnung sich grundlegend von den Eigenschaften der sie konstituierenden Elemente unterscheidet. In seiner *Metaphysik* fasst Aristoteles diesen Prozess in einer Aussage zusammen, deren verkürzte Form gern und oft bemüht wird, um das rätselhafte Gleichgewicht zwischen dem Ganzen und den Teilen eines Kunstwerkes zu erklären. Aber auch die strukturell-funktionalen Modelle der Natur- und Gesellschaftswissenschaften greifen regelmäßig auf die besagte Formel zurück: Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile.

Der aristotelische Originaltext vermittelt diese Idee auf eine sehr viel anschaulichere Art und Weise:

Dasjenige, was so zusammengesetzt ist, dass das Ganze eines ist, nicht wie ein Haufen, sondern wie eine Silbe, ist nicht nur seine Elemente. Die Silbe nämlich ist nicht einerlei mit ihren Elementen (Buchstaben), *ba* nicht einerlei mit *b* und *a*, ebenso wenig Fleisch mit Feuer und Erde.¹

Mit ausdrücklichem Bezug auf das körperliche und sprachliche Wesen des Menschen beschreibt Aristoteles ein Phänomen, das im Rahmen des individuellen Kunstwerks als Bedeutungsüberschuss gewertet und im Allgemeinen der kreativen Spannung zwischen Form und Inhalt zugeschrieben wird, wobei immer wieder neue Interpretationsmethoden zur Begründung dienen.

Der vorliegende Versuch, kreatives Handeln vor dem Hintergrund interaktiver Zeichenprozesse zu erfassen, erhebt nicht den Anspruch, die versteckte Logik in Aristoteles' Gleichung aufzudecken. In einem ersten Schritt geht es vor allem darum, die gemeinsamen Voraussetzungen individuellen und kollektiven Schöpfer-tums zu bestimmen. Im nächsten Schritt wird der Fokus von der theoretischen auf die praktische Ebene synergetischer Kunstproduktion verlegt, um die Vorstellung von einem selbstidentischen Subjekt im engen cartesianischen Sinne zu lockern und unter Einbeziehung performativer Kunstprozesse zu erweitern. Dieser Ansatz ist insofern neu, als er sich auf Allgemeingültigkeit beanspruchende Synergiekonzepte beruft. Unverkennbar stellen derartige Konzepte besonders im akademischen Denken des anglo-amerikanischen Raumes seit 1900 eine Grundlage für Typologien evolutionärer Entwicklung in allen Bereichen von Natur und Gesellschaft dar.

Der Enthusiasmus über die Entdeckung, genau genommen die Wiederentdeckung synergetischer Phänomene wird in der folgenden Äußerung des amerikanischen Botanikers, Paläontologen und Soziologen Lester Frank Ward (1841–1913) deutlich: Er bezeichnet Synergie als ein „universelles Prinzip [...], welches in jedem Gebiet der Natur und auf jeder Stufe der Entwicklung tätig, welches konservativ,

1 Aristoteles: *Metaphysik. Philosophische Schriften in sechs Bänden*, übers. von Hermann Bonitz, bearb. von Horst Seidl, Bd. 5, Hamburg: Felix Meiner 1995, 1041b10.

schöpferisch und konstruktiv ist“². Nach Ward erinnern die wesentlichen Leistungen von Synergie nicht ohne Grund an die konservierende Funktion der *Mimesis*, die konstruktive Funktion der *Deixis* und die kreative Funktion der *Poiesis*. Die drei mit *Mimesis*, *Deixis* sowie *Poiesis* korrespondierenden Modi des Ausdrucks und der Darstellung finden bei Ward – anders als in antiken Konzepten, die auf verschiedene menschliche Fähigkeiten referieren – ihren gemeinsamen Nenner in seiner Definition von Synergie als „treffendste[r] Ausdruck für [den] zweifachen Charakter der Energie und Gegenseitigkeit, oder das organische und systematische Zusammenwirken der antithetischen Kräfte der Natur.“³ Besondere Aufmerksamkeit gilt demnach dem Interagieren und Ausbalancieren körperlicher Vorgänge.

Der Paradigmenwechsel in der Moderne

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts erfährt das antike Konzept der Synergie eine bemerkenswerte Erneuerung, indem es den Grundstein für eine globale Theorie von Kultur und Gesellschaft legt. Auffällig ist eine Parallelentwicklung im Bereich der Kunst, die allerdings, zumindest in der theoretischen Diskussion, nicht direkt auf das Synergiekonzept Bezug nimmt. Die moderne Krise des Identitätsbegriffs führt zu einem Bruch mit den herrschenden ästhetischen Normen. Auch die holistische Vorstellung vom Kunstwerk als einer in sich abgeschlossenen, vollendeten Totalität gerät in die Kritik. Aus der Beschäftigung der künstlerischen Avantgarde-Bewegungen mit medienästhetischen Fragen entsteht eine experimentelle Praxis, die sich den Bedingungen der Wahrnehmung, der Kommunikation und des Handelns zuwendet. Anstelle altbewährter Raster dienen neue Modi der Begegnung mit Alterität dazu, die Erfahrung von Entfremdung durch Aneignung zu entschärfen. Die Faszination für das Andersartige äußert sich als Aufwertung nicht-okzidentaler Kulturen, als Zuwendung zur eigenen Körperlichkeit und als wachsendes Interesse für kollektive Formen künstlerischen Schaffens. Ein treffendes Beispiel ist hier die Ablösung des psychologisierenden Dramas und des bürgerlichen Schauspiels durch ein körperbetontes, gestisches Theater. Von diesem Wandel zeugen auch die verschiedenen Werke der bildenden Kunst, die den Fokus auf die Räumlichkeit des Körpers, seine Materialität und seine Ausdruckskraft richten. Die Missachtung restriktiver Kompositions- und Harmonieregeln zugunsten unerwarteter Kombinationen und Klangfiguren findet ein weiteres Echo in der Musik. Am augenscheinlichsten sind

2 Lester Frank Ward: *Reine Soziologie. Eine Abhandlung über den Ursprung und die spontane Entwicklung der Gesellschaft*, übers. von J. V. Unger, Innsbruck: Verlag der Wagner'schen Universitäts-Buchhandlung 1907, S. 214. Im englischen Original: „[...] universal principle, operating in every department of nature and at every stage in evolution, which is conservative, creative, and constructive.“ Lester Frank Ward: *Pure Sociology: A Treatise on the Origin and Spontaneous Development of Society*, New York, NY: The Macmillan Company 1903, S. 171.

3 Lester Frank Ward: *Reine Soziologie* (Anm. 2), S. 214 f.: „[...] as the term best adapted to express its twofold character of energy and mutuality, or the systematic and organic working together of the antithetical forces of nature.“ Lester Frank Ward: *Pure Sociology* (Anm. 2), S. 171.

solche Erneuerungsversuche jedoch in den experimentellen Formen der modernen Choreographie und des modernen Bühnentanzes. In diesem Medium scheint es am ehesten möglich, die Distanz zwischen Signifikant und Signifikat zu überbrücken, ohne gleichzeitig den Eindruck einer falschen Totalität zu erwecken.

Für die wichtigsten Vertreter der literarischen Moderne in Frankreich und Deutschland ersetzt der Tanz daher frühere Paradigmen künstlerischen Schaffens, die zunächst an der Malerei und der Bildhauerkunst, später auch an der Musik ausgerichtet waren. Dichtern wie Stéphane Mallarmé, Paul Valéry, Rainer Maria Rilke oder Hugo von Hofmannsthal gilt die wortlose Selbstinszenierung des Körpers im Tanz als Vorbild einer niemals zum Stillstand kommenden Sinngebung. Das auf dem Auseinanderklaffen von Zeichen und Wirklichkeit beruhende Sinndefizit scheint durch die Entfaltung des Bewegungssinns, durch kinästhetische wie synergetische Abläufe überbrückt. Diese Erwartung stimmt mit einem Satz in Mallarmés Schrift *Ballets* überein, der die Bewegungen einer Tänzerin sprachlich nachvollzieht und sie in ein poetologisches Programm übersetzt: „alors, par un commerce dont paraît son sourire verser le secret, sans tarder elle te livre le voile dernier qui toujours reste, la nudité de tes concepts et silencieusement écrira ta vision à la façon d’un Signe, qu’elle est.“⁴

Indem der Tanz den ästhetischen Schein von Unmittelbarkeit, Lebendigkeit und Allgemeinheit weckt, könnte er sich im Vergleich zu jeder anderen Form diskursiven Denkens als geeigneteres Mittel des Strebens nach organischen Formen der Erkenntnis und der Bedeutung erweisen. Seit den Anfängen der Zivilisation stellt der Tanz eine der ursprünglichsten Formen der Auseinandersetzung mit der physischen Realität und eine im Ritual verankerte Demonstration zeichenschaffender Interaktionsprozesse dar. Er eröffnet der Sinngebung einen sprachlosen Raum, wo der Einzelne in mimetische Berührung mit seiner Umwelt tritt und mit gestischen Ausdrucksmitteln die Grundlage für deiktische Prozesse und einen gemeinsamen Referenzrahmen für Bedeutungszuweisungen schafft. Die Fähigkeit, seinen subjektiven Standort mittels der Bezugnahme auf sein Gegenüber zu bestimmen, ist nach Edmund Husserl oder Karl Bühler die Voraussetzung für das Sprachvermögen und die Konstitution von Subjektivität. Karl Bühlers Unterscheidung zwischen egozentrischen und topomnestischen Modi der *Deixis* erlaubt uns, die Strukturen sozialer Interaktion innerhalb eines gemeinsamen Rahmens räumlicher, auf den eigenen sensorischen Erfahrungen basierender Referenzen zu begreifen. Die körperliche Raumerfahrung ermöglicht einen Standortwechsel, der die eigene Existenz und die Existenz des Anderen aus einem neuen Blickwinkel betrachten lässt. Angesichts der Interdependenz von Subjektivität, deiktischer Umsetzung und mimetischer Aneignung des Raumes erscheint es unumgänglich, psychische Para-

⁴ Stéphane Mallarmé: „Ballets“, in: *Kritische Schriften. Französisch und Deutsch*, hg. von Gerhard Goebel/Bettina Rommel, übers. von Gerhard Goebel unter Mitarbeit von Christine Le Gal, Geringen: Lambert Schneider 1998, S. 168–179, hier S. 178. „[A]ugenblicklich, in einem stillen Einvernehmen, dessen Geheimnis ihr Lächeln zu verströmen scheint, enthüllt sie dir durch den letzten, nicht zu lüftenden Schleier hindurch die Nacktheit deiner Begriffe und wird wortlos deine Vision in der Gestalt eines Zeichens schreiben, das sie ist.“ Übers. Gabriele Fois-Kaschel.

meter wie Introspektion und Projektion eigener Gefühle auf Andere durch körperbezogene Parameter zu vervollständigen. Eine Voraussetzung dafür, dass die Menschen lernen, einander zu verstehen und mögliche Synergien zu ergründen, liegt im Bestreben, die Bedeutung eines Zeichens im Kontext des Handelns zu verorten.

Analog zu Bühler, der die körperlichen Substrate der Wahrnehmung und Selbsterkenntnis in seiner *Sprachtheorie*⁵ beleuchtet, entwickelt Husserl in seiner Phänomenologie der Intersubjektivität⁶ die Vorstellung von einer wechselseitigen Empathie zwischen dem Ego und dem Alter Ego. Aufgrund ihrer leiblichen Beschaffenheit gehören beide, Ego und Alter Ego, zu einer bestimmten, gemeinsamen Lebenswelt, in deren vorthoretischen, alltäglichen Erfahrungen auch die Intersubjektivität von Bedeutung ihren Ursprung hat. Die primordiale Sphäre des Eigenen schafft somit den Rahmen für die Begegnung mit dem fremden Körper. Dort, wo die singulären Existenzen miteinander verschmelzen, setzt der Prozess der Erfahrung von Gleichheit und Unterschiedenheit ein. Die durch ein starkes Gemeinschaftsgefühl geprägten körperlichen Subjekte tragen wesentlich zum Gelingen intersubjektiven Verstehens und synergetischer Kommunikation bei.

Die Ästhetik von *Mimesis* und Tanz

Ohne direkten Zusammenhang mit dem zeitgenössischen Konzept der Intersubjektivität und sehr viel früher als Husserls Phänomenologie und Bühlers *Sprachtheorie* nimmt mimetisches Handeln in der griechischen Philosophie, allen voran in Aristoteles' *Poetik*, einen besonderen Status ein. Die Etymologie des Wortes *Mimesis* ist in dieser Hinsicht lehrreich. Aristoteles' Auffassung von *Mimesis* fußt auf einer gestischen und choreographischen Praxis, die auf Riten zurückgeht. Den *mimoi* oder Mimen fällt die Rolle zu, durch den Einsatz ihres eigenen Körpers außerhalb der symbolischen Ordnung der artikulierten Rede liegende Erscheinungen zu vergegenwärtigen. Aus der Einlösung dieser Erwartung erfolgt die Übersetzung ihrer physischen Präsenz in Zeichen und Figuren der Realität. Unmittelbares, noch ungeformtes Dasein offenbart sich als Artefakt im doppelten Sinne von künstlichem und künstlerischem Ereignis.

Bereits anhand der Begriffsgeschichte von *Mimesis* wird der Zusammenhang zwischen Körpersemiotik und künstlerischem Schaffen, zwischen nicht-konzeptueller Wahrnehmung, geistiger Tätigkeit und Aneignung der Gegenstände der Natur deutlich. Aristoteles versteht *Mimesis* als schöpferische Nachahmung von produktiven, dynamischen und aktiven Naturprozessen. *Mimesis* rückt ins Zentrum seiner in der *Poetik* ausformulierten Kunsttheorie, die das Thema Schönheit noch weitgehend ausklammert. Schon Platon hielt Kunst und Schönheit von Beginn an für unvereinbar, insofern er Schönheit mit der menschlichen Gestalt und übersinnli-

5 Karl Bühler: *Sprachtheorie*, Jena: Fischer 1934; repr. Stuttgart/New York, NY: Gustav Fischer 1982.

6 Edmund Husserl: *Husserliana I. Cartesianische Meditationen und Vorträge*, hg. von Stephan Strasser, Den Haag: Martinus Nijhoff 1973.

chen Ideen verknüpfte, Kunst hingegen als defizitären Modus menschlicher Tätigkeit, einen Fall von Täuschung, weit von der Wahrheit entfernt, betrachtete.

Körperliche Präsenz sowie die sensorischen, kognitiven und physischen Fähigkeiten des Individuums stellen die wesentlichen Charakteristika dieser unterschiedlichen Auffassungen von *Mimesis* dar. In den Kunsttheorien der auf die Antike folgenden Jahrhunderte verschwindet die Vorstellung von der performativen Natur menschlichen Handelns, in eins gesetzt mit lebender Materie, fast vollständig aus dem Blickfeld. Stattdessen gilt bis zur Epoche der Frühaufklärung eine Nachahmungsästhetik, deren normativer Charakter wenig Spielraum für neue künstlerische Ausdrucksformen bietet. Einen Wendepunkt stellen die kunsttheoretischen Betrachtungen von Johann Joachim Winckelmann in seiner viel beachteten Schrift von 1755, *Gedanken über die Nachahmung der griechischen Werke in der Malerei und Bildhauerkunst* dar. Das Thema gab oft Anlass zu kontroversen Auseinandersetzungen, zuallererst im Jahre 1766 in Gotthold Ephraim Lessings Abhandlung *Laokoon oder über die Grenzen der Mahlerey und Poesie*. Lessings Antwort ist nicht nur als wichtiger Beitrag zur Zeichentheorie der Kunst und zur modernen Medienästhetik zu werten, sondern vor allem als ein Versuch, die statischen mit den dynamischen Kunstmitteln zu vereinbaren. Das Dilemma, wie die räumliche Existenz eines Körpers mit sprachlichen Mitteln und seine Existenz in der Zeit durch ikonische Repräsentation nachvollzogen werden können, vermag er zwar nicht zu lösen, doch immerhin auf eine schlüssige Formel zu bringen: „Reiz ist Schönheit in Bewegung, und eben darum dem Maler weniger bequem als dem Dichter.“⁷ Lessings ästhetisches Konzept rehabilitiert die menschliche Physis als Trägerin transzendierender dynamischer Kräfte und Tendenzen. Vermutlich ist es kein purer Zufall, dass Lessing sich mit dem Ballett und der Übersetzung von Jean Georges Noverres Schriften befasste. Noverre (1727–1810) war ein französischer Tänzer und Choreograph, dessen *Lettres sur la danse et sur les ballets* (1760, *Briefe über die Tanzkunst*) den Kunstanz jener Zeit entscheidend beeinflussten. Allerdings finden sich in Lessings Schriften über Poetik und Dramentheorie keine expliziten Hinweise auf den Tanz. Das änderte sich erst mit späteren Schlüsseltexten zum Paradigmenwechsel in der Kunst, so mit Heinrich von Kleists erstmals im Jahre 1810 veröffentlichtem Essay *Über das Marionettentheater* oder Friedrich Nietzsches Abhandlung *Die Geburt der Tragödie aus dem Geiste der Musik* von 1872.

Den Rahmen von Kleists Essay *Über das Marionettentheater* bildet die fiktive Unterhaltung zwischen einem Operntänzer und einem anonymen Ich-Erzähler. Die beiden Gesprächspartner versuchen anhand verschiedener Episoden aus ihrem Leben, sich über das Verhältnis von natürlicher Grazie und bewusstem Verhalten Klarheit zu verschaffen. Anders als Lessings medienästhetischer Gedankengang legen Kleists szenische Erläuterungen anschaulich dar, dass bewusstes Nachahmen unvermeidlich zum Verlust des Reizes führt, der körperlich-sinnlichen Erfahrungen innewohnt. Ein Gegenmodell zu subjektzentrierten Kunst- und Ausdrucksmitteln bietet das Marionettentheater deshalb, weil es der Instrumentalisierung der

7 Gotthold Ephraim Lessing: „Laokoon oder über die Grenzen der Mahlerey und Poesie“ (1766), in: ders.: *Gesammelte Werke*, Bd. 5, Berlin/Weimar: Aufbau-Verlag ²1968, S. 5–375, hier S. 158.

Natur objektive Grenzen setzt. Dieses instrumentelle Verhältnis zur Natur äußert sich in der Unterwerfung und Ausbeutung der Natur für menschliche Zwecke und schließt somit alternative Wege der Wahrheitsfindung und menschlichen Selbstverwirklichung aus. Anders die Marionette, die ohne Zutun des Bewusstseins dem körperlichen Ausdruck freies Spiel lässt. Solchen Mustern einer körperlich nachvollziehbaren, synergetischen Form der Mitteilung und Erkenntnis soll auch der Tänzer, der nach Vervollkommnung seiner Kunst strebt, nacheifern. Immer wieder ist er nämlich das Opfer einer Selbsttäuschung, wenn er den Impuls zur Bewegung und die Steuerung des Impulses im Bewusstsein verankert glaubt. Die synergetische Interaktion zwischen Puppenspieler und Marionette zeigt hingegen auf einfache und sehr wirksame Art und Weise, wie Kunst entsteht.

Die Schrift *Die Geburt der Tragödie aus dem Geiste der Musik* vertieft die Frage nach den Voraussetzungen der Kunst im Allgemeinen, der dramatischen Kunst im Besonderen. Nietzsche geht in der Annäherung von Kunst- und Daseinsformen einen Schritt weiter als Lessing und Kleist, indem er im Rahmen einer ästhetischen Welterfahrung die Unterscheidung von Schein und Wahrheit aufgibt, „denn nur als ästhetisches Phänomen ist [...] die Welt ewig gerechtfertigt.“⁸ Nietzsche, dessen Überlegungen auch über die von der historischen Avantgarde um die Jahrhundertwende ausdrücklich geforderte Gleichstellung von Kunst und Lebenspraktiken hinausreichen, erklärt Kunst zum Medium der Begegnung mit dem Abgründigen der menschlichen Existenz. Zwei antagonistische Kräfte, das Apollinische und das Dionysische, die als Kunsttriebe der Natur auch ohne die Vermittlung durch den Künstler wirksam werden, ebnen den Pfad zu einem Wissen jenseits menschlicher Vernunft und Logik. Der Künstler bringt diese Kräfte zur Übereinstimmung, indem er dem dionysischen Antrieb zu regellosem und selbstvergesenem Handeln das gleiche Gewicht wie dem apollinischen Drang nach Gestaltung zumisst. Im Ergebnis zielt Nachahmung der Natur einerseits auf den Entwurf einer subjektiven Traumwirklichkeit ab, andererseits auf die Erzeugung eines rauschhaften Zustands maßlosen Begehrens. Bekanntlich erhoffte sich Nietzsche anfangs eine Erneuerung dieser Erfahrung durch Wagners Oper als exemplarischer Verwirklichung der Idee vom Gesamtkunstwerk. Er vernachlässigte es daher, nochmals ausdrücklich deren Ursprung im Dionysos-Kult und in den dionysischen Tänzen hervorzuheben. Synergetisches Miteinander im Tanz, Tanz als höhere Form der Verständigung und Mittel einer ästhetischen Transformation des Menschen sind die Grundthemen der folgenden Passage aus der *Geburt der Tragödie*:

Singend und tanzend äußert sich der Mensch als Mitglied einer höheren Gemeinsamkeit: Er hat das Gehen und das Sprechen verlernt und ist auf dem Wege, tanzend in die Lüfte emporzufliegen [...]. Der Mensch ist nicht mehr Künstler, er ist Kunstwerk geworden: die Kunstgewalt der ganzen Natur, zur höchsten Wonnebefriedigung des Ur-Einen, offenbart sich hier unter den Schauern des Rausches.⁹

8 Friedrich Nietzsche: „Die Geburt der Tragödie“, in: ders.: *Kritische Gesamtausgabe*, hg. von Giorgio Colli/Mazzino Montinari, III/1, Berlin: de Gruyter 1973, S. 4–152, hier S. 43.

9 Ebd., S. 26.

Dieses Zitat ist nur ein Beispiel für zahlreiche Anspielungen auf den Tanz. Man könnte versucht sein, dieses Leitmotiv auf einen figurativen, metaphorischen Gebrauch zurückzuführen, der die nonverbalen Muster menschlicher Interaktion zum Gegenstand hätte. Wie auch immer, wenn Nietzsche dazu auffordert, „mit der Feder“ zu tanzen, übermittelt er eine Botschaft, die sich als eine der bedeutendsten Leitideen für die Schreib- und Denkverfahren in der Moderne herausstellen sollte. Er versucht zu zeigen, dass im Moment der Selbstaufgabe die Empfänglichkeit für das synergetische Potenzial in jeder Person und in der Natur wächst. Solange dieses Potenzial keinen äußeren Zwecken untergeordnet wird, eröffnet es Perspektiven für kollektives Handeln und herrschaftsfreies Zusammenleben.

Kollektive Formen der Interaktion und synergetische Handlungsmodelle sind gemeinsame Merkmale der meisten modernen Kunstströmungen, die nach Alternativen zum holistischen Konzept der bürgerlichen Kunst suchten. Denkt man an die historische Avantgarde des frühen 20. Jahrhunderts – an Bewegungen wie den Expressionismus, den Dadaismus und den Surrealismus –, so wird augenfällig, dass der Geniekult dem Ideal kollektiver Erfindungsgabe und kollektiver Schaffenskraft weichen musste. Ein breites Spektrum von Ismen war dazu angelegt, die Ausschaltung der Subjektivität des Künstlers aufzuwiegen. Anstelle einer solipsistischen Einstellung, jenseits von Ego und Selbst, beansprucht das Kunstwerk nunmehr die Mischung und Verschmelzung individueller Energien mit gemeinschaftlichen Bestrebungen. Parallel zu solchen künstlerischen Entwürfen entwickelt sich ein geteiltes Interesse an nichtwestlichen Kulturen, von denen man sich einen neuen Blickwinkel auf die Verbindungen zwischen lebenspraktischen Erfahrungen, performativen Kompetenzen und künstlerischen Darstellungsmitteln versprach. Rituellen Traditionen des Tanzes und moderne choreographische Kompositionen avancierten zu zentralen künstlerischen Leitbildern, die maßgeblich an der Entwicklung neuer Kunstformen beteiligt waren.

In den Tanz- und Ballettproduktionen jener Zeit sind die Beispiele für die Begeisterung und Hingabe, mit der die Entwicklung neuer Ausdrucksformen vorangetrieben wurde, so vielfältig, dass sie kaum auf einen gemeinsamen Nenner zu bringen sind. Der Grund dafür, dass Loïe Fuller, Isadora Duncan, Ruth St. Denis und Vaslav Nijinski innerhalb dieser neuen Generation von Tänzern, die für ihre bahnbrechenden Choreographien und ihre Virtuosität als Solisten oder Ensemblemitglieder berühmt geworden sind, eine herausragende Stellung einnehmen, liegt in den panegyrischen Texten, die zeitgenössische Schriftsteller über ihre Auftritte verfasst haben. Ebenso wichtig war der Einfluss der modernen Ausdruckstanzbewegung in Deutschland. Mary Wigman trug als eine ihrer prominentesten Begründerinnen wesentlich zur wachsenden Popularität des Tanzes bei. Dies erklärt sich aus dem historischen Hintergrund der darstellenden Künste, insbesondere der Tanzaufführungen, die als Ankündigung der Ära einer neuen Art von Menschen gedeutet wurden. Im Gegensatz zu den Expressionisten, die bei ihrer Suche nach den primären Ressourcen menschlicher Energie und deren Übertragung mittels verschiedener Zeichensysteme vor allem ihr persönliches Engagement und ihre individuelle Kreativität unter Beweis stellten, konzentrierten sich Wigmans Bemü-

hungen auf die Entdeckung einer unverfälschten, ursprünglichen Körpersprache. Mit der Absicht, die Vorzüge einer kollektiven Vorgehensweise gegenüber individualistischen Beweggründen deutlich zu machen, nutzte sie den Tanz zur Erprobung von ungewohnten ästhetischen Dispositiven des Handelns, des Da- und Miteinanderseins. Für die Herausforderungen der Moderne war Wigmans Karriere als Tänzerin in vielerlei Hinsicht von höchster Symbolkraft. Hierfür war zweifellos der enge Zusammenhang mit der Vision einer allgemeinen Lebensreform auf der Grundlage von Körperkultur und vortheoretischem, gegenseitigem Verstehen ausschlaggebend. Die Ablehnung der modernen, urbanen Zivilisation, die im Zwiespalt mit der Natur steht, ging mit der Forderung einher, Kunst in der Alltagserfahrung zu verankern.

Eine Antwort auf diesen Zustand der Entfremdung war die Gründung von Gartenstädten wie Hellerau und von Künstlerkolonien wie Monte Verità, die nach dem Modell utopischer Gemeinschaften funktionierten. Dieser gegenkulturellen Szene von Künstlern, Intellektuellen, Revolutionären und Mystikern, die mit dem Ziel zusammen lebten und arbeiteten, eine bessere Welt für die Menschen zu schaffen, schloss sich bald auch Wigman an. In wenigen Jahren stieg sie zu einer der führenden Persönlichkeiten dieser Künstlerbewegung auf. Ihr ganzes Leben pflegte sie engen Kontakt zu verschiedenen bekannten expressionistischen Malern und Dichtern, deren künstlerische Zielsetzungen ihr näher lagen als die der Dadaisten. Die destruktive Haltung der Dadaisten gegenüber der bürgerlichen Kultur und Kunst passte nicht zu ihrem philosophischen Tanzdiskurs.

Im Hinblick auf kollektive Aufführungspraktiken waren es zweifellos die Dadaisten, die mit als erste die kreative Kraft synergetischer Interaktion für sich entdeckten. Ihr Misstrauen gegenüber Logik und Rationalität äußerte sich besonders deutlich im Misstrauen gegenüber der Sprache. Für die Surrealisten, deren Programm auf analogen Prinzipien beruhte, rückte die wort- und sprachschöpferische Macht des unbewussten Begehrens und der Triebe in den Vordergrund, während ihnen die Erforschung von körperlicher Beredsamkeit, von Körpersprache und anderen Mitteln spontanen Ausdrucks weniger dringlich erschien. Sie setzten auf die Entwicklung von Verfahren wie das automatische Schreiben (*écriture automatique*) und das automatische Zeichnen, auch bekannt als ‚vorzügliche Leiche‘ (*cadavre exquis*), und kehrten somit in der Überzeugung, kollektives Handeln würde den kreativen Prozess fördern, schließlich doch wieder zu Stift und Papier zurück.

Andere, eher einzelgängerische Künstler schließen sich zwar aus derartigen gruppenspezifischen Aktionen und Experimenten aus, doch gilt auch deren besondere Aufmerksamkeit körperbezogenen, noch unverbrauchten künstlerischen Ausdrucksformen als Richtschnur für eine Ästhetik des Lebendigen und der Bewegung. Von Mallarmés poetologischen Betrachtungen über Choreographie und darstellende Kunst war bereits die Rede; Valéry verfolgt in seinen ästhetischen Essays und in seiner Schrift *L'Âme et la Danse* (1925, *Die Seele und der Tanz*) ähnliche Gedankengänge. Kaum drei Jahre nach der Erstausgabe von Valérys philosophischem Gedicht verfasst Rilke eine deutsche Version dieses Textes, der sich mit der Erkenntnis der ersehnten, doch schwer zu fassenden Transzendenz der dem Subjekt

eignenden Körperlichkeit beschäftigt. Im Gegensatz zur Rede umfasst Tanz das Wesen als Ganzes in seiner Ereignishaftigkeit: „Et le corps qui est ce qui est, le voici qui ne peut plus se contenir dans l'étendue! Où se mettre? Où devenir? Cet *Un* veut jouer à *Tout*. Il veut jouer à l'universalité de l'âme. Il veut remédier à son identité par le nombre de ses actes. Etant chose, il éclate en événements.“¹⁰ Unter den deutschsprachigen Schriftstellern der Moderne, die sich in ihren literarischen und poetologischen Texten mit nichteuropäischen Tanztraditionen sowie zeitgenössischer Choreographie beschäftigen, ist neben Rilke insbesondere Hofmannsthal zu erwähnen.

Angesichts der Einsicht, dass Sinnschöpfung sich der Sphäre des Subjekts und dessen egozentrischem Zugriff auf die künstlerischen Gestaltungsmittel entzieht, stellen die verschiedenen Körperkünste einen möglichen Ausweg dar, um den Verlust des Subjekts durch performative und interaktive Strategien auszugleichen. Letzten Endes führt der Tanz dann doch noch zur Rettung einer jahrhundertlang gültigen und von der Moderne verworfenen Nachahmungsästhetik. Indem er *in praxi* Natur als schöpferische Kraft entfaltet, löst der Tanz den Anspruch der *Mimesis* besser ein als andere Abbildungsmedien, die Objekte durch Zeichen ersetzen. Mittels körperlicher *Deixis* werden die Tänzer zu choreographischen Zeichen in Raum und Zeit, die als ästhetische Substrate der menschlichen Physis gedeutet werden können. Ähnlich verfährt auch der Dichter, wenn er das arbiträre Verhältnis der sprachlichen Zeichen und ihrer natürlichen Objekte in eine notwendige Beziehung zu verwandeln sucht. Für den Dichter stellt der Tanz daher ein neues Paradigma einer nicht-begrifflichen, gleichwohl zeichenhaften Aneignung von Natur dar. Im sprachlichen Kunstwerk verlagert sich die künstlerische Aufmerksamkeit von den referentiell-semantischen Komponenten auf die sinnlich-materiellen Aspekte der Sprache. Die Bedeutung der sprachlichen Zeichen leitet sich aus deren Referenz auf außersprachliche Tatbestände her. Zu diesen Tatbeständen zählen nun auch die sprachlich konfigurierten Zeichenobjekte, die sich von den auf sie Bezug nehmenden sprachlichen Zeichen äußerlich nicht unterscheiden. Als vorrangiges Ziel eines solchen Vorgehens erreicht Sprache die gleiche Stimmigkeit, die auch den tänzerischen Vorgang charakterisiert. Beim Hervorbringen des Kunstwerkes, ob durch sprachliche oder körperliche Gesten, werden synergetische Kräfte offengelegt, deren Wirkungsweise die Zwecke schöpferischen Handelns übersteigt. *Poeisis* bietet eine gute Beschreibung dieses Prozesses, bei dem das Vorgehen keine geringere Rolle spielt als sein Zweck. Die Sinnhaftigkeit der *Poeisis* tritt in zweckgerichteten Handlungen ebenso zutage wie im konkreten und akuten Vollzug von

10 Paul Valéry: „L'Âme et la Danse“, in: ders.: *Œuvres*, hg. von Jean Hytier, II, Paris: Gallimard 1960, S. 148–176, hier S. 171 f. „Und der Körper, der das ist, was ist, auf einmal kann er sich nicht mehr halten im Raum! – Wohin sich werfen? – Wo werden? – Dieses Eine versucht das Spiel, Alles zu sein. Es will es spielend der Allgegenwärtigkeit der Seele gleich tun! Es sucht eine Abhilfe gegen sein Sich-selbst-gleich-sein durch die Zahl seiner Akte! Das Ding, das es ist, bricht aus in Ereignisse!“ Paul Valéry: „Die Seele und der Tanz“, in: ders.: *Gedichte. Die Seele und der Tanz. Eupalinus oder Der Architekt* (1927), übers. von Rainer Maria Rilke, Frankfurt a. M.: Rowohlt 1962, S. 81–100, hier S. 97.

Körperfiguren, deren Bedeutung durch die Herausbildung einer ‚Gestalt‘, eines kohärenten Ganzen aus körperlichen Stimuli, synergetischen Erfahrungen und psychischen Regulationsmechanismen, zunehmend sichtbar wird. Ein Wendepunkt im ästhetischen Diskurs der Moderne wird dadurch erreicht, dass die Auffassung vom Kunstwerk als einer symbolischen Konstruktion des menschlichen Geistes dem Konzept der Gestaltkomposition weicht. Geht es darum, über die psychologischen Interpretationsansätze hinauszukommen, dann dürfen die organischen Ressourcen menschlicher Kreativität nicht länger unberücksichtigt bleiben. Das Konzept der ‚Gestalt‘ zeigt uns, wie Bedeutung am Ort ihrer Hervorbringung entsteht, nämlich nicht so sehr als Folge persönlicher, unregelmäßiger und willkürlicher Eingriffe, sondern als Abfolge von gestischen und mentalen Ereignissen.

Die Geburt neuer Gebärden aus dem Geist der Synergie

Der Rückgriff auf die antike Auffassung von *Mimesis*, *Deixis* und *Poiesis* hat sich in mehrfacher Hinsicht bewährt. Gleichzeitig mit den begrifflichen Grundlagen für die Entwicklung einer Theorie des synergetischen Kunstschaffens konnte auch die Funktion der diesen Begriffen entsprechenden Verhaltens- und Aktionsmuster im Kontext von nonverbaler Kommunikation und darstellender Kunst geklärt werden. Identitätsverlust, Entfremdung, Orientierungslosigkeit und die Einebnung der Unterschiede sind die fatalen Folgen des modernen Lebens und der instrumentellen Rationalität. Die künstlerische Avantgarde eignet sich diese Erfahrungen an und funktioniert sie mit der Absicht um, auf diesem Wege den Zugang zu alternativen Kommunikationsformen freizulegen. Angesichts der Kombination unterschiedlichster Kunstpraktiken und Zeichensysteme droht das Primat der sprachlichen Abbildung von Wirklichkeit im Vergleich zu früheren Epochen ins Hintertreffen zu geraten. Das Ideal des Ganzen, eng verbunden mit der Leibnizschen Vorstellung der fensterlosen, in sich verschlossenen Monade, macht dem Konzept eines mobilen, immer wieder neu ins Leben gerufenen Kunstwerks Platz. Kollektives Experimentieren, synergetisches Handeln und körperbezogenes Gestalten erschließen einen verschütteten Erfahrungsraum, wo aus dem körperlichen Umgang miteinander und der Koordination von Bewegungsabläufen ästhetisches Bewusstsein und sinnliche Erkenntnis entstehen. So sucht und findet Rilke in der sprachlosen Verständigung von Körpern, in archaischen Ritualen so gut wie in modernen, performativen Vorgehensweisen die vitalen Bestandteile dynamischer Zeichenprozesse: „die Gebärden der Urgötter, die Schönheit und Geschmeidigkeit der Tiere, den Taumel alter Tänze und die Bewegungen vergessener Gottesdienste seltsam verbunden mit den neuen Gebärden, die entstanden waren in langer Zeit, während welcher die Kunst abgewendet war und allen diesen Offenbarungen blind.“¹¹ Im Streben nach Ausdruck ruft der Künstler das körperliche Wissen ab,

11 Rainer Maria Rilke: „Auguste Rodin“ (1903), in: ders.: *Werke*, Bd. V, Frankfurt a. M.: Insel 1987, S. 135–201, hier S. 171.

das sowohl Sprache als auch alltäglich gelebte Realität durchzieht. Die Offenlegung neuer Gebärden unterstreicht den paradigmatischen Charakter des Tanzes für die abendländische Kunsttradition seit der Antike bis in die Moderne. Im Vorgriff auf die Zukunft, über alle kulturellen Differenzen und sprachlichen Hürden hinweg, bereitet synergetisches Kunstschaffen den Weg für gegenseitiges Verstehen und die Versöhnung mit der Natur.

Aus dem Englischen von Hanna Leister

KLAUS MAINZER

Energie und Katalyse

Zu Wilhelm Ostwalds Naturphilosophie¹

Energie und Katalyse sind Schlüsselbegriffe zum Werk von Wilhelm Ostwald.² Seine Naturphilosophie nannte er selber „Energetik“.³ Für seinen Katalysebegriff erhielt er den Chemie-Nobelpreis. Nach ersten Vorlesungen in Leipzig über Naturphilosophie erschien 1908 sein Werk *Grundriss der Naturphilosophie*, in dem er ein modernes Konzept der Naturphilosophie im Rahmen der Naturwissenschaft entwirft. So heißt es bezeichnenderweise in der Einleitung:

Es ist [...] die Naturphilosophie der allgemeinste Teil der Naturwissenschaft. [...] Seit die Wissenschaft besteht, hat es einen gewissen Betrag solcher allgemeinen Gesetze gegeben, die zwar in Form und Ausdruck vielfach geteilt und bezüglich der Grenzen ihrer Geltung vielfach berichtigt worden sind, die aber dennoch ihren wesentlichen Bestand beibehalten haben. [...] Das Netz dieser Beziehungen erweitert und vermannigfaltigt sich unaufhörlich, seine Hauptzüge bleiben bestehen.⁴

Im Folgenden wird dieses Programm geprüft, und Ostwalds allgemeine Gesetze sowie Prinzipien werden mit heutigen Weiterentwicklungen konfrontiert. Dabei zeigt sich, dass seine naturphilosophischen Konzepte von großer Aktualität sind. Ich beginne mit den Prinzipien der Erhaltung der Energie und des Verbrauchs freier Energie, also dem ersten und zweiten Hauptsatz der Thermodynamik, die inzwischen von der Gleichgewichts- zur Nichtgleichgewichts-Thermodynamik weiterentwickelt wurde. Im Anschluss an eine knappe Rekapitulation dieser Entwicklungen beschreibt der Abschnitt „Von der Katalyse zu Autokatalyse und Selbstregulation“ den *Übergang von der Chemie zur Biologie*. Die Abschnitte „Energetik und Selbstregulation des Lebens“, „Energetik und Selbstregulation des Geistes“ sowie „Energetik und Selbstregulation in Technik und Gesellschaft“ beziehen

1 Text überarbeitet nach einem Vortrag, gehalten am 26.11.2004 im Rahmen des Wilhelm-Ostwald-Symposiums 2004 der Berlin-Brandenburgischen, der Sächsischen, der Lettischen und der Estnischen Akademie der Wissenschaften, abgedruckt in: *Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen e. V.* 11 (2006) 2, S. 19–36.

2 Vgl. auch Klaus Mainzer: „Wilhelm Ostwald“, in: Jürgen Mittelstraß (Hg.): *Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie*, Bd. 2, Mannheim: B. I. Wissenschaftsverlag 1984.

3 Wilhelm Ostwald: „Studien zur Energetik“, in: *Berichte über die Verhandlungen der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig* 43 (1891), S. 271–288, repr. in: *Zeitschrift für physikalische Chemie* 9 (1892), S. 563–578. Ders. „Studien zur Energetik. 2. Grundlinien der allgemeinen Energetik“, in: *Berichte über die Verhandlungen der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig* 44 (1892), S. 211–237, repr. in: *Zeitschrift für physikalische Chemie* 10 (1892), S. 363–386.

4 Wilhelm Ostwald: *Grundriss der Naturphilosophie*, Leipzig: Reclam 1908, S. 9, 15.

diese bis heute einflussreiche Wende auf gegenwärtige Debatten der Life-Sciences, der Gehirn- und Kognitionsforschung sowie schließlich auf Fragen des Verhältnisses von Technik und Gesellschaft. Ostwalds Energetik besitzt dabei als methodisches Forschungsprogramm bis heute wissenschaftstheoretische Bedeutung. Sein Konzept der Selbstregulation und Selbstorganisation ist für die heutige Debatte um Synergetik und nichtlineare Dynamik komplexer Systeme von aktueller Bedeutung. Weltanschaulich-ideologische Auseinandersetzungen um die Energetik erweisen sich hingegen als zeitbedingt.

Erhaltung der Energie – Erster Hauptsatz der Thermodynamik

In der Tradition von Ernst Mach spürt Wilhelm Ostwald in seinem Werk *Die Energie*⁵ zunächst den historischen Wurzeln des Energiebegriffs nach. Am Anfang seiner Rekonstruktion stehen Archimedes und dessen Hebelgesetz. Im Gleichgewicht sind die Produkte aus den Gewichten und den zugehörigen Hebellängen gleich, die Ostwald als Arbeit interpretiert. Im Prinzip der virtuellen Verschiebungen wird der Arbeitsbegriff in Gleichgewichtssystemen für einfache Maschinen wie Flaschenzüge und Rollensysteme verallgemeinert. Bei Johann Bernoulli wird der Energiebegriff dann erstmals für Gleichgewichtssysteme verwendet. Ostwald zitiert aus einem Brief Bernoullis von 1717 an den Mathematiker Pierre de Varignon:

Bei jedem Gleichgewicht beliebiger Kräfte, wie sie auch angebracht seien und nach welchen Winkeln sie mittelbar oder unmittelbar aneinander wirken mögen, ist stets die Summe der positiven Energien gleich der positiv genommenen Summe der negativen Energien. Energie ist dabei das Produkt der Kraft in dem in Richtung der Kraft durchmessenen Weg.⁶

In diesem Zusammenhang wird auch das Perpetuum mobile diskutiert. Ostwald erinnert an den niederländischen Physiker Simon Stevin, der bereits herausstellt: Arbeit kann nicht aus Nichts entstehen! In einem Titelbild erläutert Stevin diesen Grundgedanken anschaulich an einer Versuchsanordnung: Eine Kette aus gleich großen schweren Kugeln in gleichen Abständen wird über zwei zueinander geneigte schiefe Ebenen gelegt. Obwohl über der längeren Seite der weniger geneigten Ebene mehr Kugeln liegen, setzt sich die Kette nach dieser Seite nicht von selber in Bewegung. Selbst nach einem Anstoß setzt sie die Bewegung in diese Richtung nicht unbegrenzt fort, obwohl geometrisch immer dieselbe Kugelformation über den schiefen Ebenen vorliegt.⁷ Gottfried Wilhelm Leibniz formuliert erstmals den Erhaltungssatz der Energie am Beispiel des Fallgesetzes. Danach ist die potentielle Energie der Arbeit, um ein Gewicht auf eine bestimmte Fallhöhe zu

5 Wilhelm Ostwald: *Die Energie*, Leipzig: Johann Ambrosius Barth 1908.

6 Zit. nach ebd., S. 16.

7 Simone Stevino [Simon Stevin]: *Hypomnemata mathematica*, übers. von Wie. Sn. [Willebrord van Roijen Snell], Lugduni Batavorum [Leiden]: Ex officinâ Ioannes Patii, Academiæ Typografi 1605–08. Verfügbar unter: <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k1095532> (Stand März 2015).

heben, gleich der kinetischen Energie („lebendige Kraft“), in die potentielle Energie beim freien Fall umgewandelt wird.⁸

Grundlegend für Ostwald wird vor allem Julius Robert Mayer, der erstmals (ähnlich wie sein Zeitgenosse James Prescott Joule) mechanische Wärmeäquivalente für den Erhaltungssatz der Energie bestimmt. Als Arzt hatte er beobachtet, dass Arbeiter in den Tropen helleres Venenblut besitzen, da unter diesen Bedingungen weniger Wärmezufuhr (Oxidation) nötig ist.⁹ In seinem Vortrag „Über die Erhaltung der Kraft“ (1847) bestimmt Hermann von Helmholtz schließlich die mathematischen Ausdrücke für die verschiedenen Formen der Energie. In der Mechanik sieht er die Annahme von Kräften als Voraussetzung des mechanischen Energiesatzes. Er betrachtet es als Aufgabe der Physik, alle Erscheinungen durch solche Kräfte der Mechanik zu erklären.

Vor diesem wissenschaftshistorischen Hintergrund formuliert Ostwald in seinem Buch *Die Energie* den Erhaltungssatz der Energie als erstes Prinzip seiner energetischen Naturphilosophie. Allerdings lehnt er dabei Mayers Dualismus von Materie und Energie ab, da der Begriff „Materie“ nur die extensiven Größen von Energieformen (z. B. Masse von Gasen) bezeichnet. Er weist aber auch Helmholtzens mechanistischen Monismus ab, da er nach damaligem Kenntnisstand auf unbewiesenen Annahmen über die Mechanik der Atome beruht. Beobachtbar und messbar sind damals nur die ständigen Umwandlungen von Energieformen der Natur „[...] und insofern können wir sagen, daß in der Energie sich das eigentlich Reale verkörpert.“¹⁰

Verbrauch freier Energie – Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik

Das zweite Prinzip der Energetik behandelt den Verbrauch freier Energie – Ostwalds Formulierung des Zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik. Auch für diesen zeigt er zunächst sehr anschaulich die wissenschaftshistorischen Ursprünge auf. Am Anfang stehen hier die Industrialisierung und James Watts Dampfmaschine: Wärme kann Arbeit erzeugen, wenn sie von einer höheren auf eine tiefere Temperatur fällt. Sadi Carnot (1824) erklärt den Kreisprozess des sich auf- und abwärts bewegenden Kolbens einer Wärmekraftmaschine durch Expansion und Kompression eines Gases auf Grund von abwechselnder Abkühlung und Erhitzung. Bei

8 Vgl. Gottfried Wilhelm Leibniz: „Specimen dynamicum pro admirandis naturae legibus circa corporum vires et mutuas actiones detegendis et ad suas causas revocandis“, in: Carl I. Gerhardt (Hg.): *Math. Schriften VI*, Pars I, Halle (o. V.) 1860, repr. Hildesheim: Georg Olms 1962, S. 234–246, hier S. 238.

9 Vgl. Julius Robert von Mayer: „Mayer und die Mechanische Wärmetheorie“, in: *Kleinere Schriften und Briefe*, hg. von Jakob Johann Weyrauch, Tübingen: J. G. Cotta 1893, S. 386–394, hier S. 391 f.

10 Ostwald: *Die Energie* (Anm. 5), S. 5. Vgl. Klaus Mainzer: *Materie. Von der Urmaterie zum Leben*, München: Beck 1996. Jürgen Mittelstraß: „Ostwald oder: Naturphilosophie zwischen Naturwissenschaft und Philosophie“, in: *Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen e. V.* 9 (2004), S. 6–17 (Vorträge zum 150. Geburtstag von Wilhelm Ostwald).

einer idealen Maschine (ohne Wärme- und Arbeitsverlust) ist der Kreisprozess reversibel. Eine Maschine, die mehr Arbeit erzeugen könnte als Carnots reversibler Kreisprozess, wäre ein Perpetuum mobile.¹¹

Bei idealen reversiblen Kreisprozessen bleibt das Verhältnis von Wärmemenge und (absoluter) Temperatur konstant. Diese von Rudolf Clausius „Entropie“¹² genannte Größe nimmt jedoch bei jedem nicht umkehrbaren (nicht idealen) Vorgang in einem abgeschlossenen System zu.¹³ Der Zweite Hauptsatz besagt daher nach Clausius, dass für abgeschlossene Systeme bei einem irreversiblen Prozess die Entropieänderung größer als Null ist oder bei einem reversiblen Prozess gleich Null ist. Aus der ständigen Zunahme der Entropie in der Welt folgert Lord Kelvin, dass die vorhandenen Temperaturunterschiede und die damit verbundenen Umwandlungsmöglichkeiten in Arbeit verschwinden, bis ein Endzustand maximaler Entropie erreicht ist. Diesen Vorgang der Energiezerstreuung nennt er „Dissipation“.¹⁴

Für Ostwald steht der Energiebegriff im Vordergrund. Er unterscheidet daher zwischen der ruhenden Energie (die „sich niemals mehr aus sich selbst in Bewegung, d. h. in Umwandlung versetzen kann“¹⁵) und der freien (beweglichen) Energie (die „allein zu Geschehnissen in der Welt Anlass gibt“¹⁶). Der Zweite Hauptsatz fordert nach Ostwald, dass in abgeschlossenen Systemen die freie Energie nur abnehmen oder verbraucht werden kann, niemals jedoch zunehmen. Damit ist für ihn auch der Zusammenhang der beiden Hauptsätze mit dem Perpetuum mobile klar: In abgeschlossenen Systemen kann ohne äußeren Energieaufwand 1) keine Energie aus Nichts entstehen (Unmöglichkeit des Perpetuum mobile erster Art) und 2) keine freie Energie aus ruhender Energie entstehen (Unmöglichkeit des Perpetuum mobile zweiter Art).

In der Energetik ist dann Energie und nicht Materie der Grundbegriff. Das ist weltanschaulich häufig missverstanden worden, wie beispielsweise die Polemik Lenins gegen Ostwald demonstriert.¹⁷ Darin zeigt sich aber nur, dass diese Vertreter des Materialismus die physikalische Begründung von Ostwald nicht verstanden hatten. Vom wissenschaftstheoretischen Standpunkt aus lässt sich nämlich Ostwalds Argument methodisch präzise ohne weltanschauliche Implikate rekonstruieren.

11 Ursprünglich entwarf Rudolf Diesel seinen Motor, um Carnots ideale Maschine zu realisieren.

12 Rudolf Clausius: „Über die Wärmeleitung gasförmiger Körper“, in: J[ohann] C. Poggendorf (Hg.): *Annalen der Physik und Chemie*, Bd. 125, Leipzig: Verlag von Johann Ambrosius Barth 1865, S. 353–400, hier S. 390.

13 Das lässt sich bereits bei alltäglichen Vorgängen beobachten: Ein Glas Wasser fällt zu Boden, zersplittert, Flüssigkeit fließt aus und Energie wird zerstreut. Der umgekehrte Vorgang, dass sich die Splitter mit der Flüssigkeit und der Energie wieder zusammen finden, wurde nie beobachtet.

14 William Thomson [Lord Kelvin]: „On the universal tendency in nature to the dissipation of mechanical energy“, in: *Philosophical Magazine* 25 (1852) 4, S. 304–306.

15 Wilhelm Ostwald: *Energetische Grundlagen der Kulturwissenschaft*, Leipzig: Verlag von Dr. Werner Klinkhardt 1909, S. 31.

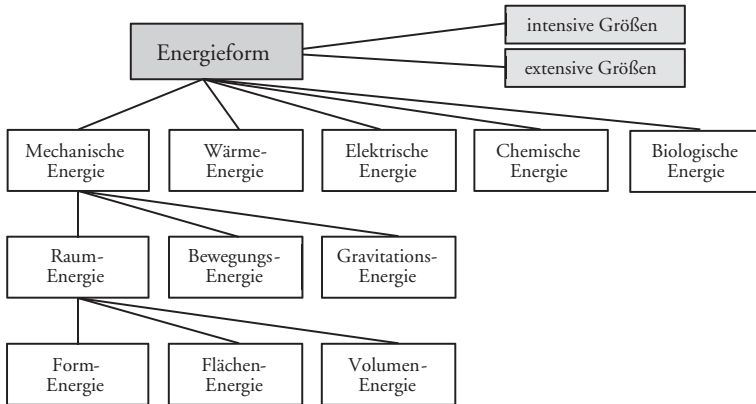
16 Ebd.

17 Vgl. Vladimir Il'ič Lenin: *Materializm i ėmpiriokriticizm. Kritičeskie zametki ob odnoj reakcionnoj filosofii* (1909), dt.: Wladimir Iljitsch Lenin: *Materialismus und Empiriokritizismus. Kritische Bemerkungen über eine reaktionäre Philosophie*, übers. von Frida Rubiner, Wien: Verlag für Literatur und Politik 1927, S. 272, 274, 350.

ren. Wenn ‚Materie‘ ein naturwissenschaftlicher Begriff sein soll, dann muss er sich auf Messgrößen beziehen.¹⁸ So unterscheidet Ostwald zwischen Energieformen als extensiven (also additiven) Messgrößen, z. B. die Ausdehnung oder das Gewicht eines Gases, von intensiven (nicht-additiven) Messgrößen, z. B. Temperatur oder Druck eines Gases. Der Begriff der Materie bezeichnet offenbar nur die extensiven Attribute einer Energieform. Daher ist er nach Ostwald kein Grundbegriff der Naturwissenschaft, sondern abgeleitet.

Zu dieser Auszeichnung des Energiebegriffs mag man nun stehen wie man will. Methodisch ist es jedenfalls möglich, mit dem Energiebegriff zu beginnen und andere Begriffe darauf zurückzuführen. Damit müssen wissenschaftstheoretisch keine ontologischen Ansprüche verbunden sein. Vom heutigen Standpunkt aus sieht man dieses Unternehmen wesentlich entspannter als im damaligen weltanschaulich-ideologischen Kampfgetümmel.¹⁹ Es kommt darauf an, ein konsistentes Begriffssystem durchzuführen. Genau das hat Ostwald in seinem Buch *Die Energie* nach dem Vorbild thermodynamischer Terminologie getan. Als methodisches Forschungsprogramm hat seine Energetik bis heute Bedeutung.

Nach Ostwalds Forschungsprogramm lassen sich alle Grundbegriffe der Naturwissenschaften auf Energieformen zurückführen, die jeweils durch intensive und extensive Größen bestimmt sind:



(Form-, Flächen-, Volumenänderung mit Arbeit verbunden)

Abb. 1: Energieformen nach Ostwald

¹⁸ Zu den unendbaren Bemühungen um eine exakte Definition des Materiebegriffs vgl. Gregor Schiemann: *Natur, Technik, Geist. Kontexte der Natur nach Aristoteles und Descartes in lebensweltlicher und subjektiver Erfahrung*, Berlin/New York, NY: de Gruyter 2005.

¹⁹ Wie die heftige Reaktion Lenins auf die Energetik zeigt (vgl. Anm. 17), wird sie weltanschaulich als ‚bürgerliche‘ Zwischenposition zwischen Materialismus und Idealismus verstanden, die wiederum als weltanschauliche Kampfbegriffe in der politischen Auseinandersetzung von Arbeiterklasse und reaktionärer Bourgeoisie aufgefasst wurden. Eine methodisch-wissenschaftstheoretische Auseinandersetzung, wie sie seit dem Wiener Kreis bereits eröffnet war, wird also zur damaligen Zeit von Weltanschauungsdebatten überlagert.

Solche Taxonomien von Begriffen nennt man heute in der Datenbanktechnik der Informatik ‚Ontologien‘. Damit sind jedoch keine weiteren Ansprüche verbunden als eine klare und konsistente Klassifikation, bei der sich Eigenschaften übergeordneter Begriffe an untergeordnete Begriffe weitervererben. Auffallend ist, dass selbst geometrische Größen mit dem Energiebegriff verbunden werden. Das entspricht aber auch heute thermodynamischer Terminologie, in der die mathematischen Formen von z. B. Volumen- oder Flächenenergie bestimmt werden. Gemeint ist dabei, dass z. B. das geometrische Volumen eines Gases oder Körpers durch Arbeit aufrechterhalten wird, die einer Volumenlinderung unter Druck entgegengesetzt werden muss. Die Volumenenergie hat als intensive Größe den Druck und als extensive Größe die geometrische Volumenmessung. Ein weiteres Beispiel ist die Wärmeenergie mit intensiven Größen wie Temperatur und extensiven Größen wie Entropie. Methodisch sollen in Ostwalds Forschungsprogramm der Energetik die Begriffe von Physik und Chemie also auf eine (phänomenologische) Thermodynamik zurückgeführt werden. Das mag ungewöhnlich erscheinen, da im 19. Jahrhundert zunächst die klassische Mechanik (z. B. bei Helmholtz) im Vordergrund stand. Ostwald hat aber gute Gründe, um diesen methodischen Aufbau vorzuziehen. Als Kritiker der Atomhypothese stand er der statistischen Mechanik skeptisch gegenüber und wollte daher eine Reduktion der Thermodynamik auf eine Mechanik der Atome vermeiden. Nicht zuletzt spielt aber auch die überragende praktische Bedeutung der Energie und Energieumwandlung für die moderne technisch-industrielle Zivilisation eine große Rolle.

Energieumwandlung in der Energetik bedeutet, dass freie Energie nach dem Zweiten Hauptsatz verbraucht und in ruhende Energie umgewandelt wird. Die zentrale freie Energie auf der Erde ist die Sonnenenergie, aus der sich in Natur und Technik ein komplexes Netz der Energieumwandlung entfaltet: Pflanzen wandeln Sonnenenergie in chemische Energie um, die in Kohle gespeichert durch Verbrennung zu Wärmeenergie wird, um als Bewegungsenergie z. B. eine Dampfmaschine anzutreiben. Sonnenenergie konzentriert sich aber auch als Wasserenergie in einer Regenwolke, die abregnet und in einem Stausee gesammelt wird, um durch Gravitationsenergie auf eine Turbine geleitet neue Bewegungsenergie zu erzeugen, die schließlich in elektrische Energie umgewandelt wird. Mit Solarzellen gibt es heute zudem den direkten Weg von der Sonnenenergie zur elektrischen Energie. Ostwalds Energetik entwirft also die Grundlagen für ein weit schauendes Forschungsprogramm der Energienetze, ohne die die technisch-industrielle Zivilisationen heute nicht denkbar wäre.²⁰

20 Vgl. weiterführend dazu Heinrich Scheel (Hg.): *Internationales Symposium anlässlich des 125. Geburtstag von Wilhelm Ostwald*, Berlin: Akademie-Verlag 1979. Wolfgang Fratzscher/Karl-Friedrich Knoche: „Fran Bošnjaković and the School of Engineering thermodynamics in Dresden“, in: *Energy* 29 (2004), S. 1837–1842.

Von der Gleichgewichts- zur Nichtgleichgewichts-Thermodynamik

Eine Schwäche der Energetik wurde darin gesehen, dass sie phänomenologisch anschaulich bleibt und der nächste Schritt der mathematischen Umsetzung fehlt. Vom heutigen Standpunkt aus fehlt der Energetik zudem die Erklärung durch die Mikrophysik der Atome und Moleküle, die heute (im Unterschied zum Ende des 19. Jahrhunderts) bestens bestätigt ist. Diese Defizite behoben Ludwig Boltzmann und später Josiah Willard Gibbs durch ihre statistische Fundierung der Thermodynamik.²¹ Nach Boltzmann ist die Entropie ein Maß für die Verteilungsmöglichkeiten der Mikrozustände der Elemente (z. B. Gasmoleküle) eines Systems, die einen Makrozustand erzeugen. Wachsende Entropie in einem abgeschlossenen System entspricht dem Übergang von einer geordneten zu einer ungeordneten und zufälligen Verteilung im thermischen Gleichgewicht. Die Irreversibilität des Makrozustands ist hoch wahrscheinlich trotz Mikroreversibilität der molekularen Stoßgesetze.

Unordnung entsteht aber spontan nach dem Zweiten Hauptsatz nur in isolierten Systemen. In Systemen mit Energie- und Stoffaustausch können sich Mikroelemente zu neuen Strukturen und Ordnungen arrangieren. So ist ein Regentropfen ein komplexes System von Wassermolekülen, die sich durch Energieminimierung im thermischen Gleichgewicht einer nahezu perfekten Kugelform organisieren. Kühlt man dieses System jedoch ab, entstehen im Gefrierpunkt die regulären Strukturen von Eiskristallen. Ein weiteres Beispiel für Ordnungsentstehung durch Energieminimierung ist ein Eisenmagnet. Mikrophysikalisch handelt es sich um ein komplexes System von atomaren Dipolen, deren zwei Zustände Spin up und Spin down im erhitzten Zustand irregulär verteilt sind. Die durchschnittliche Verteilung der auf- und abwärts zeigenden Dipole ist der Ordnungsparameter des Systems. Bei Abkühlung auf den Curie-Punkt organisieren sich die Elemente spontan in einem regulären Ordnungsmuster im Gleichgewicht. Dabei weisen die Spinzustände alle in eine Richtung und verstärken dadurch ihre Wirkung. Diese mikroskopischen Interaktionen erklären den neuen makroskopischen Zustand des Eisenkörpers, der nun magnetisch ist.

Gleichgewichtsstrukturen waren auch in Ostwalds Thermodynamik bekannt. Neu ist die Vorstellung, dass Ordnung und Strukturen fern des thermischen Gleichgewichts entstehen können, obwohl entsprechende Experimente mit Konvektionszellen (z. B. Bénard-Experiment) seit etwa 1900 vorliegen. So entstehen bei Erwärmung einer Flüssigkeitsschicht von unten an einem kritischen Wert spontan reguläre Rollmuster mit zwei möglichen Drehrichtungen. Welche Ordnung sich durchsetzt, hängt von geringsten Anfangsfluktuationen ab. Auch Strö-

²¹ Vgl. Ludwig Boltzmann: *Vorlesungen über die Gastheorie*, 2 Teile, Leipzig: Barth, 1896 und 1898. Josiah Willard Gibbs: *Elementary Principles in Statistical Mechanics, developed with especial reference to the rational foundation of thermodynamics*, New York, NY: Charles Scriber's Sons 1902.

mungsmuster in Flüssigkeiten oder Luft entstehen durch Erhöhung der Energiezufuhr. Steigende Strömungsgeschwindigkeit führt zu komplexen Ordnungsmustern (Attraktoren) fern des thermischen Gleichgewichts. Man spricht dann auch von Phasenübergängen fern des thermischen Gleichgewichts: Alte Ordnungen werden durch wachsende Kontrollwerte (z. B. Temperatur, Strömungsgeschwindigkeit) instabil, brechen zusammen, neue lokale Ordnungen entstehen, die wieder instabil werden, etc. So entwickelt sich ein thermodynamischer Verzweigungsbaum von immer neuen lokalen Gleichgewichten fern des thermischen Gleichgewichts, an deren Ästen neue lokale Ordnungen und Strukturen wie z. B. Strömungsmuster entstehen.

Das ist die Idee einer Nichtgleichgewichts-Thermodynamik, die u. a. Ilya Prigogine vertreten hat. Als Chemie-Nobelpreisträger ist er in einem gewissen Sinn Nachfolger von Wilhelm Ostwald, da auch er sein Forschungsprogramm mit naturphilosophischen Perspektiven versieht.²² Methodisch setzt Prigogine allerdings die mikrophysikalische Begründung Boltzmanns für die Nichtgleichgewichts-Thermodynamik fort:

Die klassische Thermodynamik führt zum Begriff der „Gleichgewichtsstruktur“, wie sie etwa Kristalle darstellen. Die Bénard-Zellen sind ebenfalls Beispiele einer Struktur, aber ganz anderer Art. Sie sind ‚dissipative Strukturen‘ fern des *thermischen* Gleichgewichts. [...] Können die Parameter, welche den Aufbau eines Kristalls beschreiben, aus den Eigenschaften der Moleküle abgeleitet werden, aus denen der Kristall besteht, und insbesondere aus der Reichweite der Anziehungs- und Abstoßungskräfte der Moleküle, so sind die Bénard-Zellen – wie alle dissipativen Strukturen – im wesentlichen ein Ausdruck der globalen Nichtgleichgewichtssituation, durch die sie hervorgerufen werden.²³

Das lässt sich auch mathematisieren: Auf der Mikroebene werden die Wechselwirkungen der Systemelemente durch gekoppelte Bewegungsgleichungen (in der Regel nichtlineare Differentialgleichungen) für die einzelnen Elemente beschrieben. In der Nähe eines Instabilitätspunktes lassen sich instabile und stabile Verhaltensweisen (Moden) durch eine lineare Stabilitätsanalyse unterscheiden. Wenige instabile Moden können dort durch heftige Fluktuationen Amplituden von makroskopischer Größenordnung erreichen und die übrigen stabilen Moden beeinflussen. So entsteht ein makroskopisches Verhaltensmuster, das schließlich die gesamte Systemdynamik dominiert. Mathematisch wird dieses Muster durch einen Ordnungsparameter charakterisiert. Es reicht also, wenige Ordnungsparameter zu kennen, um die makroskopische Dynamik von vielleicht Millionen oder Milliarden von Elementen zu verstehen. Dies ist das Konzept der Synergetik, das insbesondere

22 Vgl. Ilya Prigogine: *Vom Sein zum Werden. Zeit und Komplexität in den Naturwissenschaften*, München: Piper ⁴1985.

23 Ilya Prigogine/Isabelle Stengers: *Dialog mit der Natur: neue Wege naturwissenschaftlichen Denkens*, München: Piper ⁵1986, S. 152.

Hermann Haken weiterentwickelt hat.²⁴ Dazu dienen stochastische Differentialgleichungen wie die Mastergleichungen. Die Einführung von Ordnungsparametern in eine makroskopische Gleichung für die globale Gesamtdynamik eines Systems (z. B. Flüssigkeit) ist also eine gewaltige Reduktion von Komplexität gegenüber den entsprechenden Millionen oder Milliarden von Bewegungsgleichungen der vielen Systemelemente (z. B. Flüssigkeitsmoleküle).

Neuere Untersuchungen zeigen jedoch, dass eine Erklärung der Entstehung komplexer Muster und Strukturen nur durch instabile Zustände, wie es bei Prigogine und in der Synergetik geschieht, unvollständig ist. Bereits Alan Turing und Stephen Smale hatten an ausgewählten Beispielen mathematisch bewiesen, dass auch ursprünglich stabile Systemelemente komplexe Strukturen (z. B. oszillierende Muster) erzeugen können, wenn sie dissipativ gekoppelt werden.²⁵ Allgemein kann mathematisch bewiesen werden, dass Systemelemente ‚lokal aktiv‘ sein müssen, um aus instabilen oder stabilen Ausgangszuständen komplexe Strukturen zu erzeugen. Lokal aktive Systemelemente sind in der Lage, kleine Inputs aus ihrer lokalen Umgebung auf Kosten einer Energiequelle in einen großen Output zu verstärken, um damit die Struktur- und Musterbildung des Gesamtsystems auszulösen. Beispiel einer lokal aktiven Einheit ist in der Technik ein Transistor, der Strominputs auf Kosten einer Batterie verstärkt. Ebenso lassen sich Neuronen als ‚Verstärker‘ auffassen, die synaptische Inputs umgebender Neuronen zu einem Aktionspotential verstärken, das komplexe Verschaltungsmuster im Gehirn auslöst. Mathematisch lässt sich das Prinzip lokaler Aktivität für (nicht-lineare) Reaktions-Diffusionsgleichungen präzisieren, um komplexe Musterbildungen in Physik, Chemie, Biologie und Gehirnforschungen zu erklären.²⁶

Naturphilosophisch ist hier entscheidend, dass die neu entstandene Ordnung oder Struktur nicht auf die Systemelemente alleine zurückgeführt werden kann, sondern nur auf ihre lokale Aktivität durch (dissipative) Kopplung mit anderen Systemelementen. Das Ganze ist also mehr als die Summe seiner Teile. Das Prinzip der lokalen Aktivität durch dissipative Kopplung ist damit der Ort, an dem die alte naturphilosophische Einsicht synergetischen Zusammenwirkens eine mathematisch präzise definierte Funktion erhält.

Nach der Physik lassen sich auch chemische Strukturen fern des thermischen Gleichgewichts untersuchen. In offenen dissipativen chemischen Systemen können Phasenübergänge zu immer komplexeren makroskopischen Mustern (Attraktoren) stattfinden, die durch lokal aktive Substanzen und ihre dissipativen Reaktionen in Abhängigkeit von einer äußeren Zu- und Abfuhr von Stoffen an kritischen

²⁴ Zur physikalischen Beschreibung dieses Phänomens vgl. auch Hermann Haken: *Die Selbstorganisation komplexer Systeme. Ergebnisse aus der Werkstatt der Chaostheorie*, Wien: Picus 2007, Kap. 6.7.

²⁵ Alan M. Turing: „The chemical basis of morphogenesis“, in: *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 237 (641), S. 37–72. Stephen Smale: „The mathematical model of two cells via Turing’s equation“, in: *Lectures in Applied Mathematics* 6 (1976), S. 15–26.

²⁶ Vgl. Klaus Mainzer/Leon Chua: *Local Activity Principle. The Cause of Complexity and Symmetry Breaking*, London: Imperial College Press 2013.

Werten ausgelöst werden. Bekanntes Beispiel sind die oszillierenden Ringwellen der Belousov-Zhabotinsky (BZ)-Reaktion. Die Erhaltung solcher dissipativen Ordnungsmuster wird durch autokatalytische Wirkungen chemischer Stoffe erklärt. Chemisch werden die mikroskopischen Wechselwirkungen durch Diffusions-Reaktionsgleichungen beschrieben, denen mathematisch wiederum nichtlineare Gleichungen entsprechen. Chemische Oszillationen wie die BZ-Reaktion lassen sich durch Trajektorien eines Grenzzyklus (Attraktor) im Phasenraum als oszillierende Zeitreihe oder im thermodynamischen Bifurkationsbaum darstellen. Stabile und instabile Zustände können Musterbildungen (z. B. den Grenzzyklus einer chemischen Oszillation) auslösen, wenn die wechselwirkenden Substanzen lokal aktiv sind.

Von der Katalyse zur Autokatalyse und Selbstregulation

Die Schlüssel zur Analyse der Entstehung von Ordnung und Strukturen sind für Ostwald Katalyse, Autokatalyse und Selbstregulation. Katalyse macht die Entstehung von Neuem möglich: Zwei Reaktionspartner würden im atomaren Zustand eine chemische Reaktion eingehen. Ein Katalysator liefert die notwendige Aktivierungsenergie zur Trennung der Bindungen und geht Zwischenverbindungen ein. Am Ende der Reaktion liegt er wieder unverändert vor. So regt eine Platinmünze beim Zerfall von Wasserstoffperoxid die Sauerstoffentwicklung an und steckt eine Gold- und Kupfermünze durch elektrochemische Vorgänge an. Seit der Antike sind katalytische Reaktionen bekannt. Erinnert sei an die Wirkung von Enzymen bei der alkoholischen Gärung und der Essigsäure-Herstellung. Eine erste Definition der Katalyse lieferte 1836 Berzelius: „Die katalytische Kraft scheint eigentlich darin zu bestehen, dass Körper durch ihre bloße Gegenwart, *nicht* durch ihre Verwandtschaft, die bei dieser Temperatur schlummernden Reaktionseigenschaften zu erwecken vermögen [...]“.²⁷

Tatsächlich geht ein Katalysator chemische *Wechselwirkungen* ein und wirkt nicht nur durch die „bloße Gegenwart“. Die richtige Definition, für die Ostwald 1909 den Chemie-Nobelpreis erhielt, lautet daher bis heute: „Ein Katalysator ist ein Stoff, der die Geschwindigkeit einer chemischen Reaktion erhöht, ohne selbst dabei verbraucht zu werden und ohne die endgültige Lage des thermodynamischen Gleichgewichts dieser Reaktion zu verändern.“²⁸

27 Jöns Jakob Berzelius: „Einige Ideen über eine bei der Bildung organischer Verbindungen in der lebenden Natur wirksame, aber bisher noch nicht bemerkte Kraft“ [o.O.] 1836, wiederabgedr. in: Alwin Mittasch: *Lebensproblem und Katalyse. Mit klassischen Dokumenten aus der Geschichte der katalytischen Forschung und einem Beitrag von Jerome Alexander*, Ulm: J. Ebner 1947, S. 71–78, hier S. 77 (Hvh. K.M.).

28 Wilhelm Ostwald in einem Vortrag gehalten vor der 2. Hauptversammlung der deutschen Elektrochemischen Gesellschaft in Frankfurt am Main vom 6.-8. Juni 1895, zit. nach Etienne de Fodor: *Elektrizität aus Kohle* (1897), Nachdruck, Bremen: DOGMA im Europäischen Hochschulverlag 2012, S. 175.

Autokatalyse („Selbstkatalyse“) ist nach Ostwald eine Form der Katalyse, bei der ein Endprodukt katalytische Wirkung auf die Reaktion selber hat. Der Katalysator wird erst während der Reaktion gebildet. Das hat eine Beschleunigung zur Folge, die an das Wachstum von Organismen erinnert. Gibt man beispielsweise Kupfer zu konzentrierter Salpetersäure, setzt die Reaktion zunächst nur langsam ein. Die dabei gebildeten braunen Dämpfe der Stickoxide wirken katalytisch und beschleunigen die Reaktion dann immer mehr. Oszillierende chemische Reaktionen wie die BZ-Reaktion werden ebenfalls durch autokatalytische Reaktionen möglich. Dieser ‚Selbsterregung‘ durch Rückkopplung entspricht mathematisch die lokale Aktivität in nichtlinearen Reaktionsgleichungen. Sie sind ein Beispiel für nichtlineare Dynamik fern des thermischen Gleichgewichts. Analog lässt sich der Wachstumsprozess lebender Organismen auf autokatalytische Prozesse zurückführen: So trägt etwa eine Blumenzwiebel die Ressourcen für ihr Primärwachstum in sich. Sie erzeugen einen weißen Keim, der durch Wechselwirkung mit Licht grün wird. Dann beginnt die Pflanze selbstständig zu wachsen, indem sie ihre eigenen Enzyme, d. h. katalytisch wirkende Proteine aufbaut, erzeugt und sich immer schneller entwickelt. Auch dies ist, wie wir heute sagen würden, auf die lokale Aktivität dissipativ gekoppelter Substanzen zurückzuführen.

Energetik und Selbstregulation des Lebens

Lebende Organismen sind Ostwald zufolge schließlich dissipative chemische Systeme, die sich nach den Gesetzen der Energetik durch Umwandlung freier Energie ihrer Umwelt im stationären Gleichgewicht fern der Erstarrung des Todes im thermischen Gleichgewicht halten. Sie zeichnen sich durch *Selbsterhaltung*, *Selbstregulation* und *Selbstreproduktion* aus. Die Bedingungen der Selbstregulation und Selbsterhaltung erfüllt, wie Ostwald an vielen Stellen erläutert, bereits eine Kerzenflamme, die in einem rückgekoppelten Kreislauf einerseits freie Energie aus dem verflüssigten Wachs der Kerze in Wärmeenergie umwandelt, andererseits mit dieser Wärmeenergie das Wachs verflüssigt, das die notwendige freie Energie zur Verfügung stellt. Dieser Kreislauf ermöglicht ein stationäres Gleichgewicht von freier Energie und Dissipation von Wärmeenergie. Bei lebenden Organismen kommt die Selbstreproduktion noch hinzu. Zur Regelung ihrer chemischen Reaktionen dienen Katalysatoren oder Enzyme, die von Organismen in einer Autokatalyse selbstständig erzeugt werden. Der Begriff des stationären Gleichgewichts ist als ‚Fließgleichgewicht‘ bekannt und wird wissenschaftshistorisch dem Biologen Ludwig von Bertalanffy (1901–1972) zugeschrieben. Tatsächlich verwendet Ostwald diesen Begriff und seine grundlegende Bedeutung für das Verständnis von Leben in seinem 1903 in Berkeley gehaltenen Vortrag über „Chemie und Biologie“.²⁹

²⁹ Vgl.: „[...] Lebewesen sind zunächst nicht stabile, sondern *stationäre* Gebilde, in ihnen verlaufen die schnellen Änderungen derart, dass Gewinn und Verlust sich nahezu decken, so daß der Gesamtzustand nur langsame Änderungen erfährt [...].“ Wilhelm Ostwald: „Chemie und Biologie“,

Damit antizipiert er heutige Erklärungen der Entwicklung des Lebens durch Phasenübergänge präbiotischer Evolution mit biochemischen katalytischen und autokatalytischen Prozessen. Erinnerung sei in diesem Zusammenhang an Manfred Eigen und Peter Schusters katalytische Hyperzyklen.³⁰ Hyperzyklen sind selbstreproduzierende makromolekulare Systeme, in denen RNA-Strukturen und Enzyme kooperieren: Die i -te RNA-Matrize I_i kodiert das i -te Enzym E_i ($i = 1, 2, \dots, n$). Das i -te Enzym E_i beschleunigt die Replikationsrate der $i+1$ -ten RNA I_{i+1} . Die Information, die in RNA-Sequenzen kodiert ist, wird also in Enzyme übersetzt, analog dem Übersetzungsvorgang in biologischen Systemen. Die zyklische Organisation sichert die strukturelle Stabilität. Hyperzyklen sind Vorläufer von Protozellen. Sie sollen die Entstehung des komplexen Übersetzungsmechanismus mit eindeutigen genetischen Codes erklären.

Eine Zelle lässt sich im Sinne Ostwalds als energetisches System verstehen, das mit molekularen Tools wie Proteine, Nukleinsäuren, Lipide und Polysaccharide die Energieproduktion, Informationsverarbeitung und Selbstreplikation aufrechterhält. Nach der thermodynamischen Selbstorganisation von Ordnung wird damit die genetische Selbstorganisation von Leben möglich: Komplexe zelluläre Organismen wachsen unter geeigneten Umweltbedingungen durch Selbstreplikation, Mutation, Selektion und Metabolismus nach genetischen Codes. Die Entstehung der Arten lässt sich dann im Rahmen einer Nichtgleichgewichtsdynamik als Phasenübergänge verstehen. Analog zum thermodynamischen Bifurkationsbaum erhalten wir Darwins Evolutionsbaum der Arten. An die Stelle von Fluktuationen in thermodynamischen Instabilitätspunkten treten nun Mutationen als Zufallsveränderungen von DNA-Codes, die Verzweigungen im Evolutionsbaum erzeugen. Selektionen sind die treibenden Kräfte in den Ästen, an denen statt z. B. thermodynamischer Strömungsmuster nun die Arten als neue biologische Strukturen entstehen. Aber auch stabile Ausgangszustände können biochemische Strukturbildung auslösen, wenn dissipativ gekoppelte Substanzen lokal aktiv sind. Ein Beispiel liefern biochemische Substanzen, die in den lebensfeindlichen Tiefen der Ozeane scheinbar ‚tot‘ (also mathematisch stabil) sind, aber durch dissipative Kopplung mit der Energie heißer Tiefseevulkane lokal aktiv werden und Lebensformen von Tiefseeorganismen erzeugen.³¹

Methodisch muss an dieser Stelle betont werden, dass damit die biologische Evolution keineswegs auf die Thermodynamik reduziert wird. Das Prinzip lokaler Aktivität und die nichtlineare Dynamik komplexer Systeme sind rein mathematische Theorien nichtlinearer Differentialgleichungen, in der keine physikalischen oder andere naturwissenschaftlichen Größen festgelegt sind. Vielmehr wird der *mathematische Formalismus nichtlinearer Dynamik* im einen Fall thermodynamisch

in: ders.: *Gedanken zur Biosphäre: sechs Essays*, eingeleitet und mit Anmerkungen versehen von Hermann Berg, Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, hg. von D. Goetz/E. Wächter/H. Wußing, Bd. 257, Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1978, S. 16–29, hier S. 22.

30 Vgl. Manfred Eigen/Peter Schuster: *The Hypercycle – A Principle of Natural Self-Organization*, Berlin: Springer 1979.

31 Vgl. Mainzer/Chua: *Local Activity Principle* (Anm. 26).

und im anderen Fall biologisch interpretiert. Wissenschaftstheoretisch gesprochen ergeben sich ein *thermodynamisches* und ein *biologisches Modell nichtlinearer Dynamik*. Diese Modelle sind dann mit den Beobachtungen und Messungen in den jeweiligen Anwendungsfeldern zu testen und zu überprüfen. So ist es später auch möglich, diesen Formalismus auf andere Anwendungsgebiete wie z. B. Gehirn- und Kognitionsforschung oder Sozialwissenschaften zu übertragen.³²

Nach diesem biologisch-evolutionären Modell entstehen Hierarchiestufen des Lebens mit immer komplexeren Systemen. Sie reichen von den physikalischen und chemischen Systemen über Zellen, Organe und Organismen bis hin zu Populationen und ökologischen Systemen. Diese Entwicklungen lassen sich wieder als *Phasenübergänge im Rahmen nichtlinearer Dynamik* verstehen. Für einige dieser Entwicklungsstufen liegen auch bereits mathematische Selbstorganisationsmodelle vor. Auf jeden Fall handelt es sich um ein methodisches Forschungsprogramm, das über den Ansatz von Ostwalds Energetik hinaus biologische Evolution erklären soll. Dabei ist der methodische Unterschied zwischen Ostwalds Begriff der ‚Selbstregulation‘ und dem Begriff der „Selbstorganisation“ im Rahmen der Nichtgleichgewichtsdynamik zu beachten.³³ ‚Selbstregulation‘ bezieht sich nach Ostwald auf stationäre Gleichgewichte und damit Gleichgewichtsdynamik, während ‚Selbstorganisation‘ Phasenübergänge im Rahmen einer Nichtgleichgewichtsdynamik meint. Anschaulich gesprochen lässt sich im Rahmen der Gleichgewichtsdynamik, wie Ostwald auch erläutert, die Erhaltung des Lebens, aber nicht seine evolutionäre Entwicklung verstehen. Der Grund ist, dass katalytische Prozesse, wie Ostwald selber in seiner berühmten Katalysedefinition betont, nicht das Gleichgewicht verändern. Beim Evolutionsprozess werden aber in einem Verzweigungsbaum alte Gleichgewichte instabil, Populationen und Arten sterben aus und neue Arten entstehen nach Phasenübergängen in neuen lokalen Gleichgewichten.

Naturphilosophisch ist hier wichtig, dass Ostwald mit seiner biologischen Energetik, d. h. der Lehre von energetischen Organismen im stationären Gleichgewicht, sowohl Materialismus als auch Vitalismus überwinden will. Leben lässt sich nämlich nicht allein durch die Eigenschaften von Atomen und Molekülen im Sinne des Materialismus erklären.³⁴ Es bedarf aber auch keiner ‚immateriellen Lebenskraft‘ im Sinne des Vitalismus. Henri Bergsons Konzept des *élan vital* weist zwar Ähnlichkeit mit dem Prinzip lokaler Aktivität auf.³⁵ Die Selbstreproduktion und Selbstregulation von Lebensenergie wird allerdings erst durch das Prinzip lokaler Aktivität mathematisch präzisiert und in der empirischen Forschung überprüfbar.

32 Vgl. ebd. sowie den Beitrag von Dietmar Hansch und Hermann Haken in diesem Band.

33 Vgl. den Beitrag von Marie-Luise Heuser in diesem Band.

34 Zur Debatte um den Materialismus vgl. Kurt Bayertz: „Was ist moderner Materialismus?“, in: ders./Walter Jaeschke/Myriam Gerhard (Hg.): *Weltanschauung, Philosophie und Naturwissenschaft im 19. Jahrhundert: Der Materialismustreit*, Bd. 1., Hamburg: Meiner 2007, S. 50–70.

35 Zu Henri Bergsons Konzept des „élan vital“ vgl. dessen Schrift *L'évolution créatrice* (1907), Paris: Les Presses universitaires de France ⁸⁶1959, S. 59–64. Mainzer/Chua: *Local Activity Principle* (Anm. 26), S. 401–402.

Bemerkenswert ist, dass Ostwald seine biologische Energetik bis in die Medizin ausweitet.³⁶ Damit umfasst sie einen Anwendungsbereich, den man heute als Lebenswissenschaft oder Life Science zusammenfasst. Seine Schlüsselbegriffe lauten dabei „Selbstheilung“ und „Überheilung“.³⁷ Autokatalyse und Selbsterhaltung führen nach Ostwald zur Fähigkeit der Selbstheilung von Organismen. Man denke z. B. an die Phasen der Wundheilung des tierischen oder menschlichen Organismus. Als Reparaturvorgang steht Selbstheilung nach Ostwald im Fließgleichgewicht mit der Oxidation als ‚Selbstverbrennung‘ von Körpersubstanz. Mit ‚Überheilung‘ bezeichnet Ostwald die Fähigkeit, einen Überschuss als Gegenwirkung zu erzeugen. Ein Beispiel ist die Muskelbildung bei dauernder Beanspruchung oder Training. Sie ermöglicht Leistungssteigerung eines Organismus. Auch dabei geht es letztlich um gezielte Energieumwandlung zur Leistungsoptimierung. Die moderne Sportmedizin verfolgt heute die Ziele von Ostwalds medizinischer ‚Überheilung‘. Ostwald beschreibt aber in diesem Zusammenhang auch sehr anschaulich die abnehmende Fähigkeit des alternden Organismus zu Selbstheilung und Überheilung. Energie muss daher im Alter sparsam und gezielt therapeutisch eingesetzt werden – ein hoch aktuelles Anwendungsgebiet der biologischen Energetik im Zeitalter überalternder Wohlstandsgesellschaften.

Energetik und Selbstregulation des Geistes

Die natürliche Fortsetzung von Physik, Chemie, Biologie und Medizin ist die Energetik und Selbstregulation des Geistes. Programmatisch schreibt Ostwald dazu in seinem Buch *Die Energie* (1908):

Für die mechanistische Weltauffassung besteht zwischen den physischen Erscheinungen als mechanischen einerseits und den geistigen andererseits eine unüberbrückbare Kluft; für die energetische Weltauffassung besteht im Gegenteil ein stetiger Zusammenhang zwischen den einfachsten Energiebestätigungen, den mechanischen, und den verwickeltsten, den psychischen.³⁸

Dieser stetige Übergang lässt sich an den Hierarchiestufen des Zentralnervensystems (ZNS) veranschaulichen. Das ZNS besteht nämlich aus einer Hierarchie

36 Vgl. Ostwalds Vorträge „Zur Energetik der Psyche“, unveröffentlichtes Manuskript, Großbothen 1913 (Akademiearchiv d. Berlin-Brandenburg Akademie der Wissenschaft, Ostwald-Nachlass Nr. 4519) und „Überheilung, ein biologisches Urphänomen“, Manuskript und Korrekturfahnen, Vortrag 8.4.1930 (Akademie der Wissenschaften Berlin, Ostwald-Nachlass Nr. 5029, 5030). Vgl. Hermann Berg: „Ostwalds Ideen zum Energiefluss in der Biosphäre“, in: *Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen e. V.* 9 (2004), Sonderheft 18, S. 32–41. Eckhard Bendin: „Ostwalds biologische Energetik als Substrat der psychologischen Farbenlehre“, in: *Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden* 56 (2007) 3–4, S. 161–166

37 Wilhelm Ostwald: „Überheilung“, in: *Forschungen und Fortschritte* 6 (1. und 10.8.1930) 22/23, S. 296–297. Ders.: „Die Wirklinie der Überheilung“, in: *Forschungen und Fortschritte* 6 (1.9.1930) 25, S. 327–328.

38 Ostwald: *Die Energie* (Anm. 5), S. 156.

von organisierten Teilstrukturen zunehmender Größe und Komplexität.³⁹ Die Hierarchie reicht von Ionen, Molekülen, Membranen, Zellen und Synapsen über Netzwerke, Schichten und topographische Karten zu den Teilsystemen, die Wahrnehmung, Bewegung, Emotionen, Denken und Bewusstsein ermöglichen. Signalverarbeitung in Nervenzellen (Neuronen) ist Energieumwandlung im Sinne der Energetik. So wandelt z. B. ein sensorisches Neuron mechanische Energie (z. B. Reiz durch die Dehnung eines Muskels) in elektrische Energie (Aktionspotentiale) um.

Mit „Überheilung“ bezeichnete Ostwald die Verstärkung körperlicher und geistiger Fähigkeiten durch z. B. Training und Lernen. Tatsächlich lassen sich heute synaptische Veränderungen beim Lernen nachweisen, die durch autokatalytisches Wachstum ausgelöst werden. Sie führen zu verstärkter Ausschüttung von Transmittern, Einführung von Interneuronen, veränderten postsynaptischen Membranen, neuen synaptischen Kontaktstellen oder dem Umfunktionieren von Synapsen.

Energiepotentiale des Gehirns zeigen sich in neuronalen Verschaltungsmustern, die heute nahezu in Echtzeit mit computergestützten Verfahren wie PET (Positron-Emission-Tomography)-Bildern sichtbar gemacht werden können. Das Gehirn ist ein komplexes System von Neuronen, die sich durch neurochemische Wechselwirkung in Zellverbänden verschalten. Grundlage ist wieder eine nichtlineare Dynamik, bei der auf der Makroebene durch energetische Wechselwirkung der Systemelemente (Neuronen) Energiepotentiale erzeugt werden. Erinnerung sei in dem Zusammenhang an die Selbstorganisationsmodelle synchron feuender Neuronensembles, mit denen z. B. nach Christoph von der Malsburg das Erkennen ganzheitlicher Bilder möglich wird.⁴⁰ Wahrnehmung, Emotionen, Gedanken und Bewusstsein entsprechen also Energiepotentialen, die mit passenden Schaltmustern korreliert sind. Nach der thermodynamischen und genetischen Selbstorganisation hätten wir nun die neuronale Selbstorganisation, mit der Wahrnehmungen, Emotionen, Gedanken und Bewusstseinszustände als neue Systemstrukturen erzeugt werden. Mit Ostwald könnten wir daher die Hierarchiestufen des Lebens von der Mikroebene der wechselwirkenden Neuronen und Synapsen über makroskopische Schaltmuster von Wahrnehmungen, Gedanken und Gefühlen bis zu komplexen Bewusstseinszuständen fortsetzen. Auch hier soll es nicht um spekulative Behauptungen über ontologische Schichtungen der Wirklichkeit gehen. Vielmehr handelt es sich heute um die Fortschreibung des Forschungsprogramms nichtlinearer Dynamik auf dem Gebiet der Kognitionswissenschaften und Neuropsycholo-

39 Vgl. Klaus Mainzer: *Thinking in Complexity. The Computational Dynamics of Matter, Mind, and Mankind*, Berlin/Heidelberg/New York, NY: Springer 2004. Ders.: *Symmetry and Complexity. The Spirit and Beauty of Nonlinear Science*, Singapore u. a.: World Scientific Publishing 2005.

40 Vgl. Christoph von der Malsburg: *The correlation theory of brain function. Dept. of Neurophysiology Max-Planck-Institute for Biophysical Chemistry*, Internal Report 81–2, 1981 auf: https://fias.uni-frankfurt.de/fileadmin/fias/malsburg/publications/vdM_correlation.pdf (Stand Juli 2015). Siehe auch: ders.: „How are nervous structures organized?“, in: Erol Basar/Hans Flohr/Hermann Haken/Arnold J. Mandell (Hg.): *Synergetics of the Brain. Proceeding of the International Symposium on Synergetics*, Berlin/New York, NY: Springer 1983, S. 238–259.

gie. Für Teilbereiche wie das visuelle System liegen auch bereits mathematische Modelle nichtlinearer Dynamik vor.

Von Ostwald wird solche Forschungspraxis jedoch naturphilosophisch eingebettet. Es geht ihm um die Überwindung des Dualismus von Spiritualismus und Materialismus. Statt „Energetik des Geistes“ würde man heute eher von kognitiver Energetik sprechen, also der Lehre von den Energiepotentialen der Kognition. Kognitive Leistungen des Gehirns lassen sich nämlich nicht allein durch Eigenschaften von Atomen, Molekülen und Neuronen im Sinne des Materialismus erklären. Es bedarf aber auch keines ‚immateriellen Geistes‘ im Sinne des Spiritualismus. Im Rahmen von Energetik, Gehirn- und Kognitionsforschung werden vielmehr Wahrnehmung, Gefühle, Denken und Bewusstsein als Gehirnpotentiale erklärbar.⁴¹

Energetik und Selbstregulation in Technik und Gesellschaft

Auf diese Überlegungen aufbauend, entwickelte Ostwald in seinen Vorträgen und Arbeiten zur Technik visionäre Ideen, die wir heute Gebieten wie Bionik, Kybernetik und Künstlicher Intelligenz zuordnen. So heißt es in der späten Studie „Der biologische Faktor in der Technik“:

Die Lebewesen zeigen uns, dass und wie die Aufgabe der Beschaffung, Umwandlung und Steuerung von Energie an einem aus mannigfaltigen Teilen zusammengesetzten dauerhaften Ganzen gelöst werden kann, denn sonst würden sie nicht leben. Sie können uns somit als Beispiele und Anreger dienen, wie wir an technischen Komplexen die gleiche Aufgabe lösen können.⁴²

In dem bereits zitierten wegweisenden Vortrag Ostwalds über „Chemie und Biologie“ von 1903 heißt es diesbezüglich: „Wenn es eine Maschine gäbe, die zugrunde gehende Teile selbsttätig ersetzen oder eine neue Maschine herstellen könnte, dann müssten wir sie ein lebendiges Wesen nennen.“⁴³ Hier wird nun deutlich, wie sehr Ostwald in der Tradition von Leibniz steht, der bereits Ende des 17. Jahrhunderts auf dem Hintergrund der Mechanik Leben als komplexe Automaten begriff. Ostwald vertieft diese Perspektive, indem er Energetik, Chemie und Biologie als ihre wissenschaftlichen Grundlagen ausarbeitet.

Die Idee von sich selbst reproduzierenden Automaten wird mathematisch erst Ende der 1950er Jahre durch John von Neumann präzisiert.⁴⁴ Seine zellulären Automaten sind komplexe Systeme aus endlichen Automaten, deren Zustände sich nach einfachen Regeln in Abhängigkeit von Nachbarzellen wie lebende Zellen verändern. Geeignete zelluläre Automaten können sich in nachfolgenden Generatio-

41 Dazu auch Mainzer/Chua: *Local Activity Principle* (Anm. 26), Kapitel 5.3.

42 Wilhelm Ostwald: „Der biologische Faktor in der Technik“, in: ders.: *Gedanken zur Biosphäre* (Anm. 29), S. 67–73, hier S. 68.

43 Wilhelm Ostwald: „Chemie und Biologie“ (Anm. 29), S. 23.

44 Vgl. John von Neumann: *Theory of Self-Reproducing Automata*, hg. von Arthur W. Burks, Campaign, IL: University of Illinois Press 1966.

nen reproduzieren. Jeder Computer lässt sich im Prinzip durch einen geeigneten zellulären Automaten simulieren und umgekehrt. Nichtlineare Dynamik lässt sich im Prinzip, wenn sie in digitalen und deterministischen Modellen beschrieben wird, durch zelluläre Automaten darstellen.⁴⁵ Auch genetische Algorithmen, nach denen sich Computerprogramme durch Zufallsveränderungen („Mutationen“) ihrer Befehle und Selektionen in nachfolgenden Generationen optimieren können, sind der Evolution abgeschaut. So kann z. B. das LISP-Programm einer virtuellen Ameise in nachfolgenden Generationen einen optimalen Weg finden, um auf einem Gitterfeld verteilte Futterkörner in einem optimalen Weg zu erreichen. Genetische Algorithmen werden bereits im industriellen Alltag verwendet, wenn z. B. ein Roboterarm der Autoindustrie in nachfolgenden Generationen eine optimale Greifbewegung erzeugt.

Nach der Genetik der Zellen wird heute bereits auch die neuronale Dynamik des Zentralnervensystems und der Gehirne simuliert. Neuronale Netze orientieren sich mit geeigneten Netzwerktopologien und Lernalgorithmen an der Informationsverarbeitung von Gehirnen. So kann ein einfacher Roboter mit verschiedenen Sensoren (z. B. für Nachbarschaft, Licht, Kollision) und motorischer Ausstattung komplexes Verhalten durch ein sich selbst organisierendes neuronales Netz erzeugen.⁴⁶ Bei einer Kollision werden die synaptischen Verbindungen zwischen aktiven Neuronen der Nachbarschaft und Kollision durch Hebbische Lernregeln nach dem Vorbild lebender Neuronen verstärkt: Ein Lernmuster entsteht.

Als weiteres Beispiel für technische Selbstregulation sei das Konzept „Organic Computing“ erwähnt.⁴⁷ In einer evolutionären Elektronikarchitektur konfigurieren sich autonome Objekte (z. B. Schalter, Regler, Lampen) selbstständig, um Fahrzeugfunktionen (z. B. Richtungsblinken) in einem Kooperationsnetzwerk zu realisieren. Wenn ein elektronisches Bauteil ausfällt, dann fragen sich die übrigen Bauteile untereinander ab, welche Einheit die ausgefallene Funktion übernehmen oder wie eine Überbrückung durch andere Kooperationen erreicht werden könnte. Es ist quasi eine „Selbsteilung“ wie bei einem Schlaganfall des Gehirns, wenn z. B. bei einem Ausfall bestimmter Sprachzentren andere Gehirnteile diese Funktionen übernehmen. Technisch werden solche Rekonfigurationen durch Informationsaustausch nach dem Vorbild eines Intranets oder des Internets möglich. Ostwalds Prinzip der Selbsteilung lässt sich also unabhängig von biologischem Gewebe auch in technischen Stoffen realisieren. In der synthetischen Biologie werden heute

45 Klaus Mainzer/Leon Chua: *The Universe as Automaton. From Simplicity and Symmetry to Complexity*, Berlin: Springer: 2011.

46 Künstliche neuronale Netze basieren auf konnektionistischen Modellsystemen, etwa der Kohonen Feature Map nach Teuvo Kohonen: *Digital circuits and devices*, Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall 1972.

47 Vgl. Klaus Mainzer: „Organic Computing and Complex Dynamical Systems – Conceptual Foundations and Interdisciplinary Perspectives“, in: Rolf P. Würtz (Hg.): *Organic Systems*, Berlin/Heidelberg: Springer 2008, S. 105–122.

längst neue Organismen wie z. B. Bakterien kreiert, deren Netzstruktur vorher in der Systembiologie mathematisch modelliert wurde.⁴⁸

Schließlich werden im World Wide Web Nachrichten elektronisch in einem weltweiten Computernetz ausgetauscht. Elektronische Energie wird im Sinne der Energetik zum Informationsträger. Ihre Selbstregulation über Routerknoten erinnert an die Vernetzung von Nervenzellen und Gehirnarealen. In seinem Buch *Energetische Grundlagen der Kulturwissenschaft* (1909) entwickelt Ostwald hieran anschließend sogar Ideen zur Globalisierung der Kommunikationstechnik, die damals noch auf dem technischen Hintergrund von Telefon und Telegrafie stehen, aber bereits die damit verbundenen sozialen Veränderungen reflektieren:

Dass weltweite Nachrichtenvermittlung (wie z. B. Telefon und drahtlose Telegrafie) mit Nachdruck ausgebildet werde, zeigt, in wie viel höherem Maße gegenwärtig der einzelne Mensch mit einer Unzahl anderer zusammenhängt, zeigt mit anderen Worten die ungeheure Zunahme der Sozialisierung der Menschheit durch die technischen Mittel der gegenseitigen Mitteilung.⁴⁹

Bezüglich der Organisation und Speicherung von Wissen stellt sich Ostwald zudem die Frage,

[...] ob nicht auch noch ein letztes Ideal auf diesem Gebiet erreichbar sein sollte, nämlich ein Handbuch, welches die Eigenschaften hätte, sich automatisch völlig modern zu halten. Ein solches Werk müsste nicht nur den Tatbestand der Wissenschaft zum Ausdruck bringen, wie er vor einigen Jahren im Augenblick des Abschlusses des fraglichen Teils bestanden hat, sondern den Wissensstand immer wieder bis in die Gegenwart ergänzen.⁵⁰

Vom heutigen Standpunkt fühlen wir uns bei solchen Ausführungen an Hypertexte im Internet oder Datenbanken mit Suchanfragen erinnert. Jedenfalls machen solche Schlüsseltechnologien der Information und Kommunikation die Globalisierung der Wissensgesellschaft möglich. Die Umwandlung von Information und Wissen in Know-how und Innovation ist die zentrale Energetietransformation in der Wissensgesellschaft. Die rohstoffabhängige klassische Industriegesellschaft wandelt sich zunehmend in eine Informations- und Wissensgesellschaft. Allerdings sieht Ostwald bereits im Jahr 1909 auch die Schattenseiten dieser Globalisierung, wenn er in seiner Schrift über die *Energetischen Grundlagen der Kulturwissenschaft* zur Globalisierung der Weltwirtschaft festhält:

Wir erkennen dem gemäß in der Organisation des Kapitals diejenige Energieorganisation, welche bereits sehr erheblich angefangen hat, die maßgebende Macht über den

48 Klaus Mainzer: *Leben als Maschine? Von der Systembiologie zur Robotik und künstlichen Intelligenz*, Paderborn: mentis 2010.

49 Vgl. Ostwald: *Energetische Grundlagen* (Anm. 15), S. 136.

50 Wilhelm Ostwald: *Forschen und Nutzen. Wilhelm Ostwald zur wissenschaftlichen Arbeit*, aus seinen Schriften ausgewählt, bearbeitet und zusammengestellt anlässlich seines 125. Geburtstages von Günther Lotz, Lothar Dunsch und Uta Kring unter Bearbeitung von Brigitte Milik, Berlin: Akademie-Verlag²1982, S. 169.

gegenwärtigen Staat hinaus zu werden [...] Gleichzeitig wird allerdings hierdurch der Begriff des Staates mehr und mehr aufgelöst, da das mobile Kapital schon längst international geworden ist und die Tatsache der Weltwirtschaft eine staatliche Schranke nach der anderen niederreißt.⁵¹

Wer denkt heute bei solchen Zeilen nicht an mächtige Firmen wie z. B. Google, die mit ihren globalen Datennetzen in immer neue Domänen von Wirtschaft und Gesellschaft eindringen?⁵² Ostwald fordert darum ethische und rechtliche Regelungen. Konsequenter fasst er seine Überlegungen dazu 1912 in seinem Werk *Der Energetische Imperativ*⁵³ zusammen. Da nach dem Zweiten Hauptsatz der Energetik jede Umwandlung von mechanischer, thermischer, chemischer, biologischer, geistiger, organisatorischer oder ökonomischer Energie nur unvollständig möglich ist, muss nach Ostwald freie Energie so zweckmäßig wie möglich verwendet werden: „Vergeude keine Energie, verwerte sie!“⁵⁴ Eine Energieform ist umso wertvoller, je vollständiger sich ihre Rohform in Nutzform verwandeln lässt, je größer also ihr Transformationskoeffizient ist.⁵⁵

Ein solcher ‚energetischer Imperativ‘ ist heute aktueller denn je. Konflikte, Reibung und Krieg bedeuten weltweite Dissipation, also Vergeudung von Energie in allen Formen. Nach Ostwalds energetischem Imperativ müssten daher Richtwerte global beschlossen, kontrolliert und dauernd verbessert werden, um ökologische, ökonomische, soziale und politische Spannungen abzubauen. Dadurch wird Energie frei für neue Innovationen, um die Lebensbedingungen der Menschheit zu verbessern. Als seinerzeit veränderte Richtwerte der Umweltbelastung zur Erfindung des Abgaskatalysators bei Automobilen führten, war damit nicht nur ökologische Entlastung erreicht, sondern auch ein ökonomischer Mehrwert mit erheblichem Gewinn.

„Energetischer Imperativ“

Am Ende seiner Schrift *Die Pyramide der Wissenschaften* (1929)⁵⁶ weist Ostwald darum der Philosophie die Funktion zu, diese heterogenen Wissensbereiche zu synthetisieren. Die Philosophie hat es mit den methodischen Grundprinzipien der einzelnen Wissenschaften und ihrer Systematisierung zu tun. Wenn wir die Einzelwissenschaften auf ihre methodischen Grundlagen und Grundgesetze untersuchen, bearbeiten wir den allgemeinsten Teil der Wissenschaften. Bereits in seinem *Grund-*

51 Ostwald: *Energetische Grundlagen* (Anm. 15), S. 162.

52 Vgl. Klaus Mainzer: *Die Berechenbarkeit der Welt. Von der Weltformel zu Big Data*, München: C. H. Beck 2014.

53 Wilhelm Ostwald: *Der energetische Imperativ: Erste Reihe*, Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1912.

54 Ebd., S. 85.

55 Ebd., S. 78.

56 Wilhelm Ostwald: *Die Pyramide der Wissenschaften. Eine Einführung in wissenschaftliches Denken und Arbeiten*, Stuttgart: Cotta'sche Buchhandlung 1929.

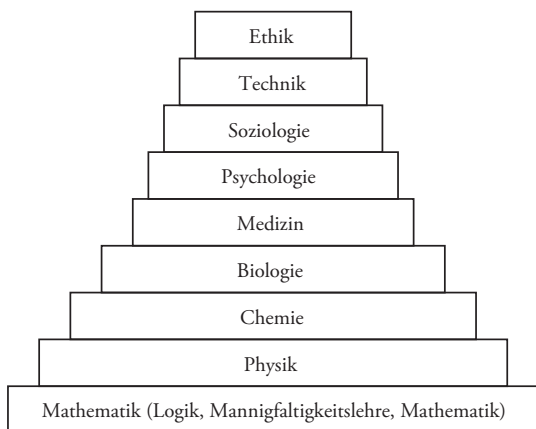


Abb. 2: „Pyramide der Wissenschaft“ nach Wilhelm Ostwald

riss der Naturphilosophie hatte Ostwald diesen allgemeinsten Teil der Naturwissenschaften als Naturphilosophie bezeichnet. Mit der Erweiterung der Energetik um Sozial-, Wirtschafts- und Rechtswissenschaften tritt die Untersuchung schließlich über den Bereich der Naturwissenschaften hinaus.

Mein Beitrag sollte verdeutlichen, dass viele von Ostwalds Grundsätzen auch heute noch gültig sind, andere müssen erweitert und ergänzt werden. Mit seinem Forschungsprogramm der Energetik ist vor allem aber ein Netzwerk methodischer Grundsätze entstanden, dessen Fortentwicklung sich lohnt. Philosophie ist darin Teil des Forschungsprozesses und keine abgetrennte Veranstaltung. Philosophie erweist sich als unverzichtbarer Katalysator der Wissenschaft. Sie befördert – bewusst oder unbewusst – wesentlich den Erkenntnis-, Forschungs- und Innovationsprozess, auch wenn sie nicht ausdrücklich (nach Art von Katalysatoren) in den Endprodukten von Wissenschaft und Technik genannt wird.

PARALLELDISKURSE

GEORG TOEPFER

Durch Konkurrenz zur Kooperation

Der Synergiebegriff in den Lebenswissenschaften

Der Beitrag untersucht die Stellung des Synergiebegriffs in naturwissenschaftlichen, besonders biologischen Erklärungen. Der langen Geschichte des Konzepts entsprechend, reichen die betrachteten Anwendungsfälle von der Antike bis in die Gegenwart. Die epistemische Rolle des Synergiebegriffs wird dabei im Kontext verwandter Begriffe diskutiert, die ebenfalls holistische Relationen bezeichnen, etwa dem des Emergenzbegriffs, mit dem aber, im Gegensatz zu ‚Synergie‘, vom Ganzen zu den Teilen geblickt wird. Ein besonderer Fokus der Untersuchung liegt auf der Frage, wie es diesen Brückenbegriffen gelingt, eine analytische und eine synthetische Perspektive in der Betrachtung von ganzheitlichen Systemen miteinander zu verbinden.

Synergiewissenschaften

Für alle Wissenschaften, die es mit integrierten, aus der Interaktion von elementaren Prozessen entstandenen Phänomenen zu tun haben, ist der Synergiebegriff von Bedeutung. Dies sind im Grunde alle Wissenschaften. Eine besondere Emphase verbindet sich mit dem Begriff aber in solchen Wissenschaften, die großen Wert auf die Abgrenzung von anderen legen, welche aus ihrer Perspektive lediglich die Ebene der elementaren Relationen der untersuchten Phänomene zum Gegenstand haben, nun über diese vermittelt aber die integrierten Phänomene selbst. Dies gilt etwa für die Chemie gegenüber der Atomphysik, die Biologie gegenüber der Chemie, die Ökologie gegenüber der Physiologie, die Psychologie gegenüber der Neurologie, die Soziologie gegenüber der Psychologie oder die Makroökonomik gegenüber der Mikroökonomik. Denn Moleküle lassen sich nicht lediglich als Aggregate von Atomen verstehen, Organismen nicht nur als Komplexe von Molekülen, Ökosysteme nicht nur als Ansammlungen von Organismen, mentale Zustände nicht nur als Menge von Nervenimpulsen, soziale Bewegungen nicht nur als Summe individueller Entscheidungen und der Wirtschaftskreislauf nicht nur als aggregierte private Entlohnung und Konsumtion. Die integrierten Phänomene können immer auch aus der Perspektive der Wissenschaften, die es mit den Teilprozessen und Teilphänomenen zu tun haben, beschrieben und erklärt werden. Die eigentlich gegenstandsadäquate Beschreibungs- und Erklärungssprache liegt aber nicht auf dieser Ebene: Moleküle, Organismen, Ökosysteme, mentale Zustände, soziale Bewegungen und makroökonomische Phänomene haben charakteristische, sie definierende Eigenschaften, die ihre Komponenten nicht haben.

Es ist das Kennzeichnende des Synergiebegriffs, dass er diese zwei Ebenen des integrierten Ganzen und seiner Komponenten miteinander verbindet. In ihm liegt sowohl die Anerkennung der Eigenständigkeit des Ganzen als auch seiner Genese aus dem Zusammenwirken der Teile. Indem diese beiden Ebenen anerkannt und aufeinander bezogen werden, hat der Begriff zugleich eine mechanistische und eine holistische Dimension. Die Eigenschaften integrierter, ganzheitlicher Phänomene werden aus der Perspektive ihrer Teile und deren Interaktion beschrieben und erklärt. Weil mit dem Begriff aber nicht geklärt wird, sondern offen bleibt, auf welche Weise genau die Vermittlung zwischen der Ebene der Elemente und der des Ganzen erfolgt, hat er den Charakter eines Zauberwortes: Mit dem Begriff wird einfach behauptet, dass auf irgendeine Weise etwas Ganzheitliches aus der kausalen Interaktion von Elementen entstehen kann. Diesen Charakter des Verheißens einer Erklärung, ohne diese selbst zu liefern, teilt der Synergiebegriff mit anderen aus seinem Umfeld, so dem der Selbstorganisation, dessen Rolle selbst von Protagonisten des Feldes als „mystisch“ beschrieben wird.¹

Traditionell hat der Synergiebegriff eine besondere Verankerung in der Analyse biologisch-medizinischer Phänomene. Dies zeigt sich in vielen programmatischen Stellungnahmen, in denen der Ausdruck ‚Synergie‘ oder mit ihm semantisch verwandte Wörter erscheinen. Für das 20. Jahrhundert wird dies besonders seit den 1930er Jahren deutlich, d. h. nach der umfassenden Kritik an vitalistischen Projekten, die darauf zielten, einzelne kausale Faktoren als die eigentlichen Lebenskräfte zu identifizieren. Richtungsweisend für diese Kritik am Vitalismus und die Begründung der Biologie auf interaktionistischen, systemtheoretischen Modellen war etwa folgende These zu den „methodologischen Grundlagen der Biologie“ von Max Hartmann, dem damaligen Direktor des Berliner Kaiser-Wilhelm-Instituts für Biologie, aus dem Jahr 1933: „Das eigentlich Biologische ist immer die spezifische Art des Zusammenwirkens der einzelnen innersystematischen Glieder im komplizierten Ganzen.“² Auf den Punkt gebracht ist damit die für die Biologie konstitutive systemtheoretische Perspektive. Vier Jahre später und in Bezug auf die Bestimmung von Merkmalen durch Gene heißt es bei Ludwig von Bertalanffy, einem der Gründungsväter dieses Ansatzes, dass „für das Zustandekommen einer Eigenschaft nicht ein einzelner Faktor verantwortlich ist, sondern daß dazu das Zusammenwirken vieler notwendig ist“.³ Die Syntax der Biologie zeigt sich in der Synergie, wie es Richard Höningwald um 1943 bündig formuliert: „Die σύνταξις

1 Gerhard Roth: „Gehirn und Selbstorganisation“, in: Wolfgang Krohn/Bernd-Olaf Küppers (Hg.): *Selbstorganisation. Aspekte einer wissenschaftlichen Revolution*, Braunschweig: Vieweg 1990, S. 167–180, hier S. 167. Christoph Holzhey: „Selbstorganisation am Rande der Mystik“, in: Klaus Vondung/K. Ludwig Pfeiffer (Hg.): *Jenseits der entzauberten Welt. Naturwissenschaft und Mystik in der Moderne*, München: Fink 2006, S. 121–137.

2 Max Hartmann: „Die methodologischen Grundlagen der Biologie“ (1933), in: *Gesammelte Vorträge und Aufsätze*, Bd. 2: *Naturphilosophie*, Stuttgart: Fischer 1956, S. 54–72, hier S. 65.

3 Ludwig von Bertalanffy: *Das Gefüge des Lebens*, Leipzig: Teubner 1937, S. 161.

offenbart sich hier [im Biologischen] als *συνέργεια*.⁴ Er bezieht dies auf den „spezifischen Ganzheitswert“ lebendiger Individuen, die „Gliederungsbestimmtheit“ jedes einzelnen Teils im Sinne seiner Eingliederung in den Kontext der anderen Teile. Aufgrund des „Wechselbezugs seiner Glieder“ stellt ein Organismus für Hönigswald ein „reflexives Naturobjekt“ dar.⁵ Der kantischen und neukantianischen Tradition gemäß beschreibt Hönigswald diese Verhältnisse in teleologischer Begrifflichkeit, indem er von der durchgehenden Wechselseitigkeit aller funktionalen Bezüge und der vollständigen „Gegenseitigkeit der Organfunktionen“ spricht.⁶ Kantianisch ist dieser Ansatz auch insofern, als er eine transzendentalphilosophische, erkenntniskritische Dimension aufweist: Die Darstellung von Organismen als synergetischen, durch das Zusammenwirken der Teile funktional geschlossenen Systemen bewegt sich nicht nur auf der Ebene der Beschreibung von vorhandenen Naturdingen, sondern betrifft die für die Biologie als Wissenschaft konstitutive Methode. In den Worten eines anderen neukantianischen Philosophen: „[M]an muß diese Wissenschaft [die Biologie] geradezu so definieren, daß sie von Körpern handelt, deren Teile sich zu einer teleologischen ‚Einheit‘ zusammenschließen.“⁷

Um das *Zusammenwirken*, die *Synergie*, von Faktoren im Kontext der Entstehung komplexer Merkmale und Funktionen von Lebewesen und damit einhergehend den konstitutiven Charakter dieser Perspektive für die Biologie soll es im Folgenden gehen. Untersucht wird die Rolle des Synergiebegriffs dabei jeweils im Zusammenhang mit einem anderen für seine Bedeutung wichtigen Konzept.

Synergie und Kooperation

Die direkte Übersetzung von ‚Synergie‘ lautet „Zusammenarbeit“ oder „Kooperation“. In dieser direkten Bedeutung erscheint das Wort bereits in der Antike. Aristoteles verwendet von dem Grundwort abgeleitete Ausdrücke in Bezug auf Prozesse des Lebendigen. Dies geschieht allerdings nur sehr vereinzelt, so dass der Ausdruck keineswegs den Status eines Terminus in den umfangreichen zoologischen Schriften des Aristoteles erlangt. Das Wort taucht auch nicht in dem Kontext auf, in dem es aus moderner Perspektive primär zu erwarten wäre, nämlich in der Beschreibung des Verhältnisses der Organe eines Lebewesens zueinander; es erscheint vielmehr in einer Darstellung des Zusammenwirkens von inneren und äußeren Faktoren in der Entwicklung eines Lebewesens, insbesondere zur Bezeichnung der unterstützenden

4 Richard Hönigswald: *Die Systematik der Philosophie*, II. Teil (ca. 1943), Bonn: Bouvier 1977, S. 334.

5 Ebd., S. 335.

6 Ebd., S. 336.

7 Heinrich Rickert: *Die Grenzen der naturwissenschaftlichen Begriffsbildung. Eine logische Einleitung in die historischen Wissenschaften*, Tübingen: Mohr Siebeck 1929, S. 412.

Wirkung der von der Sonne ausgehenden Wärme für das Ausbrüten der Küken in Vogeleiern.⁸

An dieser Stelle gebraucht Aristoteles das Wort in einer Verbform. Das Substantiv erscheint in den aristotelischen Schriften überhaupt nicht; allein in einer pseudoaristotelischen Schrift aus den *Problemata physica* über den Geschlechtsverkehr taucht es auf und bezieht sich auf das Zusammenwirken von Augen und Unterleib beim Sexualakt. Diese Stelle ist gleichzeitig eine der ältesten bekannten Vorkommen des Wortes im Griechischen überhaupt („die Augen und das Gesäß [...] [haben] wegen ihres Zusammenwirkens [...] gemeinsam an der Wärme teil“⁹).

Dass Aristoteles den Synergiebegriff auch in der Verbform nicht auf innerorganismische Verhältnisse bezieht, ist kein Zufall. Denn er beschreibt ein Lebewesen zwar als einen gegliederten organischen Körper und bestimmt die Körperteile funktional durch ihre Leistung im Rahmen des ganzen Körpers – er entwickelt aber nur in Ansätzen eine systemtheoretische Perspektive auf ein Lebewesen, nach der die Lebensfunktionen aus der Interaktion seiner Teile hervorgehen, die Organe des Körpers also in einem interdependenten Verhältnis zueinander stehen (explizit nimmt Aristoteles diese Perspektive im Vergleich eines Lebewesens mit einer dezentral und arbeitsteilig organisierten Stadt ein¹⁰). Paradigma eines Organs bleibt für Aristoteles aber immer die menschliche Hand im Sinne eines Werkzeugs; die inneren Organe eines Tier- und Menschenkörpers bezeichnet er dagegen nicht als ‚Organe‘. Ihre Funktionalität haben sie aufgrund ihrer Bezogenheit auf den Körper als ganze Funktionseinheit, d. h. durch ihren Bezug auf die Seele, nicht auf andere Organe. Aristoteles verfügt damit zwar über einen Begriff des Lebewesens, der über spezifische komplexe Funktionen wie Ernährung, Wachstum und Fortpflanzung zu charakterisieren ist; weil er die Entstehung dieser Funktionen aber nicht aus der Kooperation oder Synergie der Organe ableitet, verfügt er nicht über einen entwickelten Begriff des Organismus.¹¹

Im Gegensatz zu Aristoteles nennt der römische Arzt Galen im zweiten nachchristlichen Jahrhundert bevorzugt innere Teile des Körpers ‚Organe‘, so z. B. Leber, Milz, Nieren, Magen, Harnblase, ebenso die nicht in klar abgegrenzten Einheiten lokalisierten Teile wie Muskeln, Venen, Arterien und Nerven. Galen hat insgesamt eine viel differenziertere Kenntnis von den Teilen des menschlichen Körpers als Aristoteles. Mit der genaueren Kenntnis von der Differenziertheit der inneren Organe kommt ihr Zusammenwirken, ihre wechselseitige Beziehung in den

8 Aristoteles: *De generatione animalium*, übers. von A[rthur] L[eslie] Peck Cambridge, MA.: Harvard University Press 1979, 753a18: „Τελειοῦται δ' ἐν τοῖς ψοῖς τὰ ζῶα θάπτον ἐν ταῖς ἀλειναῖς ἡμέραις· συνεργάζεται γὰρ ἡ ὥρα· καὶ γὰρ ἡ πέψις θερμότητος ἐστίν.“

9 Pseudo-Aristoteles: ΟΣΑ ΠΕΡΙ ΑΦΡΟΔΙΣΙΑ [Was den Geschlechtsverkehr betrifft], in: *Problemata physica*, Werke in deutscher Übersetzung, Bd. 19, Berlin: Akademie Verlag 1962, 876b14–17: „πίονα δὲ ἄμφω τυγχάνει ὄντα πάντων αἰεὶ, ἀρχὸς τε καὶ ὄμματα· διὰ μὲν οὖν τὴν συνεργίαν κοινῶν τῆς θερμασίας, διὰ δὲ ταύτην λεπτύνεται καὶ συναποκρίνεται πολὺ εἰς τὸ σπέρμα.“

10 Aristoteles: „*De motu animalium*“, dt.: „Über die Bewegung der Lebewesen“, in: ders.: *Werke*, Bd. 17, Berlin: Akademie-Verlag 1985, 703a28–b2.

11 Vgl. Georg Toepfer: „Organismus“, in: ders.: *Historisches Wörterbuch der Biologie*, Bd. 2, Stuttgart: Metzler 2011, S. 777–842, hier S. 778 f.

Blick. In Galens Terminologie drückt sich dies unter anderem darin aus, dass der Begriff der Sympathie eine wichtige Rolle in der Beschreibung des Verhältnisses der Organe zueinander gewinnt (s. u.).

Das Verhältnis der Organe im Körper als eine Kooperation zu beschreiben, erfolgt seit der Antike in Anlehnung an soziale Modelle der Kooperation. Der Vergleich von Körper und Sozialwesen ist ein beliebter Topos antiker Literatur und findet sich bei klassischen griechischen Autoren wie Platon¹² und Aristoteles¹³ ebenso wie später bei Cicero, Seneca und Mark Aurel.¹⁴ Meist steht dabei der Modellcharakter des natürlichen Organismus für den staatlichen im Mittelpunkt. Das Verhältnis der Kooperation der Organe in einem Organismus wird als Vorbild für das menschliche Miteinander empfohlen. Bei Mark Aurel erfolgt dies unter Verwendung des Synergiebegriffs: „Sind wir doch zum Zusammenwirken [πρὸς συνεργίαν] geboren, wie die Füße, die Hände, die Augenbrauen, die Reihen der obern und untern Zähne“.¹⁵

Es ist bemerkenswert, dass sich der Synergiebegriff von der Antike bis ins Mittelalter häufig nicht auf das Verhältnis der Teile innerhalb eines Körpers oder geschlossenen Systems bezieht, sondern vielmehr das Zusammenwirken von Kräften oder Potenzen des Körpers mit äußeren Faktoren bezeichnet (nach dem Modell der aristotelischen Synergie zwischen der inneren Wärme des Hühnerembryos und der von außen kommenden Sonnenwärme). Dieses Muster findet sich auch in der christlichen Doktrin des *Synergismus*, die das Zusammenwirken des menschlichen Willens mit der Gnade Gottes im Prozess der christlichen Rechtfertigung betrifft (Erasmus von Rotterdam 1524: „gratiae συνεργεῖν“¹⁶; Johann Pfeffinger 1558: „tribuimus aliquam Synergiam voluntati nostræ“¹⁷; Henri de Sponde 1654: „Victorin Strigelle [Viktor Strigel, 1524–1569] auteur de l’heresie nommée Synergie, ou des forces humaines en la conversion de l’homme qui n’est pas encore regeneré par le baptesme“¹⁸). Die Synergie besteht hier im Zusammenwirken des menschlichen Willens mit dem Gottes in der Rechtfertigung der Sünden. In säkularisiertem Kontext erscheint diese Synergie von Innen und Außen in der medizinischen Theorie an der Wende des 17. zum 18. Jahrhundert. Hier wird unter ‚Synergie‘ die Kooperation der von innen kommenden natürlichen Heilungskräfte des Körpers mit der von außen durch den Arzt durchgeführten medizinischen Behandlung ver-

12 Platon: *Politeia*, Düsseldorf: Artemis & Winkler 1999, 462c, d; 464b.

13 Aristoteles: „Politica“, in: ders.: *Werke*, Bd. 9, Berlin: Akademie-Verlag 1996, 1253a.

14 Vgl. Wilhelm Nestle: „Die Fabel des Menenius Agrippa“ (1927), in: ders.: *Griechische Studien. Untersuchungen zur Religion, Dichtung und Philosophie der Griechen*, Stuttgart: Hannsman 1948, S. 502–516, hier S. 510–513.

15 Mark Aurel: *Tü εις εαυτόν*, dt.: *Wege zu sich selbst*, Zürich: Artemis 1951, S. 41 (II, 1). Im Original: γεγόναμεν γάρ πρὸς συνεργίαν ὡς πόδες, ὡς χεῖρες, ὡς βλέφαρα, ὡς οἱ στοίχοι τῶν ἄνω καὶ τῶν κάτω ὀδόντων.

16 Erasmus von Rotterdam: *De libero arbitrio*, Basileae: Frobenius 1524, IV, 7.

17 Johann Pfeffinger: *Utiles Disputationes de praecipuis capitibus doctrinae christianae*, Francofurti: Brubachius 1558, S. 59v (xxxiii).

18 Henri de Sponde: *Abrégé des Annales sacrées et ecclésiastiques*, Paris: Jacques D’Allin, Bd. 3, 1654, S. 308.

standen. Der Hallenser Arzt Georg Ernst Stahl, der diese Lehre 1695 erläutert, schreibt das Wort dabei in einer Kombination von griechischen und lateinischen Buchstaben („ΣΥNERGIAN vocant Medici illam operationem in Corpore humano vivo, agrotante, quâ Natura ad Medicamenta concurrat; ENERGIAN dicere debent, quando sine Medico curat ipsamet morbos. [...] ENERGIE & SYNERGIE Vitali“¹⁹).

Lediglich in diesen spezialisierten medizinischen Kontexten hat sich der Begriff der Synergie zeitweilig zu einem wissenschaftlichen Terminus entwickelt. Für innerorganismische Verhältnisse, also die Beziehung der Organe zueinander, wird seit dem späten 16. Jahrhundert aber eher sein lateinisches Äquivalent verwendet, der Ausdruck ‚cooperatio‘ (Delrio 1599: „perfectissimam vitalium organorum cooperationem“²⁰; franz. Übers. 1611: „la cooperation parfaite des organes vitaux“²¹; geläufiger erst seit Ende des 18. Jahrhunderts: Beguelin 1780: „la coopération des [...] organs“²²).

Synergie und Sympathie

Stärker als die Ausdrücke ‚Synergie‘ und ‚Kooperation‘ ist ‚Sympathie‘ in den antiken physiologisch-medizinischen Theorien verankert. Außerdem wird dieses Wort in der Regel auf das Verhältnis der Teile innerhalb eines Systems bezogen. In den medizinischen Texten des hippokratischen Korpus wird eine Sympathie (συμπάθεια) zwischen den Teilen eines kranken Körpers beschrieben, insofern das Leiden eines Teils sich auf alle anderen auswirkt.²³ Allgemein wird als Grundsatz der hippokratischen Medizin formuliert, dass alles zusammen das Eine ist und das Eine alles enthält (καὶ ὅτι ἅπαν ἐστὶν ἐν αὐτῇ ἓν, καὶ ὅτι ἐν πάντα).²⁴ Oder, anders gesagt, nichts in einem Körper sei bloß Anfang, sondern alles zugleich Anfang und Ziel (πάντα ὁμοίως ἀρχὴ καὶ παντα τελευτή).²⁵ Ein physiologisches Wechselverhältnis der Organe wird an verschiedenen Stellen des hippokratischen Textkorpus

19 Georg Ernst Stahl: *Propempticon inaugurale, De synergeia naturæ in medendo*, Halae: Salfeldius 1695, S. [2]; [5].

20 Martín Antonio Delríó: *Disquisitionum magicarum libri sex in tres tomos partiti*, Rivius: Lovanii, Bd. 1, 1599, S. 43.

21 Martín Antonio Delríó: *Les controverses et recherches magiques*, Chaudiere: Paris 1611, S. 53.

22 Henry Beguelin: „Recherches sur les unités de la nature“, in: *Nouveaux mémoires de l'Académie royale des sciences et belles-lettres*, année 1778 (1780), S. 279–298, hier S. 296 f.

23 Corpus Hippocraticum: „Von den Orten im Menschen“, in: *Œuvres complètes*, Paris: Baillière, Bd. VI, 1849, S. 276–349, hier S. 277. Vgl. „Von den Krankheiten der Frauen“, in: *Œuvres complètes*, Paris: Baillière, Bd. VIII, 1853, S. 10–407, hier S. 95. Walter Burkert: *Zum altgriechischen Mitleidsbegriff*, München 1955. Heinz Schott: „Sympathie als Metapher in der Medizingeschichte“, in: *Würzburger medizinhistorische Mitteilungen* 10 (1992), S. 107–127. Jürgen Richter: *Die Theorie der Sympathie*, Frankfurt a. M.: Lang 1996.

24 Corpus Hippocraticum: „Von den Krankheiten“, 1. Buch, in: *Œuvres complètes*, Paris: Baillière, Bd. VI, 1849, S. 140–205, hier S. 140.

25 Corpus Hippocraticum: „Von den Orten im Menschen“, in: *Œuvres complètes*, Paris: Baillière, Bd. VI, 1849, S. 276–349, hier S. 276.

erwähnt. Eingebunden ist es besonders in die Auffassung von Krankheiten als Disharmonien der Körpersäfte: Die Störung des Säftegleichgewichts eines Organs ziehe die Erkrankung eines anderen Organs nach sich. In der pseudo-hippokratischen Schrift *De alimento* heißt es: „Zusammenfließen eines, Zusammenatmen eines, alles in Sympathie [πάντα συμπαθέα]; alles gemäß Ganzgliedrigkeit [οὐλομελῖν πάντα]“. ²⁶ Durch Zusammenfließen, Zusammenatmen, Zusammenleiden werden hier die Lebensfunktionen also auf die Gemeinsamkeit der Organe zurückgeführt. Alles stehe in „gegenseitigem Wirkungszusammenhang“, so dass alle Teile zu Gliedern werden, die nur im Ganzen Bestand haben und nur im Ganzen ihre Funktion ausüben können. ²⁷

Der antike Sympathiebegriff ist allerdings weit davon entfernt, ein spezifisch biologisches Prinzip zu bezeichnen. Er stellt vielmehr ein umfassendes Korrespondenzprinzip dar, das nicht nur der Einheit einzelner Körper zugrundeliegt, sondern auch die Entsprechung von Himmel und Erde, von Mikro- und Makrokosmos auf den Begriff bringen soll. Besonders im Rahmen der Philosophie der mittleren Stoa, bei Poseidonios am Beginn des ersten vorchristlichen Jahrhunderts, wird die Sympathie zur „weltdurchdringenden Allkraft, zur Erklärung der Welträtsel, die auf einen verborgenen Zusammenhang aller Dinge wiesen“. ²⁸

Im physiologischen Kontext wird der Sympathiebegriff erst mit den Schriften Galens einschlägig. Im aristotelischen Korpus ist meist nur an marginalen Stellen von Sympathie die Rede, etwa in einer Diskussion des ansteckenden Gähnsens. ²⁹ Ebenso wie für ‚Synergie‘ gilt auch für ‚Sympathie‘, dass Aristoteles den Ausdruck nicht auf das Verhältnis der Körperorgane untereinander bezieht. Allein das Verhältnis zwischen Körper und Seele sieht er als eine Sympathie an. ³⁰ Trotzdem sind einige Interpreten der Ansicht, dass Aristoteles mit seinem Sympathiebegriff „gesetzsmäßige Wirkungszusammenhänge in einem organischen Ganzen“ bezeichne; es gehe um „die Art, wie die Teile des Organischen sich gegenseitig beeinflussen und aufeinander reagieren“. ³¹ Direkte Nachweise für ein derartiges synergetisches Verständnis des Sympathiebegriffs finden sich aber bei Aristoteles nicht.

26 Pseudohippokrates: „De alimento“, in: *Ceuvres complètes*, Paris: Baillière, Bd. IX, 1861, S. 106, Nr. 23, dt.: *Über die Nahrung*, Wiesbaden: Steiner 1973, S. 37. Vgl. Hippokrates: „Die Nahrung“, in: ders.: *Sämtliche Werke*, München: Lüneburg, Bd. 1, 1895, S. 276–285, hier S. 279, Kapitel XXIII.

27 Karl Deichgräber: *Kommentar zu Pseudohippokrates. Über die Nahrung*, Wiesbaden: Steiner 1973, S. 38 f. Vgl. auch Max Neuburger: *Geschichte der Medizin*, Stuttgart: Enke, Bd. 1, 1906, S. 205.

28 Karl Reinhardt: „Poseidonios“, in: *Paulys Realencyclopädie der classischen Altertumswissenschaft*, Bd. 22, 1 (1953), S. 558–826, hier S. 649. Vgl. ders.: *Kosmos und Sympathie*, München: Beck 1926.

29 Aristoteles: „Problemata physica“, in: ders.: *Werke*, Bd. 19, Berlin: Akademie-Verlag 1983, 886a; 887a (7, 2; 6). Vgl. Richter: *Sympathie* (Anm. 23), S. 120.

30 Aristoteles: „Physiognomica“, in: *Aristotelis Opera*, Berlin 1831, 805a6; 808b11. Ders.: „Analytica priora“, in: ders.: *Werke*, Bd. 3, Berlin: Akademie-Verlag 2007, 70b16.

31 Burkert: *Mitleidsbegriff* (Anm. 23), S. 65.

Ein solches Verständnis findet sich aber bei dem römischen Arzt Galen, der ‚Sympathie‘ zu einem physiologischen Begriff macht.³² Galen stellt sich die Wechselseitigkeit der Organe über die Nerven oder über die Blutbahn vermittelt vor. In einer Interpretation der pseudohippokratischen Stelle aus *De alimento* formuliert er: „Die Teile des Körpers stehen zueinander in Sympathie, d. h. sie stehen übereinstimmend alle im Dienst eines Ergon“.³³

Auch bei diesen Ausführungen befindet sich aber offensichtlich noch ein hierarchisches Modell im Hintergrund: Die Organe wirken auf ein über ihnen als Zweck stehendes *ergon*, demgegenüber sie Mittel sind. Dennoch betont Galen stärker als Aristoteles das Zusammenwirken der Organe; die Lebensfunktionen ergeben sich aus dem Zusammenwirken der Teile, nicht aus dem zentralistischen Prinzip der Seele (die Galen außerdem selbst auch als ein Säftegemisch versteht³⁴). Das galenische Lebewesenmodell bewegt sich damit weiter auf dem Weg zum neuzeitlichen Organismusbegriff mit seiner Betonung der durchgängigen Wechselseitigkeit der Teile.

Synergie und Sympathie sind Begriffe, die zwei eng zusammenhängende Aspekte von organisierten Systemen bezeichnen: das Zusammenwirken der Komponenten in der Hervorbringung eines Resultats und die Verbundenheit der Teile im Hinblick auf ihre Funktionalität und Störung. Begrifflich können diese beiden Aspekte aber wohl unterschieden werden. Die klare begriffliche Differenzierung erfolgt aber erst spät, erst am Ende des 18. Jahrhunderts, nachdem der Synergiebegriff zu einem zentralen Begriff der Physiologie und Medizin wurde.

Synergie und Funktion

Eingeleitet wird diese Entwicklung durch den französischen Mediziner und Enzyklopädisten Paul Joseph Barthez, der im Jahr 1778 eine in den folgenden Jahrzehnten viel beachtete Definition des Synergiebegriffs gab. Der Kern dieser Definition bezieht sich auf das Zusammenwirken der Organe eines Körpers zur Hervorbringung einer komplexen, gemeinschaftlich getragenen Funktion eines gesunden Organismus, wie der Exkretion, oder eines körperlichen Zustandes als Reaktion auf eine Erkrankung, wie der Entzündung. Die Definition lautet:

Je désigne par ce mot de synergie, un concours d'action des forces de divers organes qui co-opèrent avec un organe déterminé, pour constituer par leur ordre d'harmonie

32 Galen: „De usu partium corporis humani“, in: ders.: *Œuvres anatomiques, physiologiques et médicales*, Bd. 1, Paris: Baillière 1854, S. 128 [*Opera Omnia*, Bd. VIII, Leipzig 1824, S. 340 (IV, 104)]. Vgl. Rudolph E. Siegel: *Galen's System of Physiology and Medicine*, Basel: Karger 1968, S. 360–370. André Pichot: *Histoire de la notion de vie*, Paris: Gallimard 1993, S. 137 f.

33 Galen: „De usu partium corporis humani“, in: *Opera Omnia*, Bd. III, Leipzig: B. G. Teubneri 1822, S. 18 (I, 8), dt. in: Richter: *Sympathie* (Anm. 23), S. 146.

34 Galen: „Quod animi mores corporis temperamenta sequantur“, in: *Opera omnia*, Leipzig: B. G. Teubneri, Bd. 4, 1822, S. 767–822, hier S. 774 f. Vgl. Rudolph E. Siegel: *Galen on Psychology, Psychopathology, and Function and Diseases of the Nervous System*, Basel: Karger 1973, S. 122.

ou de succession la forme générique d'une affection particulière dont le siège principal est supposé dans cet organe, en santé ou en maladie: comme, par exemple, la forme générique de l'excrétion, ou de l'inflammation.³⁵

In der überarbeiteten zweiten Auflage dieses Werks, die 1806 erscheint, wird Barthez noch deutlicher und betont, dass das synergetische Zusammenwirken der Organe zur Entstehung neuer *Funktionen* (oder Krankheitsphänomene) führt:

[...] j'ai donné à ce mot Synergie une signification plus déterminée. Il est clair qu'un concours d'action de plusieurs organes peut avoir lieu dans le cours d'une fonction ou d'une maladie; 1°. par une sympathie proprement dite de deux organes, qui fait qu'une affection de l'un occasionne ou fait naître dans l'autre une affection correspondante; 2°. par une synergie proprement dite de ces organes, qui fait qu'ils doivent concourir pour constituer la forme essentielle d'une fonction ou d'une maladie; suivant les lois primitives du Principe Vital, qui produisent cette fonction ou cette maladie.³⁶

Die Kooperation oder Synergie der Organe kann danach entweder dadurch zustande kommen, dass die Organe auf den Zustand der jeweils anderen reagieren oder dass sie in der Konstitution der wesentlichen Form einer Funktion zusammenwirken. Die erste Weise bezeichnet Barthez als *Sympathie*, die zweite als *Synergie im eigentlichen Sinne*. Später in seinem Werk erläutert er die wichtige zweite Form, die Synergie im eigentlichen Sinne, in etwas anderen Worten, indem er den Kern der Synergie im simultan oder sukzessiv erfolgenden Zusammenwirken („concours d'actions“) der Kräfte verschiedener Organe sieht.³⁷ Barthez behandelt in seiner Analyse der Synergie Funktionen des gesunden Organismus und Krankheiten stets analog. Für beide nimmt er offenbar einen ähnlichen Mechanismus an, und es scheint, dass er die Bedeutung des Zusammenwirkens der Organe im gesunden Organismus aus Beobachtungen über die Korrelation von Störungen im kranken ableitet. Zu der großen Zahl von Korrelationen, die der Verfasser diskutiert, gehören solche zwischen Organen, die in keiner direkten Verbindung zueinander stehen, wie die Geschlechtsorgane und die Stimmwerkzeuge oder der Magen-Darm-Trakt und die Gliedmaßen, und solche, die direkt miteinander verbunden seien, wie die jeweils paarweise vorhandenen Augen, Ohren und Hände eines Menschen.

Eine 1808 erschienene Rezension der zweiten Auflage von Barthez' Buch führt dessen Unterscheidung von Sympathien und Synergien auf Erasmus Darwin zurück, der angeblich „der erste ist, der sie bestimmt unterschieden hat“³⁸. Darwin habe als erster die „Mitleidenschaft“ zwischen Organen (Sympathie) deutlich von

35 Paul Joseph Barthez: *Nouveaux éléments de la science de l'homme*, Montpellier: Martel 1778, S. 146 f.

36 Ders.: *Nouveaux éléments de la science de l'homme*, Paris: Goujon, Bd. 2, 1806, S. 4.

37 Ebd., S. 17: „On doit entendre par Synergie un concours d'actions simultanées ou successives des forces de divers organes, pour constituer la forme d'une fonction, ou d'un genre de maladie.“

38 Anonymus: „[Rezension Paul Joseph Barthez: *Nouveaux éléments de la science de l'homme*, 2 Bde., Paris: Goujon 1806]“, in: *Allgemeine Literatur-Zeitung* 3 (1808), Sp. 529–536, hier Sp. 534.

ihrer „Vergesellschaftung“ (Synergie) konzeptionell getrennt. Eine „Vergesellschaftung“ oder Synergie liegt nach dem Rezensenten vor, wenn „mehrere Muskeln oder Theile zusammen wirken müssen, um eine Verrichtung hervor zu bringen“.³⁹

Bei Erasmus Darwin ist die begriffliche Situation allerdings nicht ganz so eindeutig wie bei Barthez: Im ersten Band seiner *Zoonomia* von 1794 identifiziert Darwin die Sympathie mit „Vergesellschaftungen von Bewegungen“ („associations of motions“, z. B. zwischen Magen und Herz)⁴⁰, er erläutert dies auch als ein Übereinstimmen der Teile („consent of parts“)⁴¹; von *Synergien* spricht er dagegen überhaupt nicht.

Kurz vor dem Erscheinen von Barthez' Vorschlag zur Differenzierung zwischen Synergie und Sympathie wird noch ein enger Zusammenhang zwischen beiden hergestellt. So meint Franz Samuel Karpe 1802: „Das erste, was sich aus der Sympathie entwickelt, ist die Synergie, und der Nachahmungstrieb der Menschen d. i. ihre Stimmung und Bereitschaft allerley Andern nachzumachen“.⁴² Und August Gutfeldt behauptet 1803:

In einer Assoziation der Bewegungen (welche Einige auch Synergie nanten) können die verschiedenen Organe nur dann stehen, wenn die erregte Thätigkeit eines einzelnen vermittelnd für die Erregung der Thätigkeit der übrigen mit ihm verknüpften Organe wird. Alle Sympathie (Assoziation der Reizungen) der Organe ist nothwendig durch Synergie (Assoziation der Thätigkeit) derselben bedingt, und umgekehrt. [...] [Es ist] zwischen Organen keine Assoziation der Thätigkeit, kein Verhältniss von Synergie gedenkbar; ohne die Voraussetzung eines zwischen denselben bestehenden Verhältnisses von Assoziation der Reizung. Denn sollen die Organe sich wechselseitig zur Thätigkeit erregen können, so müssen sie auch Rezeptivität für ihre Wechselthätigkeit aufeinander besitzen.⁴³

Der Ausdruck ‚Vergesellschaftung‘, den der Rezensent von Barthez' Werk im Jahr 1808 zur Erläuterung des Synergiebegriffs verwendet, legt einen Einfluss sozialwissenschaftlicher Begrifflichkeit auf die Differenzierung zwischen Synergie und Sympathie im physiologisch-medizinischen Kontext nahe. Einflussreich könnte insbesondere Friedrich Schleiermachers Unterscheidung von zwei Formen der sozialen Verbundenheit sein, die er 1799 mit den später einschlägigen Termini *Gesellschaft* und *Gemeinschaft* benennt. Die Gesellschaft hat danach einen Zusammenhalt, der durch die Verschiedenartigkeit der Teile und ihre Wechselseitigkeit gekennzeichnet

39 Ebd.

40 Erasmus Darwin: *Zoonomia, or, The Laws of Organic Life*, London: Johnson, Bd. 1, 1794, S. 283.

41 Ebd., S. 442. Dies ist eine Formulierung, die bereits seit den 1770er Jahren verwendet wird, um den physiologisch-medizinischen Sympathiebegriff zu erläutern: „sympathy or consent of parts“. Vgl. Thomas Percival: *Essays Medical and Experimental*, London: Warrington, Bd. 2, 1773, S. 106.

42 Franz Samuel Karpe: *Darstellung der Philosophie ohne Beynahmen in einem Lehrbegriffe, als Leitfaden bey der Anleitung zum liberalen Philosophiren*, Erster Theil: *Empirische Psychologie*, Wien: Wappler und Beck 1802, S. 266.

43 August H. Gutfeldt: *Über das Verhältniß der Wechselerregung, Nervenwirkung und Bewegung im thierischen Organismus*, Göttingen: Schröder 1803, S. 15 f.

ist, während die Gemeinschaft ihre Einheit gerade aus der Übereinstimmung ihrer Elemente bezieht.⁴⁴

Wenn der Rezensent von 1808 also von der „Vergesellschaftung (Synergie)“⁴⁵ spricht, dann ist dies im Lichte von Schleiermachers Unterscheidung von Gesellschaft und Gemeinschaft aus dem Jahr 1799 und der späteren, zur Begründung der Soziologie führenden Entwicklung im Sinne der funktionalen Differenzierung von Komponenten eines komplexen Systems (im Sinne von Émile Durkheims „organischer Solidarität“) zu verstehen. Während das Verhältnis der Sympathie im Sinne einer „Mitleidenschaft“ gerade keine Differenzierung der interagierenden Teile voraussetzt, macht diese Differenzierung den Kern der Synergie aus: Synergien sind Interaktionen von Faktoren oder Komponenten eines Systems, die zu neuartigen Eigenschaften dieses Systems führen oder seine Einheit überhaupt erst begründen. Im biologischen Zusammenhang sind diese Einheiten darüber hinaus dadurch gekennzeichnet, dass sie einen Beitrag zur Erhaltung des Systems leisten, von dem sie ein Teil sind, dass sie also *funktional* sind.

Dieser Bezug auf Funktionen ist für viele Erläuterungen und Definitionen des Synergiebegriffs im physiologischen Kontext seit der zweiten Auflage von Barthez' Monografie aus dem Jahr 1806 leitend. 1821 ist von Synergien „für die Erreichung spezifischer Funktionen“ die Rede⁴⁶; 1840 wird ‚Synergie‘ bestimmt als die „besondere Assoziation zwischen Organen“, die „in ihren Aktionen das gleiche gemeinsame Ziel anstreben“⁴⁷; und 1851 definiert ein medizinisches Lexikon die Synergie als „Korrelation oder Zusammentreffen von Aktionen verschiedener Organe“⁴⁸.

Die über Synergien erzeugten Funktionen können sich dabei auf sehr unterschiedlichen Ebenen bewegen. Beschrieben werden in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts partikuläre Synergien innerhalb einzelner Organe (wie die „Synergie der Augenmuskeln“⁴⁹), Synergien zwischen verschiedenen Organen („funktionelle Synergie von Leber und Niere“⁵⁰), Synergien des Gesamtorganismus („die

44 Friedrich Schleiermacher: „Versuch einer Theorie des geselligen Betragens“ [1799], in: ders.: *Kritische Gesamtausgabe*, I. Abt., Berlin: de Gruyter, Bd. 2, 1984, S. 163–184, hier S. 169.

45 Anonymus: „Rezension“ (Anm. 38), Sp. 534.

46 Anonymus: „[Rezension: Louis-Jacques Bégin: *Principes généraux de physiologie-pathologique, coordonnés d'après la doctrine de M. Broussais*, Paris: Méquignon-Marvis 1821]“, in: *The London Medical and Physical Journal* 45 (1821), S. 237–251, hier S. 246: „synergy (co-operation), for the fulfilment of an especial function“.

47 Daniel Oliver: *First Lines of Physiology*, Philadelphia, PA: Hooker 1840, S. 479: „there are certain special associations between certain organs, by means of which [...] both conspire in their actions towards the same common object.“

48 Robley Dunglison: *Medical Lexicon. A Dictionary of Medical Science*, Philadelphia, PA: Blanchard and Lea 1851, S. 835: „Synergy [...] a correlation or concurrence of action between different organs in health; and, according to some, in disease“.

49 Hermann von Meyer: „Zur Lehre von der Synergie der Augenmuskeln“, in: *Poggendorffs Annalen* 85 (1852), S. 207–209.

50 Colasanti: „[Rezension: A. Lugli: *Die Toxizität der Galle vor und nach der Ligatur der Vena Portae*]“, in: *Jahresbericht über die Fortschritte der Thierchemie* 26 (1897), S. 465–466, hier S. 466.

Synergie des interorganischen Betriebes⁵¹⁾ oder physiologische Synergien, die zu psychischen Phänomenen führen („the synergy of organs in producing mental phenomena“⁵²⁾).

Auffallend ist bei all der Vielfalt beschriebener Synergiephänomene, dass die Anwendung des Begriffs in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts meist auf den Bereich des Organischen beschränkt bleibt. Von einigen Autoren wird diese Begrenzung ausdrücklich erwähnt. So heißt es in einer Abhandlung aus dem Jahr 1856, im Samenkorn einer Pflanze seien zwar eine nur relativ geringe Zahl von Atomen vorhanden, an ihnen haften aber eine große Anzahl von Kräften, und es sei die „Synergie dieser so zahlreichen Kräfte“, die eine für den Bereich des Organischen charakteristische, d. h. für „unorganische Prozesse“ gerade nicht zu findende, „thätige Rolle“ annehme.⁵³ Diese Beschränkung auf das Organische hängt damit zusammen, dass Synergien als ausgerichtet auf *Funktionen* beschrieben werden. Denn traditionell sind es ausschließlich *organische* Systeme, die so beschrieben werden, dass die Aktivitäten ihrer Komponenten ausgerichtet sind auf Funktionen, besonders Funktionen der Erhaltung des Systems, von dem die Komponenten ein Teil sind. Verbunden ist diese Beschreibung klassischerweise mit Modellen der Wechselseitigkeit oder Reziprozität zwischen den beteiligten Komponenten. Damit ist ein weiteres Moment des Synergiebegriffs bezeichnet.

Synergie und Reziprozität

In den älteren Beschreibungen von Prozessen des Zusammenwirkens liegen meist auch reziproke Verhältnisse zwischen den interagierenden Komponenten vor. Das Zusammenwirken besteht dann nicht nur in der Hervorbringung einer neuen Einheit, die aus dem Zusammenspiel der Komponenten hervorgeht, sondern die Komponenten selbst werden durch ihr Zusammenwirken verändert, hängen im Extremfall von dem Einfluss der anderen Komponenten ab. Bei organisierten Systemen, die seit der Antike beschrieben werden, ist dies der Regelfall.

Eines der bekanntesten Beispiele für die Beschreibung eines solchen Systems ist mit der Fabel des Menenius Agrippa gegeben. Die Fabel, die in das ausgehende 5. Jahrhundert datiert werden kann⁵⁴, handelt von der Niederschlagung eines Plebejeraufstandes in Rom. Nach Livius, auf den die bekannteste Version der Fabel zurückgeht, soll Menenius Agrippa die auf den Heiligen Berg ausgewanderten Plebejer dadurch zur Rückkehr in die Stadt veranlasst haben, dass er ihre Stellung im Staatswesen mit denen der Hände im menschlichen Körper verglich: Sie würden

51 Ottomar Rosenbach: *Die Krankheiten des Herzens und ihre Behandlung*, Wien: Urban & Schwarzenberg 1897, S. 915.

52 George Henry Lewes: *The History of Philosophy*, London: Logmans, Green, and Co., Bd. II, 1867, S. 419.

53 Marius Pichard: *Darstellungsversuch einiger der Beziehungen der Physiologie zur Pathologie*, Würzburg: Becker 1856, S. 15.

54 Nestle: „Menenius Agrippa“ (Anm. 14), S. 507.

nicht nur Arbeit verrichten und von den anderen Teilen des Staates nicht profitieren, sondern ihre eigene Erhaltung hänge von der über die anderen Organe vermittelten Rückwirkung ihrer Arbeit auf sie selbst ab. Der Senat werde im gleichen Maße nicht nur von den Plebejern versorgt, sondern Sorge sich umgekehrt auch für das Wohl der Plebejer, wie der Magen im Körper nicht nur von der Arbeit der Hände ernährt werde, sondern zu ihrer Versorgung mit Nährstoffen beitrage: „Da sei dann klar geworden, daß auch der Bauch eifrig seinen Dienst tue und daß er nicht mehr ernährt werde als daß er ernähre, indem er das Blut, von dem wir leben und stark sind, gleichmäßig auf die Adern verteilt, in alle Teile des Körpers zurückströmen lasse, nachdem es durch die Verdauung der Nahrung seine Kraft erhalten habe“.⁵⁵ Hiermit ist die Beschreibung sowohl eines sozialen als auch eines organischen Systems als einer Einheit aus wechselseitig voneinander abhängigen Teilen gegeben. Der Körper ist so beschrieben, dass die Gliedmaßen und inneren Organe sich zueinander wechselseitig wie Mittel und Zweck verhalten; das eine wird auf das andere bezogen und der Einfluss des jeweils anderen wird als notwendig für die Erhaltung jeder Komponente erachtet.

In organisierten Systemen dieser Art erscheint das Zusammenwirken der Komponenten im Sinne einer Synergie nicht nur als zufälliges oder isoliertes Ereignis, sondern ist über die Struktur des Systems stabilisiert und in ein Ganzes integriert. In dem antiken Beispiel ist die Synergie zwischen Magen und Händen über ihre in dem organisierten System eines Lebewesens verankerte Form auf Dauer gestellt. Der anhaltende und kontinuierliche Charakter des Zusammenwirkens ermöglicht die sukzessive Steigerung der Komplexität der interagierenden Komponenten. Das Ergebnis der langfristig stabilen reziproken Beziehung zwischen den Komponenten können integrierte Systeme sein, in denen alle Teile wechselseitig voneinander abhängen, wie dies in Organismen der Fall ist. Das anhaltende Zusammenwirken der Komponenten bringt in diesen Systemen Strukturen oder Formen hervor („dynamically created forms“⁵⁶), die als lokale Randbedingungen oder Bedingungsfaktoren („constraints“) für die Interaktion der Komponenten fungieren. Die konservierten dynamisch erzeugten Formen des Systems – der „Leib“ der Lebewesen – bedingt damit auch die Abgrenzung des Systems von der Umwelt, indem er die Rückbeziehung der von dem System ausgehenden Aktivitäten auf das System bewirkt und auf diese Weise die funktionale Geschlossenheit und Eigengesetzlichkeit (Autonomie) des Systems herstellt.⁵⁷

55 Livius: *Ab urbe condita*, dt.: *Römische Geschichte*, Düsseldorf: Artemis & Winkler, Bd. 1, 1987, S. 235 (II, 32).

56 „Through their results, dynamics modify the setting for subsequent dynamics. Dynamically created forms, if somehow consolidated, become molds for the course of future activity“. Paul Weiss: „1 + 1 ≠ 2 (One plus one does not equal two)“, in: Gardner C. Quarton/Theodore Melnechuk/Francis O. Schmitt (Hg.): *The Neurosciences: A Study Program*, New York, NY: The Rockefeller University Press 1967, S. 801–821, hier S. 804.

57 „[B]iological organisms realize a specific kind of causal regime [...], i.e., a distinct level of causation, operating in addition to physical laws, generated by the action of material structures acting as constraints“. Matteo Mossio/Alvaro Moreno: „Organisational closure in biological organisms“, in: *History and Philosophy of the Life Sciences* 32 (2010), S. 269–288, hier S. 269.

Die in den Körpern von Organismen akkumulierten und stabilisierten Synergien bilden paradigmatische Fälle von synergetischen Beziehungen. In ihnen gehen komplexe neuartige Formen und Funktionen aus der Interaktion der Komponenten hervor, und die Komponenten selbst entstehen erst aus der Reziprozität ihrer Beziehungen. Im Falle der Organismen ist die Synergie also eng verbunden mit der reziproken Wirkung und Abhängigkeit der Teile eines Ganzen. Aber es ist doch nicht in erster Linie die Reziprozität der Beziehung, die eine Relation als Synergie auszeichnet. Der Synergiebegriff bezieht sich primär gar nicht auf das Verhältnis der Komponenten einer Interaktion, sondern auf die Relation der (Eigenschaften oder Leistungen der) Komponenten zu dem Resultat ihrer Interaktion. In extremen Fällen kann es daher Synergieeffekte geben, die keine Reziprozität im Sinne einer wechselseitigen Abhängigkeit von Komponenten einschließt. Dies gilt für chemische Reaktionen, bei denen die Ausgangsstoffe zwar miteinander reagieren, aber nicht voneinander abhängen und doch in ihrer Reaktion ein Produkt mit neuen Eigenschaften hervorbringen. So entsteht ein Wassermolekül zwar durch die Interaktion von zwei Wasserstoffatomen mit einem Sauerstoffatom, und das Produkt dieser Interaktion weist ganz andere Eigenschaften als die Komponenten auf. Dieses Zusammenwirken von Atomen schließt aber nicht eine wechselseitige ontologische Abhängigkeit der Ausgangsstoffe der Reaktion ein.

Aufgrund dieser Interaktion ohne ontologische Abhängigkeit, die das allgemeine Phänomen der Synergie von dem spezifischen Prozess der sich aufschaukelnden Reziprozität in organischen Systemen unterscheidet, kann der Synergiebegriff auf viele anorganische Erscheinungen bezogen werden. Besonders deutlich wird diese breite Anwendbarkeit in der von dem Physiker Hermann Haken begründeten *Synergetik*. Haken entwickelt seine Ideen zwar an dem spezifischen Fall der Laserphysik, verwendet seinen Zentralbegriff aber doch so, dass er zur Beschreibung sehr unterschiedlicher Systeme verwendet werden kann: Die Synergetik wird von ihm, anlässlich der Einführung des Begriffs im Jahr 1971, einfach als „die Lehre vom Zusammenwirken“ bestimmt.⁵⁸ Auch in späteren Definitionen hält Haken den Begriff bewusst offen. Er versteht darunter das Studium der Kooperation von Teilen eines Systems, die in der Bildung von makroskopischen räumlichen, zeitlichen oder funktionalen Strukturen resultiert,⁵⁹ oder auch einfach die „Wissenschaft vom geordneten, selbstorganisierten, kollektiven Verhalten“⁶⁰. An anderer Stelle heißt es wenig später, die Synergetik untersuche, auf welche Weise in Systemen, die aus sehr vielen Subsystemen bestehen, die Subsysteme durch Selbst-

58 Hermann Haken/Robert Graham: „Synergetik – die Lehre vom Zusammenwirken. Was verbindet die Physik, Chemie und Biologie?“, in: *Umschau Wissenschaft und Technik* 6 (1971), S. 191–195.

59 Hermann Haken: „Synergetics. Are cooperative phenomena governed by universal principles?“, in: *Die Naturwissenschaften* 67 (1980), S. 121–128, hier S. 121.

60 Hermann Haken: *Synergetik. Die Lehre vom Zusammenwirken. Erfolgsgeheimnisse der Natur*, Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt 1981, S. 21.

organisation neue Qualitäten des Gesamtsystems hervorbringen könnten.⁶¹ Gegenstände dieser Untersuchung sind sowohl Phänomene der Strukturbildung in einfachsten anorganischen Systemen wie den Bénard-Zellen als auch soziale Prozesse wie das Phänomen, dass sich viele Individuen plötzlich neuartigen Ideen unterwerfen, etwa in der Mode, Malkunst oder Literatur.⁶² Die Synergetik und mit ihr der Begriff der Synergie wird damit aber ungeeignet, das Spezifische der organischen Funktionskomplexe herauszuarbeiten – dafür spielt in den Ansätzen der letzten Jahre der Begriff der lokalen, vom System selbst erzeugten *constraints* eine wichtigere Rolle. *Synergie* erscheint dagegen als ein Konzept, das die Naturwissenschaften der Physik und Chemie mit den Lebens- und Sozialwissenschaften verbindet. Das Charakteristische des Synergiebegriffs liegt damit gerade in seiner universalen Anwendbarkeit. Mit ihm kann zwar nicht die Spezifik des Organischen herausgearbeitet werden, dagegen aber sehr wohl die Gemeinsamkeit dieses Bereichs mit anderen Phänomenen, die aus der Interaktion von Elementen hervorgehen. Aus Synergien entstanden sind eben nicht nur Lebewesen, sondern auch chemische Moleküle und Modeerscheinungen. In seinem transdisziplinären Status ist der Begriff für die Erklärung der spezifischen Phänomene einzelner Wissenschaften damit aber nicht mehr nützlich. Diese Eigenschaft teilt er mit dem Emergenzbegriff.

Synergie und Emergenz

Durch Synergie entstandene Phänomene weisen in vielen, aber durchaus nicht allen Fällen emergente Eigenschaften auf. Das Zusammenwirken von Elementen kann neue Eigenschaften hervorbringen, die die isolierten Elemente nicht haben. Aus synergetischen Prozessen hervorgegangene Systeme sind in diesen Fällen, wie es für Emergenzphänomene typisch ist, durch die Irreduzibilität und Unvorhersagbarkeit der Eigenschaften des Ganzen aus den Eigenschaften der Teile gekennzeichnet.⁶³

Mit den Theorien der Emergenz teilt der Synergiebegriff eine Verankerung in einem naturalistischen Ansatz. Beide Begriffe sind auf eine Erklärung der Eigenschaften eines Systems aus der Interaktion seiner Bestandteile gerichtet. Die Systemeigenschaften werden aus der Perspektive der Mikrostruktur des Systems, d. h. seinen Bestandteilen und deren Anordnung, betrachtet und gelten als deren kausale Resultante (synchrone Determiniertheit). Weil die aus der Synergie hervorgegangenen emergenten Eigenschaften aber nicht auf die Eigenschaften der Teile reduziert werden können, also nur im Makrozustand, nicht aber im Mikrozustand

61 Hermann Haken: „Synergetics: an approach to complex dynamic systems“, in: *Advances in Applied Probability* 14 (1982), S. 197.

62 Arne Wunderlin/Hermann Haken: „Some applications of basic ideas and models of synergetics to sociology“, in: Eckart Frehland (Hg.): *Synergetics. From Microscopic to Macroscopic Order*, Berlin: Springer 1984, S. 174–182.

63 Vgl. Achim Stephan: *Emergenz. Von der Unvorhersagbarkeit zur Selbstorganisation*, Dresden: Dresden University Press 1999.

des Systems vorhanden sind, ergeben sie sich aus der nicht-lokalen Struktur des Gesamtsystems, nämlich der Interaktion seiner Komponenten.⁶⁴

Der Mehrwert der Synergie muss aber nicht in der Entstehung neuer Eigenschaften bestehen, sondern kann auch ein rein quantitativer sein: Synergie ohne Emergenz neuer qualitativer Eigenschaften liegt vor, wenn durch ein Gesamtsystem mehr von etwas hergestellt oder erreicht wird als durch die Summe seiner Teilsysteme. In diesem Sinne einer rein quantitativen Emergenz (wenn man dies überhaupt „Emergenz“ nennen will) wird der Synergiebegriff in verschiedenen Bereichen verwendet. Dies erfolgt vor allem in dem Begriff der *Synergieeffekte*. Dieser Ausdruck erscheint seit Ende des 19. Jahrhunderts zunächst im medizinisch-pharmakologischen Kontext, so 1895 in Bezug auf die effektivere Behandlung von rheumatischen Beschwerden durch die Kombination von zwei chemischen Präparaten.⁶⁵ In diesem Kontext liegt keine qualitative Emergenz vor, sondern lediglich die Verstärkung eines Effekts (der Schmerzlinderung), der auch durch die isoliert gegebenen Mittel bereits erreicht wird.

Breite Anwendung findet der Begriff der Synergieeffekte vor allem in der Ökonomie, in die er in den 1960er Jahren übernommen wurde, vor allem in Diskussionen über den ökonomischen Vorteil von Unternehmenszusammenschlüssen.⁶⁶ Die Fokussierung auf das rein Quantitative des Mehrwerts (nämlich die Profitsteigerung) ohne die Hervorbringung von qualitativ Neuem wird in der von J. Fred Weston eingeführten Bezeichnung $2 + 2 = 5$ -Effekt⁶⁷ deutlich. Außerdem kommt die primär quantitative Dimension des ökonomischen Synergiebegriffs auch darin zum Ausdruck, dass die Schwierigkeiten von Unternehmensfusionen unter dem Titel der *negativen Synergieeffekte* zusammengefasst werden. Eine Bilanzierung und Kontrolle der positiven und negativen Effekte kann im *Synergiemanagement* erfolgen.⁶⁸

64 Alex J. Ryan: „Emergence is coupled to scope, not level“, in: *Complexity* 13 (2007), S. 67–77, hier S. 70.

65 „The addition of ammonol to the salicylate exerts a synergistic effect over the entire range of the salicylic acid, and the compound resulting from the combination of the two is far more effective than the sodium salicylate or ammonium salicylate“. Anonymus: „Ammonol Salicylate“, in: *The Medical Bulletin* 17 (1895), S. 400. Vgl. auch Anonymus: „Medicinal and dietetic articles“, in: *The British Medical Journal* 1 (1914), S. 717.

66 „[M]any mergers/acquisitions just do not produce the ‚1 plus 1 equals more than 2‘ synergism. [...] The acquiring company should keep in mind the extent to which it may benefit from a change in the character of the acquired firm, and the likelihood of the combination of the two companies having a synergistic effect.“ Clarence I. Drayton, Jr./Craig Emerson/John D. Griswold/G. Richard Young: *Mergers and Acquisitions. Planning and Action*, New York 1963, S. 36, 48. Vgl. „synergistic‘ effects and managerial insights are often said to be present in various merger situations.“ Dennis C. Mueller: „A theory of conglomerate mergers“, in: *The Quarterly Journal of Economics* 83 (1969), S. 643–659, hier S. 643.

67 J. Fred Weston: „The determination of share exchange ratios in mergers“, in: William W. Alberts/Joel E. Segall (Hg.): *The Corporate Merger*, Chicago, IL: The University of Chicago Press 1966, S. 117–138, hier S. 130. Vgl. ders.: *Managerial Finance*, New York, NY: Holt, Rinehart and Winston 1962.

68 Ralf Kogeler: *Synergiemanagement im Akquisitions- und Integrationsprozeß von Unternehmen*, München: Gbi Verlag 1992.

Synergie und Konkurrenz

Gerade die ökonomische Perspektive macht deutlich, dass im Synergiebegriff zwei Prinzipien zusammenkommen, die häufig als antagonistisch gelten: Konkurrenz und Kooperation. Ökonomischer Antrieb für die Synergie im Sinne der Kooperation von Unternehmen sind strategische Wettbewerbsvorteile. Die Kooperation wird durch Konkurrenz generiert. Eine solche Beschreibung ist in analoger Weise auf die Entstehung von Kooperation in der biologischen Evolution anwendbar. Auch für die natürlichen Verhältnisse wird die Kooperation von Zellen und Organismen als ein Produkt der Konkurrenz in der Evolution des Lebens erklärt; Kooperation kann aus Konkurrenz emergieren, wie es Martin Nowak formuliert.⁶⁹

Die enge Verknüpfung von Konkurrenz und Kooperation im Prozess der Synergie ist möglich, weil diese Begriffe eine Vermittlung zwischen zwei Beschreibungsebenen leisten: der Ebene von Individuen, die miteinander interagieren, und der Ebene der Population, auf der sich die Konsequenzen der Interaktion (die relativen Vorteile der Kooperation) finden. Die Beziehung dieser beiden Ebenen zueinander ist das zentrale Thema der Evolutionstheorie: Sie erklärt die langfristigen Veränderungen in Populationen durch die relativen Vor- und Nachteile der Merkmale von Individuen für deren Reproduktion. Weil der Konkurrenzbegriff dieses Verhältnis von seiner kausalen Seite betrachtet, indem die Unterschiede unter den Individuen als die relevanten Ursachen für die Veränderung der Populationen konzipiert werden, kann sie als ein *Mechanismus* verstanden werden, als Mechanismus (oder auch als *Agent*⁷⁰), der im Sinne der Veränderung von Populationen (und Arten) wirksam sein kann. Bemerkenswerterweise führte der Mechanismus der Konkurrenz unter natürlichen Verhältnissen zu hoch integrierten kooperativen Systemen, die über sich aufschaukelnde und gegenseitig stabilisierende Synergien charakterisiert sind. Die sukzessive Steigerung der Komplexität dieser Systeme, der Organismen, im Kontext und vermittelt durch die Konkurrenz ist überhaupt einer der erstaunlichsten Aspekte der Evolution.⁷¹

Als deutlicher Ausdruck der synergiefördernden und komplexitätssteigernden Wirkung von Konkurrenz gelten die „großen Transitionen“ in der Geschichte des Lebens. In jeder dieser Transitionen entstand aus der Kooperation von organisierten Systemen auf einer Ebene ein übergeordnetes organisiertes System auf höherer Ebene, aus der Kooperation von Zellen beispielsweise ein mehrzelliger Organismus. Durch die Kooperation der Einheiten der unteren Ebene bildete sich dabei ein neues Individuum auf übergeordneter Ebene. Es vollzogen sich evolutionäre

69 Martin A. Nowak/Roger Highfield: *SuperCooperators. Altruism, Evolution, and Why We Need Each Other to Succeed*, New York, NY: Free Press 2011, S. 156.

70 Geerat J. Vermeij: *Evolution and Escalation. An Ecological History of Life*, Princeton, NJ: Princeton University Press 1987, S. 23, 423.

71 „Perhaps the most remarkable aspect of evolution is its ability to generate cooperation in a competitive world. Thus, we might add ‚natural cooperation‘ as a third fundamental principle of evolution beside mutation and natural selection“. Martin A. Nowak: „Five rules for the evolution of cooperation“, in: *Science* 314 (2006), S. 1560–1563, hier S. 1563.

Transitionen der Individualität von einfachen zu immer komplexer organisierten Synergiesystemen.⁷²

Auch einige Tendenzen in der sozialen und ökonomischen Entwicklung des Menschen weisen in diese Richtung. Berufliche Spezialisierung und Netzwerke von arbeitsteilig organisierten Einheiten ermöglichten erst die rasante Dynamik der kulturellen Entwicklung. Sie sind darauf gerichtet, das Individuum in übergeordnete Organisationen zu integrieren. – Allerdings regten sich schon immer Widerstände gegen diese Übertragung der Eigendynamik des Synergiezaubers auf die soziale Welt des Menschen. So gesteht beispielsweise Robert Musils Held Ulrich ein, dass es sich durch die Vorteile von „Fachlichkeit und Spezialistentum“ in der modernen Welt offensichtlich gar nicht mehr bewähre, wenn „jeder Mensch sozusagen noch die ganze Menschheit in sich“ habe, aber „freuen“ könne er sich an dieser Entwicklung nicht.⁷³ Im Bereich der natürlichen Evolution mag die Transition der Individualität von einer Ebene der Komplexität auf die nächste ein wichtiges Prinzip der Höherentwicklung (und damit Voraussetzung für die Entstehung von bewussten Lebensformen) gewesen sein – im Bereich des Menschen kommt jedoch der Kategorie des personalen Individuums eine ausgezeichnete Stellung zu. Es lässt sich zwar in komplexere ökonomische Korporationen oder rechtliche Subjekte integrieren – nicht aber in seiner Einheit und seinem Eigensinn auflösen.

72 Richard E. Michod: *Darwinian Dynamics. Evolutionary Transitions in Fitness and Individuality*, Princeton, NJ: Princeton University Press 1999.

73 Robert Musil: *Der Mann ohne Eigenschaften* (1930), Reinbek: Rowohlt 1981, S. 359.

DIETER THOMÄ

Synergie und Sympathie

Eine sozialphilosophische Skizze

Mein Beitrag handelt von zwei Begriffen, die gleichermaßen gut eingeführt sind, aber üblicherweise nicht gemeinsam verhandelt werden: Sympathie und Synergie. Die Disziplinen und Kontexte, in denen sie heute auftreten, sind weit voneinander entfernt: Die Synergie hat ihre Domänen in Technik und Wirtschaftswissenschaft, der Sympathie sind vor allem Philosophie und Psychologie zugetan. Freilich sind diese Wörter so nahe miteinander verwandt, dass es verwunderlich oder gar bedauerlich ist, sie beziehungslos nebeneinander stehen zu sehen. Immerhin gibt es Diskussionen, in denen dieses Tandem zwar nicht namentlich auftritt, aber der Sache nach zum Thema gemacht wird. Diese Diskussionen möchte ich aufgreifen und vorantreiben, denn das Tandem Synergie/Sympathie hat, wie ich meine, erhebliches sozialtheoretisches Potential.

Vorausgeschickt seien kurze Definitionen meiner zwei Leitbegriffe. Das Vokabular ist schnell gesichtet. Die Vorsilbe *Syn* bedeutet ‚zusammen, mit‘. Das Wort *ergon* – ‚Werk‘ (vgl. auch *ergazesthai* – ‚am Werk sein‘, ‚werken‘, ‚handeln‘) tritt philosophisch häufig in enger Nachbarschaft zu *praxis* auf, etwa am Beginn der *Nikomachischen Ethik* des Aristoteles. *Pathè* heißt bekanntlich ‚Leiden‘ und ‚Leidenschaft‘, *pathein* ‚leiden‘. Zu beachten ist im Griechischen, Deutschen und vielen anderen Sprachen die semantische Bandbreite von *pathè* und *pathein*: Auf der einen Seite wird das Leiden betont, also ein Zustand, in dem man von etwas betroffen ist oder – neutral gesagt – *passiv* ist. Auf der anderen Seite wird die Leidenschaft betont, die gleichfalls für einen Zustand steht, in dem man von etwas betroffen ist; dabei geht es nun aber nicht um ein fremdes Handeln, sondern um die eigenen Gefühle, denen man ausgesetzt, von denen man ergriffen ist. Man befindet sich in einem Zustand, in dem man weiterhin nicht handelt, der aber gleichwohl nicht als bloß passiv beschrieben werden kann. Von seinen Gefühlen ergriffen, kann man sich sehr lebendig und energisch fühlen. Mit der Energie nähert sich der leidenschaftliche Mensch der Tätigkeit an, denn *en-ergeia* leitet sich von *ergon* ab.

Mit Synergie ist Zusammenwirken, Zusammenhandeln gemeint; Sympathie steht für Mitleiden, Mitfühlen, Zusammen-etwas-Fühlen. Synergie hat dabei nicht nur den technischen, technokratischen Sinn, der die Verwendung dieses Ausdrucks dominiert, wenn etwa von einer Zusammenlegung oder Bündelung von Kräften bei der Fusion von Unternehmen die Rede ist. Doch sogar mit diesem speziellen Fall von Synergie, die bei einer Fusion freigesetzt wird, hält man den Zipfel eines grundlegenden sozialphilosophischen Themas in der Hand, denn auch hier geht es um die Koordination und Kooperation von Akteuren. Unter diesem Thema sind

Synergie und Sympathie wie unter einem Dach vereint. Anhand des Tandems von Sympathie und Synergie lassen sich verschiedene Formen der Vergesellschaftung, des Zusammenseins von Menschen unterscheiden und darüber hinaus auch beurteilen.

Ich möchte in diese begriffliche Konstellation an der Schnittstelle von Sozialphilosophie und Ökonomie tiefer eindringen, indem ich auf einen der wichtigsten Theoretiker der Sympathie zurückgehe, der – wie sich zeigen wird – auch einer der wichtigsten Theoretiker der Synergie ist: Adam Smith. Bei Smith sehe ich eine Leerstelle, die ich mit Hilfe von Jean-Jacques Rousseau zu schließen versuche. Die Tragfähigkeit meines Deutungsangebots erprobe ich schließlich mittels eines kurzen Ausblicks auf Sigmund Freud.

Sympathie bei Adam Smith

Ich beginne mit einer Definition der Sympathie, für die ich mich auf Adam Smiths *Theory of Moral Sentiments* stütze und die drei Hauptpunkte umfasst: die Homologie von Verhaltensweisen, die Relation zwischen den Sich-Verhaltenden und die inhaltliche Qualität von deren Verhalten. Sympathie beruht demnach auf einer Homologie, einer Entsprechung zwischen zwei Verhaltensweisen. An einem Beispiel lässt sich das illustrieren: Karl verhält sich irgendwie (sagen wir: er leidet), und Otto zieht mit. Man kann sagen, dass man sich von einem anderen Menschen anstecken lässt oder dessen Verhalten nachahmt und sich in ihn hineinversetzt. Die Stichworte zur Beschreibung dieses Sachverhalts lauten Mimesis, Affizierung oder *emulation*. Die Homologie lässt sich einerseits als Bewegung beschreiben, in der etwas vom anderen auf mich übergreift, oder umgekehrt als Bewegung, in der ich mich auf den anderen zubewege. Welche Richtung auch immer diese Bewegung hat, sie führt dazu, dass sich zwei Menschen teilweise zur Deckung bringen oder sich überschneiden. Adam Smith sagt in seiner *Theory of Moral Sentiments*: Wenn wir mit einem anderen Menschen sympathisieren, dann werden wir „gewissermaßen eine Person mit ihm“ („in some measure the same person with him“).¹

Diese Homologie reicht freilich noch nicht aus, um Sympathie definitorisch zu erfassen. Denn es gibt Formen sozialen Verhaltens, bei denen genau diese Homologie greift, ohne dass sie freilich ‚sympathetisch‘ im strengen Sinne sind. Man

¹ Adam Smith: *The Theory of Moral Sentiments* (1759), Cambridge: Cambridge University Press 2002, hier S. 12, dt.: *Theorie der ethischen Gefühle*, Hamburg: Meiner 1994, hier: S. 2. Vgl. Stephen Darwall: „Sympathetic Liberalism: Recent Work on Adam Smith“, in: *Philosophy and Public Affairs* 28 (1999), S. 139–164, hier S. 160. Bei der Bestimmung der Sympathie und der Smith-Interpretation übernehme ich in abgewandelter Form einige Passagen aus früheren Arbeiten. Vgl. Dieter Thomä: „Lebensteilung und Mitleid“, in: Guido Löhrer/Christian Strub/Hartmut Westermann (Hg.): *Philosophische Anthropologie und Lebenskunst*, München: Fink 2005, S. 139–154, hier S. 146–154. Ders.: *Totalität und Mitleid. Richard Wagner, Sergej Eisenstein und unsere ethisch-ästhetische Moderne*, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 2006, hier S. 211. Ders.: „Leben als Teilnehmen. Überlegungen im Anschluss an Johann Gottfried Herder“, in: *Deutsche Zeitschrift für Philosophie* 59 (2011), S. 5–32, hier S. 19–22.

denke etwa an einen Roulettetisch, an dem ein aufmerksamer Zaungast bemerkt, dass einer der Spieler einen ‚Lauf‘ hat, also dauernd gewinnt. Er wird dann versucht sein, sich homolog zu verhalten, also immer auf die gleichen Zahlen oder Farben zu setzen wie jener Glückspilz. Oder man denke an einen Lastwagenfahrer, der seinen Tempostat genau auf die Geschwindigkeit seines Vordermanns einstellt und gemütlich vor sich hin fährt. Oder man denke an Karl, der gähnt, und Otto, der dann auch gleich gähnt. Homologie ist eine notwendige, aber keine hinreichende Bestimmung von Sympathie.

Warum ist es falsch, das mimetische Verhalten einer Person, die *auch* auf das rote Roulettfeld setzt oder *auch* gähnt, ‚sympathetisch‘ zu nennen? Bei der Sympathie handelt es sich nicht einfach um eine Sequenz von zwei gleichartigen Handlungen nach dem Schema ‚Karl gähnt, Otto gähnt‘ etc. Bei der Sympathie wiederholt Otto nicht einfach, was Karl tut. Zugegeben: Auf den ersten Blick sieht es so aus, als würde das Gefühl des Ersten einfach im Gefühl des Zweiten repliziert oder reproduziert: „Wenn wir sehen“, so schreibt Adam Smith an einer Stelle, die Gotthold Ephraim Lessing in seine *Laokoon*-Schrift aufgenommen hat, „wie jemand einen Schlag auf den Arm oder das Schienbein bekomm[t] [...], so fahren wir natürlicher Weise zusammen, und ziehen unsern eigenen Arm, oder Schienbein, zurück; und wenn der Schlag wirklich geschieht, so empfinden wir ihn gewissermaßen eben sowohl, als der, den er getroffen“. ² Entscheidend ist nun aber die bewusste Bezugnahme der mitleidenden auf die leidende Person. Man tut nicht einfach das Gleiche, sondern die Gleichheit tritt eigens ins Bewusstsein. Wer Mitleid empfindet, fühlt sich an das Leid der ersten Person gebunden und auf es bezogen. Dieses erste Leiden ist primär, bedrängend, bedrückend, beim Mit-Leiden handelt es sich um einen „Affekt zweiter Ordnung“, einen „second-order affect“. ³ Wenn Karl gähnt und Otto *auch* gähnt, stehen diese zwei Verhaltensweisen homolog nebeneinander, ohne dass es nötig wäre, dass sich Otto irgendwie in den Seelenzustand Karls hineinversetzte. Anders sieht es beim Mitleid aus. Wenn Otto Mitleid empfindet, dann geht er eine Verbindung mit Karl ein, er begibt sich vielleicht sogar in eine emotionale Abhängigkeit. In einer Beziehung, die durch Leid und Mitleid bestimmt ist, hat die leidende Person sozusagen einen Vorsprung, sie löst bei der anderen Person eine Re-Aktion oder, wenn man so will, eine Re-Passion aus. Otto tut nicht einfach das Gleiche wie Karl, jenseits ihrer je eigenen Verhaltensweisen ist Ottos Bezug auf Karl ein eigener, zusätzlicher Zug in diesem Spiel.

Diese Abfolge oder Abkünftigkeit im Verhältnis zwischen Karl und Otto, zwischen ihren Gefühlen, ist freilich nur eine spezielle Erscheinungsform des sympathetischen Verhaltens, das sich über das Gähnen und Noch-mal-Gähnen erhebt. Ich habe bereits hervorgehoben, dass das Mitleid an eine Verbindung, eine Bezug-

2 Smith: *Theory* (Anm. 1), S. 35, dt.: S. 35. Vgl. Gotthold Ephraim Lessing: „Laokoon“ (1766), in: ders.: *Werke*, Bd. 6, München: Hanser 1974, S. 7–188, hier S. 36. Ich folge Lessings Übersetzung.

3 David E. Wellbery: *Lessing's Laocoon. Semiotics and Aesthetics in the Age of Reason*, Cambridge: Cambridge University Press 1984, S. 165.

nahme zwischen Personen gebunden ist. Sie tritt nicht nur in Form der Sequenz auf, die vom primären, direkten Leid zum sekundären, indirekten Mitleid führt. Man kann und muss diese Bezugnahme oder Verbindung zwischen den beteiligten Personen allgemeiner fassen. Es geht darum, dass bei der Sympathie eine Erfahrung geteilt werden kann oder faktisch geteilt wird, ohne dass der Sympathisierende gewissermaßen hinterherhinken müsste. Denkbar ist neben der Abfolge von Leid und Mitleid auch der Fall, dass zwei Menschen geradewegs von der gleichen Erfahrung heimgesucht werden und sich über ihr primäres Gefühl ein sekundäres Gefühl der Gemeinsamkeit legt. Adam Smith hat der Sympathie deshalb den treffenden Begriff des „fellow-feeling“ zugeordnet, der üblicherweise blass und behelfsmäßig mit „Mitgefühl“ übersetzt wird.⁴

Die sympathetische Beziehung oder Bindung, die in primäre und sekundäre Erfahrungen gegliedert ist, steht für Zusammengehörigkeit; anhand dieses Merkmals lässt sich deshalb auch die Unterscheidung zwischen Sympathie und Empathie schärfen. Es würde für die Sympathie nicht ausreichen, wenn Otto versuchte, sich in Karl einzufühlen, also ein Verhalten an den Tag zu legen, das die Psychologen Empathie nennen. Die Vorsilben sind hier entscheidend: Sich in einen anderen einzufühlen ist ein einseitiger Prozess. Theaterzuschauer befeißigen sich dieser Haltung ebenso wie Therapeuten, die darauf zu achten haben, dass sie sich im Erfolgsfall, beim guten Ende, aus der Beziehung oder dem Arbeitsbündnis mit ihrem Klienten herausziehen. Als empathisch wird aber auch das Verhalten hinterhältiger Beobachter bezeichnet, die versuchen, sich möglichst perfekt in einen Gegner oder ein Opfer hineinzusetzen, um herauszufinden, was dessen nächster Zug im Spiel ist. Im Unterschied zur Empathie hat die Sympathie eine Wir-Dimension.⁵ Man kann geteiltes Leid erfahren, man kann die Geteiltheit selbst erfahren. Diese sekundäre Erfahrung der Zusammengehörigkeit muss prinzipiell auch dem primär Leidenden zugänglich sein, sofern er denn in der Lage ist wahrzunehmen, dass ein anderer mit ihm mitfühlt. Daran ändert auch die Tatsache nichts, dass manchen, denen Sympathie zuteil wird, der Genuss verwehrt bleibt, davon direkte Kenntnis zu erlangen.

Bislang kreisten die Überlegungen zur Sympathie vor allem um Leid und Mitleid. Dies liegt nahe, weil Sympathie etymologisch eben Mitleid meint. Es ist frei-

⁴ Smith: *Theory* (Anm. 1), S. 13, dt.: S. 4.

⁵ Die terminologische Abgrenzung zwischen Empathie und Sympathie wird in verschiedenen Disziplinen unterschiedlich – und auch anders als hier vorgeschlagen – vorgenommen. So wird in der ökonomischen Spieltheorie von der Empathie des Kreditheils gesprochen, der den nächsten Zug seines Opfers vorausahnt. Vgl. Ken Binmore: *Game Theory and the Social Contract*, Bd. 1, Cambridge, MA: MIT Press 1994, S. 288. Dagegen verwenden Psychologen und Psychotherapeuten den Begriff Empathie in einem umfassenderen Sinne und betonen dabei die emotionale Identifikation und Anteilnahme zwischen Personen in einer Weise, wie ich sie in diesem Beitrag aus Gründen der Klarheit für die Sympathie reservieren möchte. Vgl. – neben anderen Beiträgen aus demselben Sammelband – Monika Dullstein: „Einführung und Empathie“, in: Thiemo Breyer (Hg.): *Grenzen der Empathie. Philosophische, psychologische und anthropologische Perspektiven*, Paderborn: Fink 2013, S. 93–107. Ich kann auf diese disziplinären Differenzen an dieser Stelle nicht ausführlich eingehen.

lich üblich, der Sympathie ein breites Spektrum nicht nur negativer, sondern auch positiver Erfahrungen zuzuweisen, während Mitleid auf Leid spezialisiert ist. Dass man dieses breitere Spektrum ausnutzt, wird durch die Etymologie freilich schon nahegelegt: Man nutzt damit die Klaviatur der verschiedenen Spielformen der *pathè* oder der Passionen aus. Passionen können bekanntlich auch aufregend sein. Es gibt eine ganze Bandbreite von Verhaltensweisen, die das interaktive oder interpassive Spiel der Sympathie auslösen. Drittes Merkmal der Sympathie ist eine – sehr weit gefasste – Klasse von Verhaltensweisen, die unter ihrem Dach firmieren. Es ergibt sich eine Bandbreite von Belastung zu Begeisterung, von Passivität zu Passion.

Nicht erst heute ist von Sympathie in diesem breiten Sinne die Rede, sondern auch schon zur Zeit Adam Smiths. Er schreibt:

Nicht nur solche Umstände, die Schmerz oder Kummer hervorrufen, erwecken unser Mitgefühl. [...] ‚Erbarmen‘ und ‚Mitleid‘ sind Wörter, die dazu bestimmt sind, unser Mitgefühl mit dem *Kummer* anderer zu bezeichnen. Das Wort ‚Sympathie‘ kann dagegen, obgleich seine Bedeutung vielleicht ursprünglich die gleiche war, jetzt doch ohne Verstoß gegen den Sprachgebrauch dazu verwendet werden, um unser Mitgefühl mit jeder Art von Affekten zu bezeichnen.⁶

So können also die Affekte, die im „fellow-feeling“ aufgegriffen werden, sowohl negativ wie auch positiv sein: „Sympathie [verstärkt] die Freude und erleichtert den Kummer. Sie verstärkt die Freude, indem sie eine neue Quelle der Befriedigung darbietet, und sie erleichtert den Kummer, indem sie dem Herzen die einzige angenehme Empfindung einflößt, für die es in jenem Augenblick empfänglich ist.“⁷ Hier wie dort, bei Freude und Kummer, handelt es sich um eine emotionale Ergriffenheit, eine Gemeinsamkeit der Betroffenheit. Sympathie bezieht sich auf Konstellationen, in denen eine Person mit der anderen emotional ‚mitgeht‘ oder mit ihr ‚auf einer Wellenlänge‘ ist.

Der Ausdruck ‚Sympathie‘ passt, wenn man sich mit jemandem mitfreut oder an dessen Glück Anteil nimmt, sowie auch dann, wenn zwei sich aneinander freuen, wenn sie zum Beispiel sagen, dass sie ‚Sympathie füreinander empfinden‘. Dann verselbständigt sich die Sympathie vollends. Sie ergibt sich nicht im Ausgang von einem ersten Sachverhalt der Freude oder des Kummers, der in der Verbindung zwischen zwei Menschen geteilt wird, sondern wird zum Ausdruck des Gefühls der Zusammengehörigkeit selbst.

Sympathie steht damit, zusammenfassend gesagt, für ein Gegenprogramm zu der Vorstellung, dass das Glück des Einen in Konkurrenz zum Glück des Anderen stehe – also auch ein Gegenprogramm zu dem brutalstmöglichen Diktum in dieser Sache. Es stammt von Thomas Hobbes: „Fremdes Unglück zu sehen, ist etwas Angenehmes; denn es gefällt, nicht sofern es ein Unglück ist, sondern sofern es ein

⁶ Smith: *Theory* (Anm. 1), S. 13, dt.: S. 4.

⁷ Smith: *Theory* (Anm. 1), S. 18, dt.: S. 11.

fremdes Unglück ist. [...] Ebenso ist es etwas Unangenehmes, fremdes Glück zu sehen, jedoch nicht sofern es Glück ist, sondern sofern es *fremdes* Glück ist.“⁸

Synergie und die Grenzen der Sympathie

Es ist leicht zu erkennen, dass die Definition der Sympathie auch schon auf ein gewisses Synergieverständnis ausgreift – und zwar beim dritten Punkt, bei der Bandbreite der Sympathie von Kummer bis Freude, von Belastung bis Begeisterung. Am äußersten positiven Ende dieses Spektrums, also z. B. – mit Smith – bei der „Freude“, hat man es keineswegs nur mit Phänomenen zu tun, die sich in Betroffenheit oder Ergriffenheit erschöpfen. Es gibt Passionen, die – dem Namen zum Trotz – eng mit Aktionen verbunden sind oder sich geradezu selbst zu Aktionen auswachsen. Das zeigt schon die Wortwahl: Wer einem anderen in Sympathie ‚zugetan‘ ist, scheint im Zugetansein ja schon etwas zu tun. Er ist gewissermaßen *synergetisch* tätig. Das Wort „fellow-feeling“ passt unschlagbar gut zu solchen Erfahrungen sozial erfahrener Synergie. Bevor von diesem „fellow-feeling“ und vom Umschlagen der Sympathie in Synergie die Rede ist, muss ich allerdings auf einen weiteren Schauplatz hinweisen, auf dem bei Smith Synergie in Erscheinung tritt. Dieser Schauplatz findet sich nicht in der *Theory of Moral Sentiments*, sondern in *The Wealth of Nations*.

Wie fügt sich das berühmteste Motiv aus diesem Buch, die „unsichtbare Hand“,⁹ in den hier verhandelten Sachverhalt ein? Der Eine tut etwas, der Andere tut etwas, jeder verfolgt nichts als sein Eigeninteresse, und auf wundersame Weise sind diese eigenständigen Handlungen so koordiniert, dass es zum Zusammenspiel der ökonomischen Subjekte kommt. Man kann dies mit gutem Recht als Synergie bezeichnen. Die ökonomische Kooperation qua Synergie aus Smiths *Wealth of Nations* tritt also neben die moralische Kooperation qua Sympathie aus Smiths *Theory of Moral Sentiments*.

Eine derartige ökonomische Synergie ist allerdings mit Vorsicht zu genießen. Denn das ‚Syn‘ ist in diesem Fall gewissermaßen ein Spätstarter. Jeder denkt an sich und nur an sich, erst hinterher oder nebenbei stellt sich heraus, dass der Eine eben dadurch, dass er im eigenen Interesse handelt, dem Interesse des Anderen dient. Das Gemeinsame spielt hier nicht schon eine konstitutive Rolle bei der Selbstwerdung, es gehört nicht zur Identitätsbildung, sondern entsteht erst aufgrund eines Aktes, in dem sich ein Individuum mit fertigen Präferenzen auf andere einlässt. Ähnlich liegt der Fall übrigens bei der technischen Synergie, bei der verschiedene Prozesse phasenweise zusammengeführt werden, um dann wieder auseinanderzulaufen und in verschiedenen Richtungen optimierte Ergebnisse zu erbringen.

⁸ Thomas Hobbes: *Vom Menschen. Vom Bürger. Elemente der Philosophie II/III*, Hamburg: Meiner 1994, S. 26. Vgl. Herfried Münkler: *Thomas Hobbes*, Frankfurt a. M.: Campus 1993, S. 103.

⁹ Adam Smith: *The Wealth of Nations* (1776), New York, NY: Modern Library 2000, S. 485.

Im Fall der „unsichtbaren Hand“ ist das Sich-auf-andere-Einlassen ein Sich-Vertragen, es basiert typischerweise auf einem Vertrag, zuvörderst auf einem Kaufvertrag, bei dem die Interessen des Einen und des Anderen zum Zuge kommen sollen. Zu dieser vertragstheoretischen Konstruktion bemerkt Johann Gottfried Herder in kritischer Absicht und im Geist der Sympathie: „Gegenseitige Mitteilung fodern [sic!] und genießen wir nicht ‚aus einem ursprünglichen Verträge, der durch die Menschheit selbst *diktirt* ist;‘ (fremde Wortspiele!) sondern weil ein gemeinschaftliches Bedürfnis uns bindet, weil wir zu gegenseitiger Mitteilung die dringendsten Neigungen und Triebe in uns fühlen.“¹⁰

Das wirkungsmächtigste Beispiel für eine solche vertragstheoretisch ausgedünnte Fassung der Synergie ist bekannt – und damit komme ich wieder zurück zu der „unsichtbaren Hand“ aus Smiths *Wealth of Nations*: Der Bäcker, der darauf aus ist, viel zu verkaufen, wird versuchen, im Wettbewerb mit anderen gleiche Qualität zum niedrigeren Preis oder bessere Qualität zum gleichen Preis anzubieten; die Kunden werden davon profitieren. Das „Syn“ reist dabei gewissermaßen inkognito mit. Das günstige Zusammenwirken der einzelnen Akte des Verkaufens und Kaufens ist ein Nebeneffekt, es liegt nicht in der bewussten Absicht der Beteiligten. Zwar besteht eine Beziehung zwischen den Menschen, man würde diese Beziehung aber nicht jener starken Bindung gleichstellen, die etwa bei der Sympathie anzutreffen ist. Es wäre auch übertrieben, bei der Beziehung zwischen dem Bäcker und seinem Kunden vom „fellow-feeling“ zu sprechen. Die Gemeinsamkeit ist radikal ausgedünnt.

In anderem Zusammenhang¹¹ habe ich dargestellt, dass sich diese vertragstheoretische Tauschbeziehung eines Mediums bedient oder über ein Medium vermittelt wird, das diese Ausdünnung vorantreibt. Geld als symbolisches Medium funktioniert bemerkenswerter- und merkwürdigerweise so, dass es nicht – wie man dies etymologisch vom *symbolon* kennt – verbindet oder zusammenbringt. Das Geld lässt Menschen zwar punktuell in Austausch treten, aber hält sie zugleich auf Distanz, trennt sie in einer unpersönlichen Sphäre voneinander und funktioniert im Wortsinne dia-bolisch. Diese Verschränkung von Bindung und Trennung ist nur möglich, weil hier eine ausgedünnte Synergie am Werk ist. Das Geld ist ein symbolisches Medium, das in Tat und Wahrheit diabolisch ist.¹²

Ich will hier nicht die notorischen Probleme der „unsichtbaren Hand“ erörtern oder die Frage beantworten, ob es diese „Hand“ überhaupt gibt. Ergiebig ist der

10 Johann Gottfried Herder: „Kalligone“ (1800), in: ders.: *Werke in zehn Bänden*, Bd. 8, Frankfurt a. M.: Deutscher Klassiker Verlag 1998, S. 641–964, hier S. 773. Herder verwendet ein Zitat aus Immanuel Kant: „Kritik der Urteilskraft“ (1790), in: ders.: *Werke in zehn Bänden*, Bd. 8, Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 1983, S. 233–620, hier: S. 394 [A 161]. Vgl. Thomä: „Leben als Teilnehmen“ (Anm. 1), S. 18 f.

11 Dieter Thomä: „Symbolisches und Diabolisches. Eine neue Deutung der Krisen moderner Gesellschaften in sozial- und sprachtheoretischer Perspektive“, in: *Leviathan* 34 (2006), S. 419–439, hier S. 434 f.

12 Schon Niklas Luhmann hat darauf – natürlich ohne kritische Absicht – hingewiesen. Vgl. Niklas Luhmann: *Die Wirtschaft der Gesellschaft*, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 1998, S. 236–247.

Bezug auf die „unsichtbare Hand“, weil sie eine Synergie auf einem niedrigen Niveau oder auf einer Schwundstufe zeigt. Es handelt sich um eine Interaktion, die – wie der junge Marx 1844 schreibt – nicht im Zeichen der „Verbindung“, sondern im Zeichen der „Absonderung“ steht.¹³ Marx' konservativer Wahlverwandter Thomas Carlyle beschreibt die minimalisierte Synergie 1843 folgendermaßen: „Wir nennen es *Gesellschaft*, und doch richten wir überall die totalste Trennung und Isolierung ein. Unser Leben ist nicht gegenseitige Unterstützung, sondern gegenseitige Feindseligkeit, unter gewissen Kriegsgesetzen ‚vernünftige Konkurrenz‘ und so weiter“.¹⁴

Genau genommen darf man Synergie und Sympathie aber nicht nur anhand der zwei Fälle vergleichen, die Smith in seinen zwei Hauptwerken in den Vordergrund stellt. Er schildert eine voll entfaltete Sympathie einerseits, eine minimalisierte Synergie andererseits. Es ist geboten, auch von einer minimalisierten Sympathie Kenntnis zu erlangen sowie umgekehrt zu prüfen, ob sich die Synergie über Smiths Minimalfall hinaus entwickeln kann. So kann man sich neben der minimalisierten Synergie, die unter dem Vorbehalt des aus der Gesellschaft herausgestellten Individuums stellt, auch eine minimalisierte Sympathie vorstellen.

Wenn nämlich die Sympathie darauf reduziert ist, dass jemand zwar mitleidet oder mitfühlt, dabei aber dem Erfahrungsraum des Leidenden oder Fühlenden fern bleibt, dann bleibt in diesem Fall das „Syn“ der Sympathie virtuell, es wird nicht ausgekostet, nicht wirklich erfahren. Die Sympathie bringt in diesem Fall die Gefahr der Herablassung mit sich, in der neben den Gleichklang von Leid und Mitleid die Überlegenheit des Gönners tritt. Dass sie herablassend oder, allgemein gesagt, asymmetrisch sei, ist der Sympathie vielfach vorgehalten worden. Charles Baudelaire lanciert den eindrucksvollsten Angriff gegen diese Herablassung: Sein berühmtes Prosa-Gedicht „Verprügeln wir die Armen!“ schildert, wie ein Bettler statt der milden Gabe Prügel bezieht, um dann auf diese „Gewaltkur“ mit unerwartet harter, quasi-revolutionärer Gegenwehr zu reagieren; gerade nicht durch Sympathie, sondern durch Antipathie oder Aggression erlangt er „seinen Stolz und das Leben“ zurück.¹⁵ Dass es nicht nur Schrumpfformen der Synergie, sondern auch Verfallsformen der Sympathie gibt, führt Baudelaire damit exemplarisch vor Augen. Umgekehrt kann man sich nicht nur die Sympathie, sondern auch die Syn-

13 Karl Marx: „Zur Judenfrage“ (1844), in: ders./Friedrich Engels, *Werke*, Bd. 1, Berlin: Dietz 1981, S. 347–377, hier S. 364: „Das Menschenrecht der Freiheit basiert nicht auf der Verbindung des Menschen mit dem Menschen, sondern vielmehr auf der Absonderung des Menschen von dem Menschen. Es ist das Recht dieser Absonderung, das Recht des beschränkten, auf sich beschränkten Individuums.“

14 Thomas Carlyle: „Past and Present“ (1843), in: ders.: *Works*, Bd. 6, New York, NY: Collier 1897, S. 215–500, hier S. 357: „We call it a Society; and go about professing openly the totalst separation, isolation. Our life is not a mutual helpfulness; but rather, cloaked under due laws-of-war, named ‚fair competition‘ and so forth, it is a mutual hostility.“ Ich verwende die Übersetzung von Friedrich Engels: „Die Lage Englands. ‚Past and Present‘ by Thomas Carlyle, London 1843“, in: Marx/Engels: *Werke* (Anm. 13), S. 525–549, hier S. 532.

15 Charles Baudelaire: „Verprügeln wir die Armen!“, in: ders.: *Sämtliche Werke*, Bd. 8, München: Hanser 1985, S. 297–299.

ergie in einer reicher entfalteten Form vorstellen. Dann wird nicht das Mitleiden oder Mitfreuen, sondern das Zusammenwirken oder An-einem-Strick-Ziehen gemeinsam erlebt und genossen. Bei diesem stärkeren Sinn von Synergie handelt es sich nicht nur um eine faktische Koinzidenz, ein punktuelles Zusammenspannen oder ein abstraktes Wissen vom Bewusstseinsstand des Anderen, sondern um dessen Einbeziehung, um ein Handeln als Mit-Handeln und Gemeinsam-Handeln.

Ich will nebenbei festhalten, dass für diese Aufwertung des „Syn“ oder „Mit“ eine Reihe stattlicher Zeugen aufzurufen wäre: Herder stützt sein – bereits zitiertes – Plädoyer für die „Mitteilung“ durch zahlreiche andere Voten: „*Sich allein* kann kein Mensch leben, wenn er auch wollte.“ – „Im Grad der Tiefe unsres Selbstgefühls liegt auch der Grad des Mitgefühls mit andern; denn nur uns selbst können wir in andre gleichsam hinein fühlen.“¹⁶ Dazu ließen sich Zeugnisse von David Hume, Georg Wilhelm Friedrich Hegel, Karl Marx, John Dewey, George H. Mead, Ludwig Wittgenstein und vielen anderen ergänzen. So erklärt – um nur ein einziges Beispiel zu geben – David Hume die Sympathie zu einer Art Grund-Leiden-schaft, die zugleich als Basis-Tugend geteilten Lebens und menschlicher Verständigung taugt: „Welche anderen Affekte auch uns antreiben mögen, Stolz, Ehrgeiz, Geiz, Neugierde, Rachedurst oder sinnliche Begierde, die Seele, das belebende Prinzip in ihnen allen, ist die Sympathie. Sie alle hätten gar keine Macht, sähen wir bei ihnen gänzlich von den Gedanken und Gefühlen anderer ab.“¹⁷

Wenn wir bei Adam Smith stehen bleiben, dann gelangen wir zum „fellow-feeling“ im Bereich der Sympathie, aber nicht zum „fellow-feeling“ im Bereich der Synergie. Hier steht er auf der individualistischen Bremse. Die Gemeinschaftlichkeit, die Mitmenschlichkeit findet unter engen Vorgaben statt. Zu deren Bestimmung ist noch etwas Wichtiges zu ergänzen: Smith fügt sie nämlich in den Rahmen einer Theorie der Geschlechter ein. Dies ist deshalb von Belang für das hier verhandelte Thema, weil die Mann-Frau-Unterscheidung historisch mit der Tat-Gefühl- oder Handeln-Empfinden-Unterscheidung parallel geführt wird. Sie wird wiederum von der Differenz zwischen Synergie und Sympathie abgedeckt.

Von der Sympathie zur Synergie

Neben dem schönen Wort „fellow-feeling“ gibt es noch ein anderes Wort, das Smith als Synonym für Sympathie verwendet: „humanity“. Heute würde man im Englischen eher von „humaneness“, also von Menschlichkeit sprechen. „Menschlichkeit besteht [...] in dem äußerst feinen Mitgefühl [fellow-feeling], welches der

16 Johann Gottfried Herder: „Briefe zu Beförderung der Humanität“ (1793–1797), in: ders.: *Werke in zehn Bänden*, Bd. 7, Frankfurt a. M.: Deutscher Klassiker Verlag 1991, S. 9–806, hier S. 124. Ders.: „Vom Erkennen und Empfinden der menschlichen Seele“ (1778), in: ders.: *Werke in zehn Bänden*, Bd. 4, Frankfurt a. M.: Deutscher Klassiker Verlag 1994, S. 329–393, hier S. 361.

17 David Hume: *A Treatise of Human Nature* (1739/40), Oxford: Oxford University Press 1978, S. 363, dt.: S. 97. Vgl. Annette C. Baier: *Moral Prejudices*, Cambridge, MA: Harvard University Press 1994, S. 62.

Zuschauer gegenüber den Empfindungen der betroffenen Personen hegt“. ¹⁸ Ausgezeichnet wird eine Erfahrung des Miteinanders, die in Augenhöhe erfolgt. Diese Erfahrung steht neben jenen anderen Formen der Interaktion, in denen es eher darum geht, sich abzugrenzen, herauszustechen oder sich hervorzutun. Nun findet sich in der *Theory of Moral Sentiments* der bemerkenswerte Satz, „Menschlichkeit“ im Sinne der Sympathie sei „die Tugend der Frau“. Das klingt heftig, zumal im Englischen: „Humanity is the virtue of a woman“. ¹⁹ Statt – wie damals arg üblich – Mensch und Mann zu verwechseln, schlägt Smith die Menschlichkeit den Frauen zu. Die Frau ist bei Smith die Protagonistin des Mitgefühls, sie ist – so ist dies zu verstehen – eher geneigt als der Mann, sich in einen anderen Menschen einzufühlen. Smith hat dabei die Mutter vor Augen, die ganz im Einklang ist mit einem anderen Menschen – nämlich mit ihrem neugeborenen Kind. ²⁰

Dem Mann wird von Smith nicht „Menschlichkeit“ zugesprochen, er ist dadurch gekennzeichnet, dass er sich durch heldenhafte Taten hervortun, auftrumpfen, Größe zeigen oder großzügig sein will. Seine Tugend ist, so heißt es bei Smith, nicht „humanity“, sondern „generosity“. Das Wort *generosity* steht für Großzügigkeit, tendiert aber auch zum Großmännischen. Man könnte auch sagen: Die Männer wollen sich hervortun. Auch wenn die Männer sich in ihrer „generosity“ sonnen können, werden sie doch damit hadern, dass ihnen kurzerhand die „Menschlichkeit“ abgesprochen wird. Smith tröstet sie freilich damit, dass er ein Haar in der Suppe der „Menschlichkeit“ der Frauen findet. Ihnen wird vorgeworfen, sich zu sehr von Gefühlen und zu wenig von der Vernunft leiten zu lassen. ²¹ Hier wird wieder das Passive an der Sympathie herausgestellt. Die These von der mangelnden Vernunft- oder Handlungsfähigkeit der Frauen ist ein Topos jener Zeit. Manche Philosophen, die der Sympathie weniger gewogen sind als Smith, gehen gleichfalls von einem Junktum zwischen Sympathie und Weiblichkeit aus und meinen, dass man gerade deshalb von der Sympathie die Finger lassen sollte. So bezeichnet Immanuel Kant die weiblich konnotierte Sympathie als „pathologische Liebe“. ²² Im Pathologischen steckt wiederum das Passive.

Die Sympathie steht für eine Verbindung zwischen Menschen, die auf Gleichheit basiert. Sie steht für das „fellow-feeling“, in dem sich Menschen als Schicksals- oder Weggefährten verbinden. Nach Smith hat die Sympathie eine Schlüsselrolle bei dem Vorhaben „to promote the happiness of mankind“, also bei dem Vorhaben, das Glück der Menschheit zu befördern. ²³ Er hätte es gutgeheißen, wenn er gewusst hätte, dass Gabriel Tarde in seinen *Gesetzen der Nachahmung* 1890, rund

18 Smith: *Theory* (Anm. 1), S. 223, dt.: S. 326.

19 Smith: *Theory* (Anm. 1), S. 223, dt.: S. 326.

20 Smith: *Theory* (Anm. 1), S. 15, dt.: S. 7.

21 Smith: *Theory* (Anm. 1), S. 265, dt.: S. 383.

22 Immanuel Kant: „Kritik der praktischen Vernunft“ (1788), in: ders.: *Werke in zehn Bänden* (Anm. 10), Bd. 6, S. 103–302, hier S. 205 [A 148]. Vgl. zur Kritik am „Fühlen“ mit Bezug auf Hutcheson ders.: „Grundlegung zur Metaphysik der Sitten“ (1785), in: ders.: *Werke in zehn Bänden*, Bd. 6, S. 7–102, hier S. 77 [A 91].

23 Smith: *Theory* (Anm. 1), S. 219, dt.: S. 321.

hundert Jahre nach Smiths Tod, auf ihn Bezug nimmt und die Nachahmung auf die Sympathie als „die erste Quelle der Soziabilität“ zurückführt.²⁴ Es kommt bei Smith also zu einer Spaltung zwischen gemeinschaftsfähiger, handlungsarmer Sympathie und einer Tatkraft, die individualistisch akzentuiert ist und ihre höchste Form in der Tugend der „generosity“ findet. Auf der Seite des *ergon* ist bei Smith Distinktion am Werk. Die Synergie wird, wie erwähnt, nicht voll entfaltet. Zugleich verzichtet Smith darauf, die Tragweite der Sympathie in der Praxis zu prüfen oder die Verwandlung vom sympathetischen ins synergetische „fellow-feeling“ zu avisieren. Insbesondere der Bereich der Politik würde sich für eine solche gemeinschaftliche Praxis anbieten; nach Smith steht ihr die handlungsschwache Sympathie aber fern.

Wenn man die Sache von der Seite der Sympathie her aufziehen wollte, dann müsste man sie so weit ausreizen oder hochreizen, dass sie sich der Synergie annäherte oder gar in Synergie verwandelte. Der Leitfaden, an dem diese Verwandlung erfolgen könnte, wäre das „fellow-feeling“. Wenn Smith im Kontext der Sympathie das „fellow-feeling“ anführt, hat man den Eindruck, dass er diesen Begriff unter Wert verkauft, denn er begnügt sich, wie oben zitiert, mit einem teilnahmevollen „Zuschauer“ oder einer Zuschauerin.

Begriffsgeschichtlich geschieht nun im späten 18. und 19. Jahrhundert etwas, das höchst bemerkenswert und nicht besonders gut erforscht ist: nämlich die Karriere der „fraternité“,²⁵ die die Sympathie an den Rand drängt. Man könnte versucht sein zu sagen, dass die „Brüderlichkeit“ einfach das Erbe der „Sympathie“ antrete. Mit christlicher Nächsten- und Bruderliebe scheint diese Erbfolge glatt zu funktionieren. Und doch gibt es hier einen Bruch – und dies machen die gerade angestellten geschlechtertheoretischen Überlegungen überdeutlich. Schließlich ist es schlecht möglich, dass sich eine – nicht nur von Smith! – durch und durch weiblich konnotierte Sympathie im Handumdrehen in eine durch und durch männliche Tugend, nämlich die Brüderlichkeit, verwandelt. Eine solche Geschlechtsumwandlung wäre des Guten zu viel. Die Brüder sind eben Brüder und nicht Geschwister. So ist auch die Ikonographie der Brüderlichkeit, die fast im Alleingang von Jacques Louis David²⁶ erfunden worden ist – in seinem epochalen „Eid der Horatier“ sowie in seiner Zeichnung vom Ballhauschwur 1789 –, unwiderruflich und ungebremst männlich. Brüderlichkeit ist eine Sache der Männer.

Meine These ist nun: Wenn man neben die starke Form der Sympathie eine starke Form der Synergie stellen will, dann landet man bei der Brüderlichkeit. Sie steht für einen Wechsel von Sympathie zu Synergie. Soweit ich weiß, ist dieser

24 Gabriel Tarde: *Die Gesetze der Nachahmung* (1890), Frankfurt a. M.: Suhrkamp 2003, S. 103.

25 Vgl. Marcel David: *Fraternité et Révolution française 1789–1799*, Paris: Aubier 1987. Ders.: *Le Printemps de la Fraternité. Genèse et vicissitudes 1830–1851*, Paris: Aubier 1992. Mona Ozouf: „Liberté, Égalité, Fraternité“, in: Pierre Nora (Hg.): *Les Lieux de Mémoire*, Bd. 3, Paris: Gallimard 1997, S. 4353–4388. Vgl. Dieter Thomä: *Väter. Eine moderne Heldengeschichte*, München: Hanser 2008, S. 48–69.

26 Vgl. Ronald Paulson: *Representations of Revolution (1789–1820)*, New Haven, CT: Yale University Press 1983, S. 28–36.

Wechsel bislang noch nicht systematisch analysiert worden. Dies liegt wohl daran, dass man es versäumt hat, dem Tandem von Sympathie und Synergie gebührende Aufmerksamkeit zu widmen. Ich habe bereits festgestellt, dass Smith selbst jenen Wechsel von Mitleid und Brüderlichkeit zwar im „fellow-feeling“ gewissermaßen ‚an die Wand malt‘, ihn aber nicht vollzieht. Diese Leerstelle kann mit Hilfe eines anderen Philosophen, Jean-Jacques Rousseau, geschlossen werden, der genau diesen Schritt macht, ohne darüber freilich große Worte zu verlieren und ohne dass ihm – wie ich behaupten würde – klar wäre, was er da tut.

Rousseau ist bekanntlich, wie Smith, ein großer Theoretiker – und großer Freund – des Mitleids. Auch bei ihm wird das Mitleid breit gefasst, es geht weit über die „pitié“ hinaus und ist – im zweiten *Discours*, in der *Julie*, im *Émile* und in anderen Schriften – Gegenstand ausgedehnter Überlegungen. Auch bei Rousseau macht die Sympathie nicht gerade durch Tatendurst Furore. Es bleibt dabei, dass die Sympathie, wie weit und umfassend auch immer sie ausgelegt werden mag, aufgrund ihrer Wurzel in der *pathè* oder in der Passion an eine Grenze, eine gläserne Decke stößt. Im zweiten *Discours* erklärt Rousseau zum ersten, „daß der Zustand der Reflexion ein Zustand wider die Natur“ sei, und zum zweiten, dass das Mitleid „jeder Reflexion vorausgeht“. ²⁷ Damit ist in der Tat kein Handeln zu motivieren und kein Staat zu machen.

Immerhin lässt Rousseau in späteren Schriften die Annahme fallen, wonach sich die Sympathie in einer instinktiven, reflexhaften, eben nicht reflektierten Reaktion *erschöpfe*. Er vollzieht diesen Schwenk wohl deshalb, weil er einsieht, dass die Sympathie ohne einen Anteil von Reflexivität nicht sinnvoll beschrieben werden kann. ²⁸ Die homologe Reaktion des Mitleidenden erfordert immerhin, das Verhalten des anderen zu *verstehen*. Nur deshalb kann er sich in ihn hineinversetzen oder einfühlen, und hierzu bedarf er – wie Rousseau im späten *Essai sur l'origine des langues* betont – der Einbildungs- oder Vorstellungskraft, die ihrerseits genuiner Bestandteil menschlicher Reflexivität ist:

Unsere sozialen Gesinnungen entwickeln sich nur mit unseren Einsichten. Das Mitleid, obwohl dem menschlichen Herzen so natürlich, würde auf immer untätig bleiben ohne die Einbildungskraft, die es in Tätigkeit setzt. [...] Wer niemals nachgedacht hat, kann weder gütig noch gerecht noch mitleidig sein. Noch weniger kann er böse und rachsüchtig sein. Wer sich nichts vorstellen kann, fühlt nur sich selbst. Inmitten der Menschen ist er allein. ²⁹

²⁷ Jean-Jacques Rousseau: *Diskurs über die Ungleichheit/Discours sur l'inégalité* (1755), Paderborn: Schöningh 2008, S. 89 und 145. Ders.: *Ceuvres complètes*, Bd. III, Paris: Gallimard 1959–1995, S. 138 und 155.

²⁸ Es gibt in den Sympathie-Konzeptionen der angelsächsischen Moralphilosophie des 18. Jahrhunderts ähnliche Divergenzen: Man bezieht sich auf Reaktionen des Körpers ebenso wie auf Operationen der Einbildungskraft; Hume steht eher für die erste, Smith eher für die zweite Variante.

²⁹ Vgl. Jean-Jacques Rousseau: „Essai über den Ursprung der Sprachen“, in: ders.: *Musik und Sprache*, Leipzig: Reclam 1989, S. 99–168, hier S. 121. Ders.: *Ceuvres complètes* (Anm. 27), Bd. V, S. 395 f. Wenn Rousseau das Mitleid positiv mit der Fähigkeit des Menschen zur Einsicht verbindet, so schlägt er damit einen neuen Ton an; im *Discours* war die Sanftheit des natürlichen Menschen noch brüsk gegen die „lumières funestes“, die „unheilvolle Einsicht und Aufgeklärtheit“ des

„Man wird nur dann empfindsam“, heißt es im *Émile*, „wenn sich die Phantasie regt und beginnt, uns aus uns selbst heraustreten zu lassen.“³⁰ Bei der Sympathie handelt es sich also um das, was Rousseau ein „relatives [...] Gefühl“ nennt.³¹ Das ist für die Sympathie riskant, denn damit kommen auch all die relativen Gefühle auf die Bühne, die Rousseau überhaupt nicht goutiert, nämlich diejenigen, in denen Menschen sich böseartig miteinander vergleichen, vom Urteil anderer abhängig machen etc. Rousseaus Kampf für die Freiheit ist bekanntlich auch ein Kampf gegen die emotionale Abhängigkeit von der Welt, gegen die Übermacht eines relativen Gefühls, das die Menschen ins Netzwerk der Welt verstrickt. Aber er kann nicht bestreiten, dass es sich auch bei der Sympathie um ein solches relatives Gefühl handelt. Im *Émile* sagt Rousseau, das Mitleid sei „das erste Mitgefühl [sentiment relatif], das nach der Ordnung der Natur das Herz bewegt“.³² Die Sympathie ist für Rousseau gerade deshalb kostbar, weil sie ein relatives Gefühl ist, das nicht in die Fänge der Entfremdung führt.

Eine sympathetische Identifikation mit dem Anderen setzt voraus, dass die Beteiligten in einer bestimmten Hinsicht *gleich* sind. Mit dieser Gleichheit liegt die Sympathie quer zu jenen ruinösen relativen Bestimmungen, bei denen man sich mit anderen misst oder in der Konkurrenz mit anderen aufreißt. Diese Gleichheit enthält ein erhebliches politisches Potential. Einstweilen aber gilt: Die Sympathie ist *nur* ein Gefühl. Um jenes Potential zu entfalten, muss die Sympathie am Leitfaden der Gleichheit über sich selbst hinauskommen und jenseits des Raums privater, moralischer Haltungen eine politische Dynamik entwickeln. Für diese Dynamik steht der Übergang von Sympathie zu Synergie, von Mitleid zu Brüderlichkeit.

Die Sympathie ist bei Rousseau eine Domäne des noch nicht verdorbenen Naturmenschen. Dessen Niedergang, also auch den Niedergang der ungeplanten, ungewollten Sympathie hätte Rousseau nicht schöner beschreiben können als Friedrich Schiller: „Mitten im Schoße der raffiniertesten Geselligkeit hat der Egoismus sein System gegründet [...]. Stolze Selbstgenügsamkeit zieht das Herz des Weltmanns zusammen, das in dem rohen Naturmenschen noch oft sympathetisch schlägt, und wie aus einer brennenden Stadt sucht jeder nur sein elendes Eigentum aus der Verwüstung zu flüchten.“³³ Die Gegenoffensive zum Egoismus kann nur Kraft gewinnen, wenn die Sympathie sich transformiert. Sie bereitet die Erfahrung der Bindung und Gemeinsamkeit vor, die die Bürger im Gesellschaftsvertrag besiegeln: Die Bürger werden, wie Rousseau im *Contrat social* schreibt, zu einem „gemeinschaftliche[n] Ich“: Zum mitfühlenden, relativen Ich gesellt sich das repu-

bürgerlichen Menschen gesetzt worden. Vgl. Rousseau: *Diskurs* (Anm. 27), S. 191. Ders.: *Œuvres complètes* (Anm. 27), Bd. III, S. 170.

30 Jean-Jacques Rousseau: *Emil oder über die Erziehung* (1762), Paderborn: Schöningh 1971, S. 224. Ders.: *Œuvres complètes* (Anm. 27), Bd. IV, S. 506.

31 Rousseau: *Diskurs* (Anm. 27), S. 369. Ders.: *Œuvres complètes* (Anm. 27), Bd. III, S. 219.

32 Rousseau: *Emil* (Anm. 30), S. 224. Ders.: *Œuvres complètes* (Anm. 27), Bd. IV, S. 505.

33 Friedrich Schiller: „Über die ästhetische Erziehung des Menschen in einer Reihe von Briefen“ (1795), in: ders.: *Sämtliche Werke*, Bd. 5, München: Hanser 1993, S. 570–669, hier S. 581.

blikanische „*moi commun*“.³⁴ Es wirkt stärker, entschiedener. Dieses „*moi commun*“ ist die voll entwickelte Form der Synergie des Zusammenwirkens, die Adam Smith nur unter dem individualistischen Vorbehalt marktwirtschaftlicher Kooperation in den Blick rückt. Man könnte zugleich sagen: Dieses „*moi commun*“ ist das Ergebnis eines Umschlags von Sympathie oder „*fellow-feeling*“ in Synergie. Es wird gemeinsam gehandelt, das Bewusstsein der Gemeinsamkeit ist beständig gegenwärtig, es handelt sich nicht um eine Koordination individueller Interessen im Sinne der synergetischen Schrumpfform des Marktes, sondern um eine Kooperation für die gemeinsame Sache.

Das „gemeinschaftliche Ich“ ist der wahre Repräsentant der Brüderlichkeit als politischer Synergie. Im Souverän, in dem sich die Bürger vereinigen, in dem sie zusammen handeln oder als eine Person handeln, gipfelt die Freiheit. Es ist eine tätige Freiheit, in diesem Sinne nach dem geschlechtertheoretischen Klischee eine quasi-männliche Freiheit, in deren Genuss dieses gemeinsame Ich kommt. Diese Brüderlichkeit wird im 19. Jahrhundert von einem anderen Begriff ersetzt, der die geschlechtertheoretische Restriktion der Brüderlichkeit hinter sich lässt: dem Begriff der Solidarität.³⁵ In ihm wird der Einsatz für eine Sache, das Am-Werk-Sein, das der Synergie im Gegensatz zur Sympathie eigen ist, sogar eher noch deutlicher als bei der Brüderlichkeit, die sich auch mit dem bloßen Genuss der Verwandtschaft begnügen könnte.

Der treueste Schüler von Rousseaus Synergie ist Hegel, der vom „*Ich*, das *Wir*, und *Wir*, das *Ich* ist“, spricht.³⁶ Für die Vergesellschaftung, in der die Menschen ihre Gemeinsamkeit entfalten, verlässt Hegel sich freilich in keiner Weise auf Sympathie. Er legt Wert darauf, dass die Vergesellschaftung nicht anders als auf dem Weg des Handelns erreicht wird. Umgesetzt und repräsentiert wird die Synergie durch einen besonders bevorzugten Stand innerhalb der Gesellschaft: Hegel nennt ihn in den *Grundlinien zur Philosophie des Rechts* den „allgemeinen Stand“.³⁷ In ihm sind subjektives Bewusstsein und allgemeine Sache unlöslich miteinander verbunden.

Zu beobachten sind zwei Formen der Vergesellschaftung: sympathetische und synergetische Vergesellschaftung. Sie unterscheiden sich durch den Modus des Verhaltens: Wenn im ersten Fall das Passive oder Passionierte im Vordergrund steht, also auch das Affektiertwerden durch andere, ist es im zweiten Fall das Aktive oder

34 Jean-Jacques Rousseau: *Vom Gesellschaftsvertrag oder Grundsätze des Staatsrechts* (1762), Stuttgart: Reclam 1985, S. 18. Ders.: *Ceuvres complètes* (Anm. 27), Bd. III, S. 361.

35 Zum Übergang von Brüderlichkeit zu Solidarität vgl. Kurt Bayertz: „Begriff und Problem der Solidarität“, in: ders. (Hg.): *Solidarität. Begriff und Problem*, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 1998, S. 11–53.

36 Georg Wilhelm Friedrich Hegel: *Phänomenologie des Geistes* (1807), Frankfurt a. M.: Suhrkamp 1973, S. 145.

37 Georg Wilhelm Friedrich Hegel: *Grundlinien der Philosophie des Rechts* (1821), Frankfurt a. M.: Suhrkamp 1970, S. 357 und 399 (§§ 205, 258).

Aktivistische.³⁸ Dieser Unterschied, der sich an den Verhaltens-Modi, dem Betroffensein oder Am-Werk-Sein, festmacht, führt zu einem wichtigen Befund.

Die Sympathie gilt einem anderen Menschen in seiner fragilen Existenz oder, wie es bei Rousseau heißt, in seinem „frêle bonheur“.³⁹ Sie ist also ungemein großzügig, man könnte auch sagen: pauschal oder wahllos. Sympathie kann man fast mit allen und jedem haben, mit Erdbebenopfern, aber auch mit Filmhelden oder Seehundbabys. Gerade deshalb gibt es übrigens eine Verbindung zwischen der überaus großzügigen, fast wahllosen Sympathie und der überaus großzügigen, aber höchst wählerischen Liebe: Was in der Sympathie als oft wahllose Großzügigkeit in der Zuwendung zum Anderen auftritt, ist in der Liebe eine gezielte Großzügigkeit, bei der man den geliebten Menschen mit Haut und Haaren, mit Stärken und Schwächen annimmt.

Bei der Sympathie stehen nicht die verschiedenen Ursachen oder Faktoren der leidenden oder gefühlten Betroffenheit im Mittelpunkt, sondern die Person, die leidet oder fühlt. Man hält sich nicht an die Lebens-Umstände, sondern an das Leben selbst. Wenn die Sympathie intransitiv ist, so ist die Synergie transitiv. Im Unterschied zur Sympathie kann man von Synergie nicht reden, ohne auch über die Ziele und Zwecke zu reden, die sich die Menschen beim Handeln setzen. Synergie ist gezielt, projekthaft. Es geht beim „fellow-feeling“, wenn es sich denn – wie etwa bei der revolutionären Brüderlichkeit – zur Synergie auswächst, um partikuläre Vorhaben und Ziele. Damit hat die Synergie – moralisch gesehen – gegenüber der Sympathie einen Startnachteil, denn die Sympathie kann sich darauf berufen, im Sinne von Smiths „humanity“ dem Menschen schlechthin zugeneigt zu sein. Eine Spezialisierung kommt allenfalls dann ins Spiel, wenn die Sympathie – wie geschildert – von der Erfahrung des bloßen Betroffenseins abgelöst und auf die Entfaltung spezifischer Passionen ausgelegt wird. Dann wird auch die Sympathie wählerisch, dann kann es passieren, dass man Sympathie nur für bestimmte Menschen, für bestimmte Anwendungen empfindet. Mit dieser passionierten, energischen Sympathie ist man bereits unterwegs zur Synergie. Diese Synergie ist nun nicht denkbar ohne Angabe der Werke, mit denen man es zu tun hat.

Dieses Verhältnis zum Werk ist wichtig für die moralische Beurteilung von Sympathie einerseits, Synergie andererseits. In beiden Fällen stellt sich eine Gemeinsamkeit her, die überhaupt die Vorbedingung für so etwas wie moralisches Verhalten ist. Man macht sich bereit für das Teilen von Haltungen, Überzeugungen etc. Die Großzügigkeit der Sympathie, in der man dem Leid des anderen Menschen zugetan ist, muss sich moralisch nicht rechtfertigen – oder allenfalls dann, wenn man die Sympathie von sich aus vorsätzlich eingrenzt und einschnürt. Bei der Synergie setzt der Rechtfertigungsbedarf jedoch früher ein. Man muss zeigen, dass es

38 In anderem Zusammenhang bemerkt Slaby: „Agency is empathy’s blind spot“. Vgl. Jan Slaby: „Empathy’s Blind Spot“, in: *Medicine, Health Care and Philosophy* 17 (2014) 2, S. 249–258, hier S. 249.

39 Zum „zerbrechlichen Glück“ oder „frêle bonheur“ Rousseau: *Emil* (Anm. 30), S. 222. Ders.: *Œuvres complètes* (Anm. 27), Bd. IV, S. 503. Vgl. Tzvetan Todorov: *Frêle bonheur. Essai sur Rousseau*, Paris: Hachette 1985.

hier nicht um eine Synergie bösartiger Energien geht, sondern um eine Synergie im Guten. Die Synergie soll nicht unter Schuften herrschen, sie muss sich als integrative Kraft bewähren, das Ziel, das im „Syn“ verfolgt wird, muss zur Ausweitung des „Syn“, zur Verallgemeinerung der Gemeinsamkeit taugen, wenn das „ergon“ als verdienstvoll gelten will.

Ich habe gezeigt, dass sympathetische und synergetische Formen der Vergesellschaftung voneinander unterschieden sind, ich habe aber auch auf die Übergänge zwischen ihnen hingewiesen. So wurde, wie gesehen, die revolutionäre, männliche Brüderlichkeit um 1800 in Abgrenzung gegen die weibliche Sympathie lanciert. Ungeachtet dieser entschiedenen Abgrenzung gab es aber auch schon damals Versuche der Vermittlung, also Versuche, mit denen die sozialen Energien beider Haltungen zugleich angezapft werden sollten. So steht Smiths in der Sympathie erfahrene Gleichheit Pate bei der Forderung nach der politischen Emanzipation, die allen Menschen zusteht; dies lässt sich sehr schön anhand der Smith-Rezeption des Marquis de Condorcet während der Französischen Revolution dokumentieren, der Smiths „sentiment of humanity“ direkt als „sentiment de l’humanité“ aufgreift und dieses Gefühl wiederum direkt in die politische Forderung nach der Durchsetzung der Menschenrechte übersetzt.⁴⁰ Rund fünfzig Jahre nach Condorcet kommt es auf andere Art zu einer Überblendung oder Verbindung sympathetischer und synergetischer Vergesellschaftung: Dann zieht der große Historiker Jules Michelet eine Parallele zwischen mütterlicher und brüderlicher Sozialität.⁴¹

Ausblick

Die Tragfähigkeit meiner Überlegungen zur Kombination verschiedener Formen sozialer Zusammengehörigkeit könnte mit Sigmund Freud überprüft werden, was ich nur in einem kurzen Ausblick skizzieren will. Bei Freud tritt die Sympathie im Zusammenhang mit der „Identifizierung“ auf, die auch er am paradigmatischen Fall der Beziehung zwischen Mutter und Kind festmacht. Sie weist eine „durch keinerlei egoistische Rücksicht gestörte, unwandelbare Zärtlichkeit“ auf.⁴² Weit über diese spezielle Konstellation hinausgehend schreibt Lou Andreas-Salomé in einem Brief an Freud, der freilich kein Echo bei ihm findet, von einem „Sympathieverlangen“ des Menschen, dessen Enttäuschung eine Ursache neurotischen

40 Vgl. Dieter Thomä: „Das Private ist politisch, das Politische ist privat“, in: *Behemoth* 4 (2011) 3, S. 23–56, hier S. 37–41. Ders.: *Väter* (Anm. 25), S. 112–114.

41 Diese Konstellation ist bislang schlecht erforscht; ich muss mich hier mit Hinweisen begnügen. Zu Brüderlichkeit und Weiblichkeit bei Michelet vgl. Richard R. Chase: „Jules Michelet and the Nineteenth-Century Concept of Insanity: A Romantic’s Reinterpretation“, in: *French Historical Studies* 17 (1992), S. 725–746, hier: S. 730, 733, 744. Zu Michelets Ideal des „androgynen Menschen“ vgl. Roland Barthes: *Michelet* [1954], Frankfurt a. M.: Suhrkamp 1984, S. 195.

42 Sigmund Freud: „Vorlesungen zur Einführung in die Psychoanalyse“ (1916–17), in: ders.: *Gesammelte Werke*, Bd. XI, Frankfurt a. M.: Fischer 1960–1987, S. 1–497, hier S. 210. Vgl. ders.: „Das Unbehagen in der Kultur“ (1930), in: ders.: *Gesammelte Werke*, Bd. XIV, S. 419–506, hier S. 473.

Verhaltens bilde. Ihren Überlegungen zum „Sympathieausdruck“ und zum „Hingebungsverlangen“ hat sie in einem *Imago*-Aufsatz aus dem Jahr 1914 eine systematische Form gegeben.⁴³ Immerhin: Freuds ebenso pathetische wie vage Anrufung des „ewige[n] Eros“, der das „Zusammenleben“ der Menschen befrieden könnte, ist als Suchmeldung in Richtung auf sympathetische Identifizierung zu werten.⁴⁴ Daneben tritt bei ihm die *synergetische* Identifizierung. Ihr entspricht in Freuds Repertoire am ehesten das „Gemeingefühl“ und die „demokratische Gleichstellung“,⁴⁵ durch die sich der Bund der Brüder in dem Moment auszeichnet, da er nicht mehr oder nicht schon wieder von inneren Konflikten zerrissen wird.

Meine abschließende Hypothese lautet: Eine Gesellschaft, die nur sympathetisch oder nur synergetisch operiert, bleibt defekt. Es bedarf des Ausgleichs, der Balance zwischen der unwillkürlichen, ungerichteten Berührbarkeit und Betroffenheit einerseits, der willkürlichen, treffsicheren Gerichtetheit und Anteilnahme andererseits. Beide Haltungen zusammen stehen gemeinsam gegen ein Drittes – gegen den Rückzug auf sich selbst, an den sie in ihren minimalisierten Formen grenzen, gegen die „stolze Selbstgenügsamkeit“, von der Schiller – wie zitiert – gesprochen hat. Diese Selbstgenügsamkeit ist für Sympathie und Synergie gleichermaßen ein Stein des Anstoßes. Dieser Stein ist in der modernen Gesellschaft erschreckend groß.

43 Sigmund Freud/Lou Andreas-Salomé: *Briefwechsel*, Frankfurt a. M.: Insel 1966, S. 9 (Brief vom 9.11.1912). Vgl. Lou Andreas-Salomé: „Zum Typus Weib“, in: *Imago* II (1914), S. 1–14, hier S. 9.

44 Freud: „Das Unbehagen in der Kultur“, in: ders.: *Gesammelte Werke* (Anm. 41), Bd. XIV, S. 419–506, hier S. 506.

45 Freud: „Warum Krieg?“ (1933), in: ders.: *Gesammelte Werke* (Anm. 41), Bd. XVI, S. 11–27, hier S. 23. Ders.: „Totem und Tabu“ (1912–13), in: ders.: *Gesammelte Werke* (Anm. 41), Bd. IX, S. 1–206, hier S. 179.

PETER A. CORNING

Emergence in Evolution and the Causal Role of Synergy

If reductionism and a search for deterministic, predictive ‘laws’ of nature represented the dominant research strategy – and world view – of the scientific community during the 20th century, ‘emergence’ has become a major theme, if not the dominant approach in the 21st century, reflecting a major shift of focus toward the study of complexity and complex systems. However, this important ‘climate change’ in the scientific enterprise has been accompanied by much confusion and debate about what exactly emergence is. How do you know it when you see it? Or don’t see it? What are its defining properties? Is it possible to predict emergence? And is there more to emergence than meets the eye? Beyond these meta-theoretical issues, there is a deep question that is often skirted, or even ignored. How do we explain emergence? Why does emergence emerge?

Here, I will briefly recount the history of this important concept and will address some of the many questions that surround it. I will also consider the distinction between reductionist and holistic approaches to the subject, as well as the distinction between epistemological and ontological emergence (that is, the ability to deduce or predict emergence versus the concrete reality of an emergent phenomenon). I will argue that living systems are irreducibly emergent in both senses and that biological evolution has quintessentially been a creative emergent process that is fully consistent with modern (Darwinian) evolutionary theory. Furthermore, as I will explain, novel ‘synergies’ of various kinds have been responsible for the ‘progressive’ evolution of more complex living systems over time. The selective advantages associated with emergent, synergistic effects have played a major causal role in the evolutionary process.

A Brief History of the Concept of Emergence

The concept of emergence is hardly new. It is, in fact, a venerable idea that can be traced back to the late 19th and early 20th centuries. The term was coined during an earlier upsurge of interest in the evolution of wholes, or, more precisely, what was viewed unabashedly in those days as evolutionary ‘progress’ – a trend toward new levels of organization and complexity over time, culminating in mental phenomena and the human mind. This long-ago episode, part of the early history of evolutionary theory, is not well-known today, or at least not fully appreciated. However, it provides a theoretical context and offers some important insights into what can legitimately be called the re-emergence of emergence.

According to the philosopher David Blitz in his in-depth history of emergence,¹ the term “emergent” was coined by the pioneer psychologist George Henry Lewes in his multi-volume *Problems of Life and Mind* (1874–1879).² Like many post-Darwinian scientists of that period, Lewes viewed the evolution of the human mind as a formidable conundrum. Some evolutionists, like Alfred Russel Wallace (the co-discoverer of natural selection), opted for a dualistic explanation. They claimed that the mind is the product of a supernatural agency. But Lewes, following John Stuart Mill’s lead, argued to the contrary that certain phenomena in nature produce what he called ‘qualitative novelty’ – material changes that cannot be expressed in simple quantitative terms; they are emergents rather than resultants. To quote Lewes:

Every resultant is either a sum or a difference of the cooperating forces; their sum, when their directions are the same – their difference, when their directions are contrary. Further, every resultant is clearly traceable in its components, because these are homogeneous and commensurable [...]. It is otherwise with emergents, when, instead of adding measurable motion to measurable motion, or things of one kind to other individuals of their kind, there is a co-operation of things of unlike kinds [...]. The emergent is unlike its components in so far as these are incommensurable, and it cannot be reduced to their sum or their difference.³

Years earlier, John Stuart Mill had used the example of water to illustrate essentially the same idea: “The chemical combination of two substances produces, as is well known, a third substance with properties different from those of either of the two substances separately, or of both of them taken together.”⁴ Both Mill and Lewes, however, were resurrecting an argument from their illustrious predecessor: More than 2000 years earlier, Aristotle wrote a philosophical treatise, later renamed the *Metaphysics*, about the significance of ‘wholes’ in relation to their ‘parts’. Aristotle stated: “The whole is something over and above its parts, and not just the sum of them all [...]”⁵ So the ontological distinction between parts and wholes was not exactly a new idea in the 19th century. The difference was that the late-Victorian theorists framed the parts-wholes relationship within the context of the theory of evolution and the challenge of accounting for biological complexity.

The basic quandary for holistic theorists of that era was that evolutionary theory as formulated by Darwin did not allow for radically new phenomena in nature, like (presumably) the human mind. As every first-year biology student these days knows, Darwin was a convinced gradualist who frequently quoted the popular

1 David Blitz: *Emergent Evolution. Qualitative Novelty and the Levels of Reality*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers 1992.

2 George Henry Lewes: *Problems of Life and Mind*, vol. 1–5, London: Truebner 1874–1879.

3 *Ibid.*, p. 413.

4 John Stuart Mill: *A System of Logic Ratiocinative and Inductive*, London: John W. Parker and Son 1872 [1843], p. 371.

5 Aristotle: τὰ μετὰ τὰ φυσικά, engl.: *Aristotle’s Metaphysics*, trans. by Hippocrates G. Apostle, Bloomington, IN: Indiana University Press 1996, Book H, 1045:8–10.

canon of his day, *natura non facit saltum* – nature does not make leaps.⁶ Indeed, Darwin rejected the very idea of sharp discontinuities in nature. In *The Origin of Species*, Darwin emphasized what he called the “Law of Continuity,” and he repeatedly stressed the incremental nature of evolutionary change, which he termed “descent with modification.” Darwin believed that this principle applied to the evolution of the human mind as well. In the *Descent of Man*, he asserted that the difference between the human mind and that of ‘lower’ animals was “one of degree and not of kind.”⁷

Many theorists of his era viewed Darwin’s explanation as unsatisfactory, or at least incomplete, and the theory of emergent evolution was advanced as a way to reconcile Darwin’s gradualism with the appearance of ‘qualitative novelties’ and, equally important, with Herbert Spencer’s notion, following Jean-Baptiste de Lamarck, of an inherent, energy-driven trend in evolution toward new levels of organization (a concept I address more fully below). Emergent evolution had several prominent adherents, but the leading theorist of this school was the comparative psychologist and prolific writer, Conwy Lloyd Morgan, who ultimately published three volumes on the subject: *Emergent Evolution* (1923), *Life, Mind, and Spirit* (1926), and *The Emergence of Novelty* (1933).⁸

The main tenets of Lloyd Morgan’s paradigm will sound familiar to modern-day wholists: quantitative, incremental changes can lead to qualitative changes that are different from, and irreducible to, their parts. By their very nature, moreover, such wholes are unpredictable. Though higher-level, emergent phenomena may arise from lower-level parts, there may also be “return action,” or what Lloyd Morgan also called “supervenience” (“downward causation” in today’s parlance). But most important, Lloyd Morgan argued that the evolutionary process has an underlying progressive tendency because emergent phenomena lead in due course to new levels of reality.

It was a grand vision, but what did it explain? As Blitz observed, it was not a causal theory: “Emergent evolution related the domains studied by the sciences of physics, chemistry, biology, and psychology – a philosophical task not undertaken by any one of them – but did not propose mechanisms of change specific to any one of them – a scientific task which philosophy could not undertake.”⁹ Indeed, Lloyd Morgan ultimately embraced a metaphysical teleology that portrayed the evolutionary process as an unfolding of inherent tendencies, which he associated

6 The phrase appears no less than five times in *The Origin of Species*. Charles R[obert] Darwin: *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*, Baltimore, MD: Penguin 1968 [1859].

7 Charles R[obert] Darwin: *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex*, New York, NY: A. L. Burt 1874 [1871], Ch. I, p. 70.

8 Conwy Lloyd Morgan: *Emergent Evolution*, London: Williams and Norgate 1923. Idem: *Life, Mind, and Spirit*, London: Williams and Norgate 1926. Idem: *The Emergence of Novelty*, New York, NY: Henry Holt and Co. 1933. Other theorists in this vein included Samuel Alexander, Roy Wood Sellars, C[harlie] D[unbar] Broad, Arthur Lovejoy, William Morton Wheeler, and Jan Christiaan Smuts (one-time Prime Minister of South Africa).

9 Blitz: *Emergent Evolution* (note 1), p. 100.

with a creative divinity (shades of Herbert Spencer, Henri Bergson, Pierre Teilhard de Chardin and other orthogenetic and ‘vitalistic’ theorists, not to mention some of today’s complexity theorists).

Jan Smuts’s visionary book *Holism and Evolution* also deserves mention, not least because he was apparently the one who coined the term “holism” (from the Greek word for wholes).¹⁰ But, following Morgan, Smuts’s concept of “holistic selection” was pointedly non-Darwinian. He posited an inherent developmental tendency in evolution – an underlying whole-making “force”. As Smuts put it:

The creation of wholes, and ever more highly organized wholes [...] is an inherent character of the universe. There is not a mere vague indefinite creative energy or tendency at work in the world. This energy or tendency has specific characters, the most fundamental of which is whole-making [...]. Wholeness is the most characteristic expression of the nature of the universe in its forward movement in time. It marks the line of evolutionary progress. And Holism is the inner driving force behind that progress.¹¹

The Triumph of Reductionism

In sum, emergent evolution in the hands of Lloyd Morgan, Smuts, and others of that era was orthogenetic and deemed to be somehow self-propelled. It was not really a scientific theory, though the boundary line was not so sharply delineated back then. But far more damaging to the cause of emergent evolution was the rise of the science of genetics in the 1920s and 1930s and the triumph of an analytical, experimental method in biology. In its most strident form, reductionism swept aside the basic claim of emergent evolutionists that wholes have irreducible properties that cannot be fully understood or predicted by examining the parts alone.

Critics like Stephen C. Pepper, Charles Baylis, William McDougall, Rudolf Carnap, and Bertrand Russell claimed that emergent qualities were merely epiphenomena and of no scientific significance. Russell, for instance, argued that analysis “enables us to arrive at a structure such that the properties of the complex can be inferred from those of the parts.”¹² While the reductionists conceded that it was not currently possible, in many cases, for science to make such inferences and predictions, this shortcoming was a reflection of the state of the art in science and not of some deep property in nature itself. In time, it was said, reductionism would be able to give a full accounting for emergent phenomena.

Indeed, as the 20th century proceeded, many scientists came to view the concept of emergence as being completely outside the realm of science. Thus, the Nobel physicist Steven Weinberg in his book *Dreams of a Final Theory* assured us that all the “arrows of explanation” in science point downward and converge at the

10 Jan Christiaan Smuts: *Holism and Evolution*, New York, NY: Macmillan Co. 1926.

11 *Ibid.*, p. 99.

12 Bertrand Russell: *The Analysis of Matter*, London: Allen and Unwin 1927, pp. 285–286.

quantum level of reality, where, he claimed, it will ultimately be possible to unify all the laws of physics and provide a universal, logically tight “theory of everything” (as some of Weinberg’s loose-tongued colleagues have characterized it).¹³ Evolutionary biologist Edward Wilson, in his book *Consilience: The Unity of Knowledge*, concurred: “Nature is organized by simple universal laws of physics to which all other laws and principles can be reduced.”¹⁴ Wilson also made the breathtaking assertion that “all tangible phenomena, from the birth of stars to the workings of social institutions, are ultimately reducible, however long and tortuous the sequences, to the laws of physics.”¹⁵ He characterized emergent holism as a “mystical concept.”¹⁶

To be sure, there were also numerous contrarians during this era, scientists who continued to insist on the ontological reality of complex, emergent systems as products of Darwinian evolution. In the 1930s, for example, embryologist Joseph Needham advanced the idea of “integrative levels” in nature and argued for “the existence of [different] levels of organization in the universe, successive forms of order in a scale of complexity and organization.”¹⁷ A decade later, the biologist Julian Huxley, a principal architect of the ‘modern synthesis’ in evolutionary biology, sought to define evolution as a continuous process from star-dust to human society. Among other things, Huxley asserted that “now and again there is a sudden rapid passage to a totally new and more comprehensive type of order or organization, with quite new emergent properties, and involving quite new methods of further evolution.”¹⁸ Biologist Alex B. Novikoff also defended the idea of emergent levels of reality in a much-cited 1945 article in *Science* entitled “The Concept of Integrative Levels in Biology.”¹⁹

The growth of the new science of ecology in the 1930s also stimulated interest in whole systems and macro-level relationships. There was much talk among pioneer ecologists, such as Charles Elton, Arthur G. Tansley, Raymond Lindemann, G. Evelyn Hutchinson, and others, about how the natural world is an integrated ‘economy,’ a biological ‘community,’ and even, for some theorists, a “quasi-organism” (Tansley). Ironically enough, the seminal concept of an ecosystem, which has since become a centerpiece of modern ecology, was originally conceived by Tansley

13 Steven Weinberg: *Dreams of a Final Theory*, New York, NY: Pantheon Books 1992.

14 Edward O. Wilson: *Consilience. The Unity of Knowledge*, New York, NY: Alfred A. Knopf 1998, p. 55.

15 *Ibid.*, p. 266.

16 Quoted in Frank Miele: “The Ionian Instauration”, in: *Skeptical* 6 (1998) 1, pp. 76–85, p. 79.

17 Joseph Needham: *Integrative Levels. A Reevaluation of the Idea of Progress*, Oxford: Clarendon Press 1937, p. 234.

18 Julian Sorell Huxley/Thomas Henry Huxley: *Evolution and Ethics: 1893–1943*, London: The Pilot Press 1947, p. 120.

19 Alex Benjamin Novikoff: “The Concept of Integrative Levels in Biology”, in: *Science* 101 (1945), pp. 209–215.

in the context of his belated conversion to reductionism. “Wholes,” he wrote, “are in *analysis* nothing but the synthesized actions of the components in associations.”²⁰

Finally, there was the so-called systems movement, whose members were inspired by the aspiration of biologist Ludwig von Bertalanffy for what he termed a “general system theory.”²¹ Indeed, the Society for General Systems Research (now known as the International Society for the Systems Sciences) included many distinguished scientists of the time: Kenneth Boulding, Ross Ashby, Anatol Rapoport, Heinz von Foerster, Herbert Simon, Robert Rosen, Paul Weiss, James Grier Miller, and others. Nevertheless, in the wake of the discovery of the double helix and the genetic code, reductionism became the dominant scientific paradigm in biology during much of the 20th century, and a gene-centered approach, generally known as neo-Darwinism, came to be widely accepted as the theoretical foundation of evolutionary theory.²²

The Re-Emergence of Emergence

It is difficult to attach a date to the re-emergence of emergence as a legitimate, mainstream concept, but it roughly coincided with the growth of scientific interest in the phenomenon of complexity and the development of new, non-linear mathematical tools – particularly chaos theory and dynamical systems theory – which allow scientists to model the interactions within complex, dynamic systems in new and insightful ways. Among other things, complexity theory gave mathematical legitimacy to the idea that processes involving the interactions among many parts may be at once deterministic yet for various reasons unpredictable. (One oft-noted constraint, for instance, is the way in which initial conditions – the historical context – may greatly influence later outcomes in unforeseeable ways.)

One of the benchmarks associated with the re-emergence of emergence was the work of the Nobel psychobiologist Roger Sperry.²³ He wrote on mental phenom-

20 Arthur Tansley: “The Classification of Vegetation and the Concept of Development” in: *Journal of Ecology* 8 (1920) 2, pp 118–149; qtd. in Donald Worster: *Nature's Economy. A History of Ecological Ideas*, Cambridge: Cambridge University Press 1977, p. 301.

21 Karl Ludwig von Bertalanffy: *Das biologische Weltbild (1949)*, Bd. 1, engl. *Problems of Life: An Evaluation of Modern Biological Thought*, New York, NY: John Wiley 1952. Idem: *General System Theory: Foundations, Development, Applications*, New York, NY: George Braziller 1968.

22 For a detailed analysis and rebuttal of this paradigm, see Peter A. Corning: *Holistic Darwinism. Synergy, Cybernetics, and the Bioeconomics of Evolution*, Chicago, IL: University of Chicago Press 2005. Idem: “Rotating the Necker Cube. A Bioeconomic Approach to Cooperation and the Causal Role of Synergy in Evolution”, in: *Journal of Bioeconomics* 15 (2013), pp. 171–193.

23 Roger Wolcott Sperry: *Problems Outstanding in the Evolution of Brain Function*, James Arthur Lecture Series, New York, NY: American Museum of Natural History 1964. Idem: “A Modified Concept of Consciousness”, *Psychological Review* 76 (1969), pp. 532–536. Idem: “In Defense of Mentalism and Emergent Interaction”, in: *The Journal of Mind and Behavior*, 12 (1991) 2, pp. 221–246. Idem: “Holding Course Amid Shifting Paradigms”, in: Willis Harman/Jane Clark (eds.): *New Metaphysical Foundations of Modern Science*, Sausalito, CA: Institute of Noetic Sciences 1994, pp. 97–121.

ena and the role of what he was the first to call “downward causation” in complex systems like the human brain. Sperry also adopted Lloyd Morgan’s term “super-venience.”²⁴ Meanwhile, in physics Hermann Haken and his colleagues broke new ground with “synergetics,” the science of dynamic, ‘cooperative’ phenomena in the physical realm. Over the past 40-odd years, synergetics has produced a large body of holistic theory.²⁵

In the United States, much of the work on the subject of emergence has been fueled by the resources and leadership of the Santa Fe Institute. Beginning in the mid-1980s, the Institute’s annual proceedings have contained many articles related to this subject over the years, and a number of the scholars associated with the Institute have published books on complexity and emergence.²⁶ The well-known theoretical biologist Stuart Kauffman, for instance, has theorized that life is an emergent phenomenon in the sense that it represents a ‘spontaneous crystallization’ of pre-biotic molecules that can catalyze networks of reactions. Life is a collective property of a system of interacting molecules, says Kauffman. “The whole is greater than the sum of its parts.”²⁷

Since the 1990s there has been a growing flood of books and articles on emergence, including a scholarly journal devoted to the subject called *Emergence: Com-*

24 Psychologist Donald Campbell, who is most widely known for the concept of downward causation, may have invented the term independently. Donald T. Campbell: “Downward Causation in Hierarchically Organized Biological Systems”, in: Francisco José Ayala/Theodosius Dobzhansky (eds.): *Studies in the Philosophy of Biology*, Berkeley, CA: University of California Press 1974, pp. 85–90.

25 See e.g., Hermann Haken (ed.): *Cooperative Phenomena*, New York, NY: Springer 1973. Idem: *Cooperative Effects. Progress in Synergetics*, New York, NY: American Elsevier 1974. Idem: *Synergetics. An Introduction. Nonequilibrium Phase Transitions and Self-Organization in Physics, Chemistry, and Biology*, Berlin: Springer 1977. Idem: *Advanced Synergetics. Instability Hierarchies of Self-Organizing Systems and Devices*, Berlin: Springer 1983. Idem/Michael Stadler (eds.): *Synergetics of Cognition*, Berlin: Springer 1990. J. A. Scott Kelso et al.: *Dynamic Patterns in Complex Systems*, proceedings of a conference in honor of Hermann Haken on the occasion of his 60th birthday, Singapore: World Scientific 1988. Later, Haken would venture into the study of neurological and cognitive phenomena as well. The term “synergetics” was also coined independently by the well-known engineer and polymath Buckminster Fuller, designer of, among other things, the geodesic dome and was used as the title of his speculative, multi-disciplinary work *Synergetics: R[ichard] Buckminster Fuller in collaboration with Edgar J. Applewhite: Synergetics. Explaining the Geometry of Thinking*, 2 vol., New York, NY: Macmillan Publishing Co. 1975, 1979.

26 See especially Stuart A. Kauffman: *The Origins of Order. Self-Organization and Selection in Evolution*, New York, NY: Oxford University Press 1993. Idem: *At Home in the Universe: The Search for the Laws of Self-Organization and Complexity*, New York, NY: Oxford University Press 1995. Idem: *Investigations*, New York, NY: Oxford University Press 2000. Idem: *Reinventing the Sacred. A New View of Science, Reason, and the Sacred*, New York, NY: Basic Books 2008. John L. Casti: *Complexification. Explaining a Paradoxical World Through the Science of Surprise*, New York, NY: Harper Perennial 1995. Idem: *Would-be Worlds. How Simulation is Changing the Frontiers of Science*, New York, NY: John Wiley 1997. John H. Holland: *Hidden Order. How Adaptation Builds Complexity*, Reading, MA: Helix Books (Addison-Wesley) 1995. Idem: *Emergence. From Chaos to Order*, Reading, MA: Helix Books (Addison-Wesley) 1998. See also Roger Lewin: *Complexity. Life at the Edge of Chaos*, New York, NY: Macmillan 1992. Mitchell M. Waldrop: *Complexity. The Emerging Science at the Edge of Order and Chaos*, New York, NY: Simon & Schuster 1992.

27 Kauffman: *At Home in the Universe* (note 26), pp. 23–24.

plexity & Organization. However, many of the new generation of emergence theorists have pursued a search for some deterministic ‘law’ or laws of evolution, an enterprise that could be traced back to the 19th-century British polymath Herbert Spencer and his energy-centered “universal law of evolution.”²⁸ Thus, the physicist Ilya Prigogine derived a “universal law of evolution” from an improbable analogy with the formation of self-ordered Bénard cells (which he characterized as “dissipative structures”) in a pan of water when it is heated. He called it an “autocatalytic theory” of evolution.²⁹

Kauffman, in his early writings, likewise aspired to the discovery of the underlying laws of evolution. In his 1995 book, *At Home in the Universe*, Kauffman asserted that “Order is not accidental, that vast veins of order lie at hand. Laws of complexity spontaneously generate much of the order of the natural world. [...] Order, vast and generative, arises naturally.”³⁰ He called it “order for free.”³¹ In a later book, Kauffman further speculated about a possible “fourth law of thermodynamics,” an inherent, energy-driven tendency in nature toward greater diversity.³² Kauffman’s law was, in effect, an update of Spencer’s law. (However, it should also be noted that, in his 2008 book, Kauffman fully embraced the Darwinian paradigm and has now become a champion of ‘Darwinian’ emergence.)

There have been many other variations on this theme in recent years, with numerous theorists invoking inherent, self-organizing tendencies in nature to explain emergence. Computer scientist and algorithm pioneer John Holland asks, “How do living systems emerge from the laws of physics and chemistry? Can we explain consciousness as an emergent property of certain kinds of physical systems?”³³ Francis Heylighen and his colleagues claim that evolution leads to the ‘spontaneous emergence’ of systems with higher orders of complexity.³⁴ Mark Buchanan discerns a ‘law of universality’ in evolution from our cosmic origins to economic societies as a consequence of self-organized criticality,³⁵ after Per Bak and his colleagues.³⁶

28 Herbert Spencer: “The Development Hypothesis” [1852], reprinted in: idem: *Essays. Scientific, Political and Speculative*, New York, NY: Appleton 1892, pp. 1–10.

29 Ilya Prigogine: “Time, Structure and Fluctuation”, in: *Science* 201 (1978), pp. 777–784. Idem: *From Being to Becoming. Time and Complexity in the Physical Sciences*, San Francisco, CA: W. H. Freeman 1980. Idem/Gregoire Nicolis/Agnessa Babloyantz: “Thermodynamics of Evolution (I)”, *Physics Today* 25 (1972), pp. 23–28. Idem: “Thermodynamics of Evolution (II)”, in: *Physics Today* 25 (1972), pp. 38–44. Gregoire Nicolis/Ilya Prigogine: *Self-Organization in Nonequilibrium Systems*, New York, NY: John Wiley 1977. Idem: *Exploring Complexity*, New York, NY: W. H. Freeman 1989. Idem: “Biological Order, Structure and Instabilities”, in: *Quarterly Review of Biophysics* 4 (1971), pp. 107–148.

30 Kauffman: *At Home in the Universe* (note 26), p. 8, p. 25.

31 *Ibid.*, p. 71, *passim*.

32 Kauffman: *Investigations* (note 26), p 5.

33 Holland: *Emergence* (note 26), p. 2.

34 See Francis Heylighen/Johan Bollen/Alexander Riegler (eds.): *The Evolution of Complexity. The Violet Book of Einstein meets Magritte*, Dordrecht: Kluwer Academic Press 1999.

35 See Mark Buchanan: *Ubiquity. The Science of History... Or Why the World is Simpler Than We Think*, London: Weidenfeld & Nicolson 2000.

36 See Per Bak/Kan Chen: “Self-Organized Criticality”, in: *Scientific American* 261 (1991) 1, pp. 46–53.

Steve Grand views the emergence of networks as a self-propelled, autocatalytic process.³⁷ Albert-László Barabási invokes ‘far reaching natural laws’ that, he believes, govern the emergence of networks.³⁸ Niels Gregersen and his contributors see an ‘innate spontaneity’ in the emergence of complexity.³⁹ And Harold Morowitz finds himself in sympathy with Teilhard de Chardin (and others) in believing that there is “something deeper” in the “orderly unfolding” of the universe.⁴⁰

All of these grand visions can be called reductionist in the sense that they posit some underlying, inherent force, agency, tendency, or ‘law’ that is said to determine the course of the evolutionary process, or at least shape the evolution of complexity. Emergence is thus treated as an epiphenomenon. In effect, these theorists explain away the very thing that needs to be explained – namely, the contingent nature and fundamentally functional, adaptive properties of living systems.⁴¹

The Problem of Defining Emergence

Despite the proliferation of publications on emergence in recent decades, there is also much disagreement about how to define it. It is not at all clear what the term denotes or, more importantly, how emergence emerges. One problem is that the term is frequently used in every-day language as a synonym for ‘appearance’, or ‘growth’, as distinct from a parts-whole relationship. Thus, one of the dictionaries I consulted defined the term strictly in perceptual terms and gave as an example ‘the sun emerged from behind a cloud.’ Even the Oxford English Dictionary, which offered four alternative definitions, gives precedence to the version that would include a submarine which submerges and then re-emerges. Indeed, even avowed, complexity theorists commonly use the term (perhaps unwittingly) in both ways. Thus, the subtitle of Mitchell Waldrop’s book *Complexity* is *The Emerging Science at the Edge of Order and Chaos*.⁴²

Some theorists take the position that emergence does not exist if it is not perceived; it must be apparent to an observer. But what is a ‘whole’ – how do you know it when you see it, or don’t see it? You cannot see a water molecule, after all. And is the mere perception of a whole – a ‘gestalt’ experience – sufficient, or even necessary? Then, there is the continuing debate about the predictability of emer-

37 See Steve Grand: *Creation. Life and How to Make It*, Cambridge, MA: Harvard University Press 2001.

38 Albert-László Barabási: *Linked. The New Science of Networks*, Cambridge, MA: Perseus Books 2002.

39 Nils Henrik Gregersen (ed.): *From Complexity to Life. Explaining the Emergence of Life and Meaning*, New York, NY: Oxford University Press 2002.

40 See Harold J. Morowitz: *The Emergence of Everything*, Oxford: Oxford University Press 2002, p. 16.

41 For an extended discussion of this issue, see Evelyn Fox Keller: “The Disappearance of Function from ‘Self-organizing Systems,’” in: Fred Boogerd/Frank Bruggeman/Jan-Henrik Hoffmeyr/Hans V. Westerhoff (eds.): *Systems Biology*, Amsterdam: Elsevier 2007, pp. 303–317.

42 Waldrop: *Complexity* (note 26).

gence. John Casti, like Lewes and Lloyd Morgan, associated emergence with dynamic systems whose behaviors arise from the interaction among its parts and cannot be predicted from knowledge about the parts in isolation.⁴³ John Holland, by contrast, described emergence in reductionist terms as “much coming from little” and imposed the criterion that it must be the product of self-organization, not centralized control.⁴⁴ Thus, Holland tacitly contradicted Casti’s criterion that the behavior of the whole is irreducible and unpredictable.

In a similar vein, Francis Crick explains in a 1994 book that “The scientific meaning of emergent, or at least the one I use, assumes that, while the whole may not be the simple sum of its separate parts, its behavior can, at least in principle, be *understood* from the nature and behavior of its parts *plus* the knowledge of how all these parts interact.” He illustrates with an example from elementary chemistry. The benzene molecule is made of six carbon atoms arranged in a ring with a hydrogen atom attached to each. It has many distinctive chemical properties, but these can be explained, he claims, in terms of quantum mechanics.⁴⁵ And, he concludes: “It is curious that nobody derives some mystical satisfaction by saying ‘the benzene molecule is more than the sum of its parts’ [...]”⁴⁶

In short, contradictory opinions about the nature of emergence abound. Indeed, the debate has become even more convoluted in such disciplines as philosophy and sociology.⁴⁷ There is no universally acknowledged definition of emergence, nor even a consensus about such legendary examples as water. And if emergence cannot be defined in concrete terms – so that you know it when you see it – how can it be measured or explained?

As Jeffrey Goldstein concluded in the inaugural issue of the journal *Emergence*, “Emergence functions not so much as an explanation but rather as a descriptive term pointing to the patterns, structures or properties that are exhibited on the macro-scale.”⁴⁸ *Emergence* editor Michael Lissack, in his article for the same issue, acknowledged that “It is less than an organized, rigorous theory than a collection of ideas that have in common the notion that within dynamic patterns there may be underlying simplicity that can, in part, be discovered through large quantities of computer power [...] and through analytical, logical and conceptual developments

43 Casti: *Would-be Worlds* (note 26).

44 Holland: *Emergence* (note 26).

45 Francis Crick: *The Astonishing Hypothesis. The Scientific Search for the Soul*, New York, NY: Charles Scribner’s Sons 1994, p. 11.

46 *Ibid.*

47 See, for example, Mario Bunge: *Emergence and Convergence. Qualitative Novelty and the Unity of Knowledge*, Toronto: University of Toronto Press 2003. Philip Clayton/Paul Davies, (eds.): *The Re-Emergence of Emergence. The Emergentist Hypothesis from Science to Religion*, Oxford: Oxford University Press 2006. Mark A. Bedau/Paul Humphreys (eds.): *Emergence. Contemporary Readings in Philosophy and Science*, Cambridge, MA: MIT Press 2008. Poe Yu-ze Wan: “Emergence à la Systems Theory. Epistemological *Totalausschluss* or Ontological Novelty?”, in: *Philosophy of the Social Sciences*, 41 (2011) 2, pp. 178–210.

48 Jeffrey Goldstein: “Emergence as a Construct. History and Issues”, in: *Emergence* 1 (1999) 1, pp. 49–72, p. 58.

[...].”⁴⁹ Emergence theorist Philip Clayton is even more emphatic: “Emergence itself is not a scientific theory.”⁵⁰ It is, in effect, a descriptive label for a class of phenomena with common properties.

Re-Defining Emergence

How can all this be sorted out? The place to start, I believe, is with the more inclusive concept of “synergy.”⁵¹ Very broadly, synergy refers to the *combined or cooperative effects produced by the relationships among various forces, particles, elements, parts or individuals in a given context – effects that are not otherwise attainable*. The term is derived from the Greek word *synergos*, meaning to ‘working together’ or, literally, to ‘co-operating.’ Synergy is often associated with the cliché “the whole is greater than the sum of its parts” (which, as noted earlier, dates back to Aristotle in the *Metaphysics*), but this is actually a rather narrow and even misleading characterization. In fact, synergy comes in many different forms. Sometimes wholes are not greater than the sum of their parts, just different. Furthermore, there are many different kinds of synergy: synergies of scale, functional complementarities, threshold effects, a division of labor, and so on.⁵²

Accordingly, some of the confusion surrounding the term emergence might be reduced, if not dissolved, by limiting its scope. Rather than using it loosely as a synonym for synergy, gestalt effects, or perceptions, etc., I propose that emergent phenomena be strictly defined, in accordance with its original meaning, as a subset of the vast (and still expanding) universe of cooperative (synergistic) interactions that are found both in nature and in human societies – and in the cosmos for that matter. In this definition, emergence would be confined to those synergistic wholes that are composed of things of “unlike kind” (following Lewes’s original definition). It would also be limited to “qualitative novelties” (after both Lewes and Lloyd Morgan), i.e., synergistic effects that are generated by various interactions, including functional complementarities or some combination of labor. In this more limited definition, all emergent phenomena produce synergistic effects, but many synergies do not entail emergence.⁵³ In other words, emergent effects should

49 Michael R. Lissack: “Complexity. The Science, its Vocabulary, and its Relation to Organizations”, in: *Emergence* 1 (1999) 1, pp. 110–125, p. 112.

50 Philip Clayton: “Why Emergence Matters”, in: Brian G. Henning/Adam C. Scarfe (eds.): *Beyond Mechanism: Putting Life Back Into Biology*, Lanham, MD: Lexington Books 2013, pp. 75–91, p. 77.

51 This concept is treated in depth in several of my works. See Peter A. Corning: *The Synergism Hypothesis. A Theory of Progressive Evolution*, New York, NY: McGraw-Hill 1983. Idem: *Nature’s Magic. Synergy in Evolution and the Fate of Humankind*, New York, NY: Cambridge University Press 2003. Idem: *Holistic Darwinism* (note 22).

52 For more on the many different kinds of synergy, see Corning: *Nature’s Magic* (note 51). Idem: *Holistic Darwinism* (note 22), and the update in idem: “Rotating the Necker Cube” (note 22).

53 More on this can be found in Corning: *Nature’s Magic* (note 51). Idem: *Holistic Darwinism* (note 22).

be associated specifically with contexts in which constituent parts with different properties are modified, reshaped or transformed by their participation in the whole and produce combined effects. Thus, water and benzene molecules are unambiguous examples of emergent phenomena. And so is the human body. Our ten trillion or so cells are specialized into some 250 different cell types that perform a vast array of important functions in relation to the operation of the whole. Indeed, in biological systems (and in technological wholes like automobiles), the properties of the parts are very often shaped by their functions for the whole. There is a functional relationship between the parts and the whole.

On the other hand, in accordance with the Lewes/Lloyd Morgan definition, a sand pile or a river would not be viewed as emergent phenomena. If you've seen one water molecule you've seen them all.⁵⁴ Terrence Deacon refers to such aggregative phenomena as "first order emergence,"⁵⁵ but this conflates two radically different kinds of properties – additive and non-additive (or interactional) – and contradicts the original definition (by Lewes). Indeed, the term emergence loses its usefulness if it includes everything in the universe above the level of Higgs bosons.⁵⁶

Must the synergies be perceived/observed in order to qualify as emergent effects, as some theorists claim? Emphatically not. The synergies associated with (ontological) emergence are 'real' and measurable, even if nobody is in the proverbial forest to observe the tree falling. As for the claim that emergent effects can only be the result of self-organization, again, this is definitely not true. There is a fundamental distinction between self-organized processes (or, more precisely, what should be called 'self-ordered' processes) and wholes that are products of *functional organization* (as in organ systems or human-designed systems). In contrast with, say, crystals, living systems and human systems are largely shaped by 'instructions' (functional information) and by cybernetic control processes. They are not, for the most part, self-ordered; they are predominately organized by processes that are purposeful (teleonomic) in nature and that rely on "control information."⁵⁷

54 Philosopher William Wimsatt draws a useful distinction between "aggregative" phenomena with collective properties and emergent phenomena. William C. Wimsatt: "Aggregate, Composed, and Evolved Systems. Reductionistic Heuristics as Means to More Holistic Theories", in: *Biology and Philosophy* 21 (2006) 5, pp. 667–702.

55 See Terrence W. Deacon: "The Hierarchic Logic of Emergence. Untangling the Interdependence of Evolution and Self Organization", in: Bruce H. Weber/David J. Depew (eds.): *Evolution and Learning. The Baldwin Effect Reconsidered*, Cambridge, MA: MIT Press 2003, pp. 273–308.

56 See also the discussions in Bruce H. Weber: "Complex Systems Dynamics in Evolution and Emergent Processes", in: Brian G. Henning/Adam C. Scarfe (eds.): *Beyond Mechanism. Putting Life Back Into Biology*, Lanham, MD: Lexington Books 2013, pp. 67–74. Lawrence Cahoon: "The Irreducibility of Life to Mentality. Biosemiotics or Emergence?," in: *ibid.*, pp. 169–179. Clayton: "Why Emergence Matters" (note 50).

57 I define control information as "the capacity to control the capacity to do work – the ability to control the acquisition, disposition and utilization of matter/energy in cybernetic systems." Peter A. Corning: "Control Information Theory. The 'Missing Link' in the Science of Cybernetics", in: *Systems Research and Behavioral Science* 24 (2007), pp. 297–311.

Consider this example: A modern automobile consists of some 15–20,000 parts (depending upon the car and how you count). If all of these parts were to be thrown together into one great ‘heap’ (also a favorite word of Aristotle in the *Metaphysics*), they could be described as ordered in the sense that they are not randomly distributed across the face of the earth (or the universe). Nevertheless, they do not constitute a car. They are merely an ‘aggregate.’ They become an ‘organized,’ emergent phenomenon – a useable whole that acts as a whole – only when the parts are assembled in a very precise (purposeful) way. As a disorganized heap, they are indeed nothing more than the sum of the parts. But when they are properly organized, they produce a type of synergy (emergent effects) that the parts alone cannot. In other words, there is a categorical distinction between a benzene molecule (after Crick) or a Bénard cell (after Ilya Prigogine) and an evolved purposeful, dynamic system whose collective behavior cannot be predicted from an understanding of the parts. As Kauffman points out, living systems are both epistemologically and ontologically emergent.⁵⁸ Among other things, they have a degree of autonomy or ‘agency’ in the sense of being self-regulating and perhaps self-adapting.

It should also be noted that there is a major theoretical segue involved in the modernized version of reductionism espoused by Wilson, Crick, and others. In its 19th- and early 20th-century incarnation, reductionism meant an understanding of the ‘parts’ – period. Modern-day reductionists, by contrast, speak of the parts *and* their ‘interactions.’ But the interactions among the parts (and between the parts and their environments) *are* ‘the system.’ The whole is not something that floats on top of it all. So this cannot properly be called reductionism; it is ‘systems science’ deeply disguised. Indeed, the interactions among the parts may be far more important to the understanding of how a system works than the nature of the parts alone.

Accordingly, living systems are irreducibly emergent phenomena. Their causal dynamics are shaped by their cumulative past history of over some 3.8 billion years, as well as their current environmental context(s), their functional organization, and, over the course of time, the downward causation that the whole exerts on the character of the parts via both natural selection and the purposeful actions of the whole, what I refer to as “teleonomic selection.”⁵⁹ Moreover, their collective properties and actions – the synergies that living systems exhibit – provide the explanation for the evolution of biological complexity.

58 See Kauffman: *Reinventing the Sacred* (note 26).

59 See Corning: *The Synergism Hypothesis* (note 51). Idem: *Holistic Darwinism* (note 22). Idem: “Evolution ‘On Purpose’. How Behaviour Has Shaped the Evolutionary Process”, in: *Biological Journal of the Linnean Society* 112 (2014), pp. 242–260.

The Synergism Hypothesis

How, then, do we explain the “progressive evolution” of emergent phenomena in nature as I have defined the term here – namely, the organisms and “superorganisms” (to borrow Spencer’s term) that are the products of billions of years of biological and socio-cultural evolution? Let us start with the concept of natural selection. Natural selection is actually a metaphor for an important aspect, or property of the ongoing evolutionary process. Darwin’s inspiration for his metaphor was the ‘artificial selection’ practiced by animal breeders. It is really an umbrella concept that refers to whatever functionally-significant factors (as opposed to historical contingencies, fortuitous effects, or physical laws) are responsible in a given context for causing differential survival and reproduction. Properly conceptualized, these causal factors are always relational; they are defined both by organism(s), their environment(s), and by the interactions between them.

Hence, one cannot (technically) speak of ‘mechanisms’ or fix on a particular ‘selection pressure’ in explaining the workings of natural selection; these are only shorthand expressions. One must focus on the interactions that occur within an organism and between the organism and its environment, inclusive of other organisms. Natural selection as a *causal agency* refers to the bioeconomic ‘payoffs’ in a given organism–environment relationship – in other words, the functional consequences for survival and reproduction produced by adaptively significant changes.

The Synergism Hypothesis represents an extension of this line of reasoning.⁶⁰ I refer to it as ‘holistic Darwinism’ because the focus is on the selection of ‘wholes’ and the combinations of genes that produce those wholes. Simply stated, cooperative interactions of various kinds, however they may occur, can produce novel combined effects, synergies that in turn become the causes of differential selection. The parts responsible for producing the synergies (and their genes) become interdependent ‘units’ of evolutionary change. In other words, the ‘payoffs’ associated with various synergistic effects in a given context constitute the underlying cause of cooperative relationships and their complex organization in nature. The synergy produced by the ‘whole’ provides the functional benefits that may differentially favor the survival and reproduction of the ‘parts.’ Although it may seem like backwards logic, the thesis is that functional synergy is the underlying cause of cooperation and organization in living systems, not the other way around; in evolution, over the course of time effects are also causes. So it is really, at heart, an economic theory of emergent complexity in evolution and applies both to biological and socio-cultural evolution.

Because this view of evolution may seem like an alien idea, let me restate it in a slightly different way. The functional (adaptive/survival) effects produced by cooperation, and organization, are the very cause of complexity in evolution. The mechanism underlying the evolution of complex systems is none other than the com-

60 See Corning: *The Synergism Hypothesis* (note 51). Idem: *Nature’s Magic* (note 51). Idem: *Holistic Darwinism* (note 22).

bined functional effects that these systems produce, i.e., the payoffs. The synergies are the proximate causes of natural selection – or “synergistic selection” in biologist John Maynard Smith’s felicitous turn of phrase.⁶¹ Synergistic effects represent an independent source of the variations that may be ‘acted upon’ by natural selection. It is, to repeat, a bioeconomic theory of complexity in evolution.

In fact, this paradigm is very similar to the way economists tell us that markets work in human societies. When a new ‘widget’ is developed, its ultimate fate – its survival and reproductive success, so to speak – is ultimately determined by how well it succeeds in the marketplace. If the widget sells well, the ‘supply’ is likely to increase, or so economic theory tells us. If not, the widget will soon go extinct. Many factors – internal and external – may contribute to these synergies. Moreover, the economic synergies are always historically contingent and situation specific. They are not the predictable product of a prime mover or the inexorable outcome of some self-organizing fractal dynamic, much less the working out of deterministic laws of economic evolution. So there is a cultural analogue to natural selection in the emergence of complex human systems as well.

An Illustration: Sponges as Synergistic Systems

Sponges, one of the simplest and most genealogically primitive emergent complex organisms in nature, may provide a useful illustration.⁶² Sponges come in many different sizes and shapes, but the ‘model’ sponge looks like an urn or a vase. They are often confused with plants because they are immobile and have no internal organs, no mouth, no gut, no sensory apparatus, nor even a nervous system. They are more like a colony of cooperating independent cells. Sponges even have their own separate classification (Porifera or ‘pore-bearers’), and they may in fact have evolved separately from other animals.

Sponges also earn their living in one of the simplest possible ways, as filter feeders. They pull water into an internal cavity through large pores in their ‘skin’, which consists of an outer layer of epithelial cells and a gelatinous inner layer with a skeleton of thin, bony ‘spicules’. The sponge’s internal cavity is in turn lined with a layer of specialized collar cells (choanocytes) that are equipped with whip-like flagella and numerous filaments. These collar cells combine forces to move the water through the sponge and then push it out through a large opening at the top called an osculum. As the water passes through the sponge, the collar cell filaments extract

61 John Maynard Smith: “The Evolution of Social Behavior – a Classification of Models”, in: The King’s College Sociobiology Group (eds.): *Current Problems in Sociobiology*, Cambridge: Cambridge University Press 1982, pp. 28–44.

62 The following discussion is synthesized from Patricia R. Bergquist: *Sponges*, Berkeley, CA: University of California Press 1978. John David George/Jennifer J. George: *Marine Life*, New York, NY: John Wiley & Sons 1979. Edward F. Ricketts/Jack Calvin/Joel W. Hedgpeth: *Between Pacific Tides*, Stanford, CA: Stanford University Press 1985 [1939]. Helena Curtis/N. Sue Barnes: *Biology*, New York, NY: Worth Publishers 1989.

oxygen and food particles (microbes and organic debris of various kinds). These vital nutrients are then distributed to the non-feeding cells via another specialized set of mobile transporter cells called amoebocytes. The amoebocytes are also responsible for carrying waste and for manufacturing and distributing various kinds of skeletal materials, such as calcium carbonate, silica, spongin (a tough protein-like substance), or some combination of these, depending upon the type of sponge.

Reproduction in sponges is also (typically) a cooperative effort. Although the freshwater forms frequently reproduce asexually (often by casting off 'gemmules' that are somewhat like seed pods), most sponges are hermaphrodites, meaning that they produce both sperm cells and eggs. The sperm cells are launched into the sponge's cavity and are ejected through the osculum in the hope that they will find their way to another sponge's cavity. When a sperm is lucky enough to enter a recipient sponge, it may be captured by one of the collar cells and then transferred to an amoebocyte, which in turn carries it to an awaiting egg. Eventually, the fertilized egg will become a free-swimming larva and will venture out on its own to find an appropriate site for developing into a new adult. It is really a unique reproductive system.

And that is all there is to understanding how sponges work, except perhaps for the chemicals they produce to repel potential predators. The division of labor in sponges involves only six cell-types: epithelial cells, pore cells, choanocytes, amoebocytes and two kinds of sex cells. Some larger sponges also have specialized cells that aid in opening and closing their oscula. The point, though, is that even the minimal level of complexity found in sponges is tied directly to the functional effects that the various parts produce together – the synergies. Each part is specialized for the role it plays in the system. Each part is also completely dependent upon the other parts; no part could exist without the services of the others, and only together can they survive and reproduce successfully. Furthermore, the properties and capabilities of each part cannot be understood without reference to its role in the operation of the system as a whole. Nor can we understand the whole without an appreciation of how the parts work together.

In fact, sponges display several different forms of synergy: functional complementarities, a combination (division) of labor, synergies of scale, and even structural (gestalt) synergies.⁶³ For instance, the shape of the (classic) sponge with its exit opening located at the top utilizes physics to help pull water through its cavity, rather like the updraft in a chimney. As a result, a sponge can typically process a quantity of water equal to its own volume in less than ten seconds. Likewise, in the larger sponges (some taller than a human) the internal walls may be elaborately folded. This has the effect of greatly increasing the surface area available for filtering and feeding, in order to meet the increased nutritional needs of a larger organism.

How do we know this is a synergistic system? Just take away a major part, say the amoebocytes or the collar cells or the epithelial cells or skeletal spicules. Sponges could not exist without the synergy that their parts produce together. By the same

⁶³ See Corning: *Nature's Magic* (note 51), pp. 119–122.

token, imagine what would happen if one were to change its accustomed environment, say by putting a sponge into a nutrient-free swimming pool, or into an ice pack. Any theory of complexity based on the operation of deterministic laws cannot deal with the effects of different contexts, but a functional (economic) theory focused on synergistic relationships can.⁶⁴

The Synergism Hypothesis asserts that it was the functional synergies (i.e., the economic benefits, broadly defined) that were responsible for the evolution of sponges, not some hidden law of complexity. Indeed, there is some evidence that sponges originated as a symbiotic union between a primitive host and the once-independent ancestors of the choanocytes. About 150 species of very similar one-celled choanoflagellates, some free-swimming and others that attach themselves to a substrate, still exist today. There is even circumstantial evidence that indicates the choanoflagellates are themselves a product of a symbiotic union between an ancient protozoan and free-swimming spirochetes.⁶⁵

Emergence Theory versus Natural Selection

One major alternative to the Synergism Hypothesis should be briefly mentioned here and critiqued. I am referring to biologist Robert G. B. Reid's important 2007 book, *Biological Emergences: Evolution by Natural Experiment*. In a nutshell, Reid claims that emergence in evolution has been the result of an autonomous experiment and that natural selection has played no significant role. In fact, it has often been a hindrance, Reid argues. According to him 'freedom' from ecological competition and natural selection has been an important facilitator of emergence, and the contribution of natural selection to the history of life on Earth has been confined largely to 'fine-tuning' and 'stabilizing' the innovations that arise from what he characterizes as an internally guided process. In other words, autonomous emergence is where the real action is in evolution, and natural selection has been only a bit player. As Reid puts it, Darwin got it "fundamentally wrong."⁶⁶ Once basic organismal integrity and homeostatic capabilities evolved, evolution could go forward as an independent process with natural selection as a mere 'obstacle'. At best, natural selection is 'irrelevant' to the explanation of emergence and progressive evolution.

How can we resolve these two contradictory explanations of biological emergence and complexity? In part, the answer can be found lurking inside a huge blind spot in Reid's paradigm – a rather surprising case of denial by such a deeply in-

⁶⁴ A similar test for synergy can also be applied to human technologies, such as the automobile. In any 'aggregate' like a sand pile, if you remove some of the grains, you will still have a sand pile. But with an automobile, if you remove a major part – say a wheel, or the alternator, or the driver for that matter – you will no longer have a functioning whole.

⁶⁵ Michael A. Sleigh: *Protozoa and Other Protists*, London: Edward Arnold 1989.

⁶⁶ All quotes Robert G. B. Reid: *Biological Emergences. Evolution by Natural Experiment*, Cambridge, MA: MIT Press 2007, p. xiii.

formed physiologist. In effect, Reid assumes away (or implicitly discounts) what I call the ‘ground-zero’ premise of evolutionary biology, namely, that life on Earth is a highly contingent, often precarious, ongoing experiment and that survival and reproduction are inescapable daily challenges. Life is quintessentially a ‘survival enterprise’ in which an array of basic needs must continuously be served. ‘Differential survival and reproduction’ as a result of functional (adaptive) variations, i.e., natural selection, is a ubiquitous process. Reid’s core assumption, that basic homeostasis and organismal integrity create an internal autonomy, a self-contained, protected experimental laboratory, is fundamentally flawed. All organisms are inextricably embedded in and interact with their many diverse (and changeable) environments and, moreover, depend upon an array of external resources (and conditions) to maintain themselves. They are never free from these environmental influences and constraints.

Reid fully recognizes the functional (adaptive) properties of living systems. He speaks repeatedly of “adaptation,” “adaptability” and “functionality” (physiology is all about functions, he tells us), and “workability” and “does it work?”⁶⁷ More importantly, he portrays emergence as a process that by its very nature improves adaptability. Emergent innovations facilitate survival and reproduction, he says. Reid also acknowledges experimentation as a fundamental feature of the evolutionary process. “Evolution by Natural Experiment” is the subtitle of his book, after all. He tells us that: “Given a choice among similar individuals, those whose wholes are slightly greater than the sum of their parts will out-compete those whose wholes are slightly less.”⁶⁸ In other words, differential survival is inevitable, and failure is always an option.

Nevertheless, Reid claims that natural selection has played no significant role in producing these remarkable functional properties. It is a self-directed process. How can it be that natural selection was *not* a party to this important trial-and-error dynamic? In fact it was, but Reid truncates its role by re-defining natural selection so that it refers only to *external* ecological competition and predation. Natural selection really was a key player after all, but Reid hides its vital role in emergent evolution under a semantic cloak. Some of the most important evolutionary biologists of the 20th century, such as Julian Huxley, Theodosius Dobzhansky, and Ernst Mayr, fully appreciated that ‘internal selection’ (as Huxley characterized it) is an important subset of natural selection, insofar as it results in differential survival and reproduction as a consequence of functional variations.

Accordingly, the bottom-line question is this: Can the evolution of complexity be attributed to synergistic emergence or to natural selection? The answer, of course, is both. The middle-ground in this debate can perhaps best be found in Mayr’s characterization of evolution as a “two-step, tandem process,”⁶⁹ meaning (1) innovations from whatever source (from genes to emergent wholes) coupled with

67 Ibid., pp. 139–140.

68 Ibid., p. 197.

69 Ernst Mayr: *What Evolution Is*, New York, NY: Basic Books 2001, pp. 119–120.

(2) differential survival and reproduction based on the functional consequences of these innovations. To repeat, both the organism and its environment as well as the interactions and relationships between them are inextricably involved in determining the outcomes.

The Two Faces of Janus

The novelist and polymath Arthur Koestler, in his landmark 1969 volume *Beyond Reductionism: New Perspectives in the Life Sciences* (coedited with John R. Smythies),⁷⁰ deployed a metaphor that was meant to convey the idea that both reductionism and holism are essential to a full understanding of living systems. Janus, the Roman god of entries, exits, and doorways, has traditionally been portrayed as a head with two faces looking in opposite directions—in and out, past and future, forward and back, and, for Koestler, upward and downward.

Emergence (at least as defined here) is neither a mystical concept nor is it a threat to reductionist science, much less being an autonomous agency. However, a holistic approach to emergence and evolution also has a major contribution to make. In accordance with the Synergism Hypothesis, it is the emergent, synergistic effects produced by wholes that are the very cause of the evolution of complexity in nature over time. As Clayton puts it, “Complex forms of organization produce new forms of causation in the natural world.”⁷¹ Indeed, the functional effects produced by wholes have much to do with explaining the parts. In this light, perhaps the time has come to embrace the full import of Koestler’s famous metaphor; in fact, both faces of Janus are indispensable to a full understanding of the dynamics of the evolutionary process.⁷² Evolutionary emergence is therefore not something that is epiphenomenal or disconnected from the causal dynamics of the evolutionary process; it is an integral part of it.

70 Arthur Koestler/John R. Smythies (eds.): *Beyond Reductionism. New Perspectives in the Life Sciences*, London: Hutchinson 1969.

71 Clayton: “Why Emergence Matters” (note 50), p. 76.

72 For an elaboration on this theme, see Arthur Koestler: *Janus. A Summing Up*, New York, NY: Random House 1978.

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-

tung 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 beeindrucken.

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.

MATHEMATISIERUNG ALS PARADIGMA

JOACHIM KRAUSSE

Im Laboratorium von Synergetics

Buckminster Fullers Lehre vom Zusammenwirken more geometrico

Der Beitrag kann nicht mehr als eine Hinführung zu den Fragestellungen und Ergebnissen einer Synergetik und energetisch-synergetischen Geometrie sein, die Buckminster Fuller (1895–1983) in seinem Werk *Synergetics* in zwei Bänden 1975 und 1978 zusammengefasst hat.¹ Aber aus dieser Summa des Fullerschen Forschens und Denkens geht nicht ohne Weiteres hervor, dass die geometrischen Forschungen in einer wechselwirkenden Verbindung stehen zu Fullers eminenter Entwurfspraxis und Experimentalbauten, die er in zahllosen Workshops mit Studenten vor allem in den 1940er und 1950er Jahren errichtet und erprobt hat. Diesem experimentellen Bauen von Strukturen schien die Bezeichnung *Architektur aus dem Laboratorium* angemessen zu sein, die Fuller für seine früheste Dokumentation verwendete.² Das ambulante Laboratorium, das er immer mit sich geführt hat, um es temporär auf dem Campus einer Arts School, eines Colleges, einer Universität zu errichten, muss immer mitgedacht werden, wenn von Geometrie und Synergie die Rede ist. Fullers Laboratorium ist nicht nur das Testgelände für Konzepte und Theorien. Vielmehr ist seine Hands-on-Praxis in erster Linie Quelle neuer Einsichten und Basis von Erfindungen.³ Sie sind selbst Ergebnis eines Zusammenwirkens, nämlich des Zusammenwirkens von Menschen in einer stimulierenden Gemeinschaft von Lehrenden und Lernenden in einer Umgebung, die dem Experiment Raum gibt. (Abb. 1, 2)

1 R[ichard] Buckminster Fuller in Zusammenarbeit mit E[dgar] J. Applewhite: *Synergetics. Explorations in the Geometry of Thinking*. New York, NY/London: MacMillan 1975. Dies.: *Synergetics 2. Further Explorations in the Geometry of Thinking*, New York, NY/London: MacMillan 1979.

2 R[ichard] Buckminster Fuller: „Architecture out of the Laboratory“, in: *Student Publication University of Michigan, Ann Arbor, College of Architecture and Design*, 1 (Spring 1955) 1, S. 9–34. Vgl. das gleichnamige Kapitel in: Joachim Krausse/Claude Lichtenstein (Hg.): *Your Private Sky. R. Buckminster Fuller. The Art of Design Science*, Baden: Lars Müller 1999, S. 314–343, dt.: *Your Private Sky. R. Buckminster Fuller. Design als Kunst einer Wissenschaft*, Baden: Lars Müller 1999, S. 314–343.

3 Allein bei der Exploration der Tensegrity-Strukturen zwischen 1949 und 1957 sind Studenten und Mitarbeiter durch die Workshops zu Entdeckungen bzw. Erfindungen gelangt; Fuller nennt in diesem Zusammenhang Kenneth Snelson (1949), John Moelman (1951), Francesco della Sala (1952), Lee Hodgen (1953) und Ted Pope (1957). Vgl. Robert Marks: *The Dymaxion World of Buckminster Fuller*, New York, NY: Reinhold 1960, S. 160 f.



Abb. 1: Fullers Architekturklasse am Black Mountain College, 1948



Abb. 2: Necklace Dome, Black Mountain College 1949

Für eine empirische, nicht-axiomatische Geometrie

Das Insistieren auf Verkörperung von Konzepten und Figuren macht eine zunächst „energetisch“, dann „energetisch-synergetisch“ genannte Geometrie, die schließlich den Namen „Synergetics“ erhält, überhaupt erst möglich. Fuller begnügt sich nicht mit der Bezeichnungsfunktion von Formeln, Figuren und geometrischen Modellen, sondern fragt nach dem Verhalten der Verkörperungen und ergänzt die Bezeichnungsfunktion der Artikulation und Manifestation des Geistes in Artefakten um die Dimension ihrer *performance*. Dass die Bezeichnungsfunktion der geometrischen Gebilde nicht unabhängig von den Hervorbringungsweisen wie auch vom Verhalten ihrer Verkörperungen vorgestellt werden kann, ist 1944, als das erste Papier zur *Energetic Geometry* entsteht, ein neuer Gedanke.⁴

Scheinbar tritt Fuller damit in Widerspruch zu der von der mathematischen Disziplin geforderten Eigenschaftsarmut ihrer Gegenstände. Aber selbst innerhalb der Disziplin tauchte Anfang der 1920er Jahre die Forderung nach einer erneuten Beschäftigung mit der *Anschaulichkeit* insbesondere der Geometrie auf. David Hilbert, ein Wegbereiter der formalen Mathematik, sprach von folgenden zwei Tendenzen:

Die Tendenz zur Abstraktion – sie sucht die logischen Gesichtspunkte aus dem vielfältigen Material herauszuarbeiten und dieses in systematischen Zusammenhang zu

⁴ R[ichard] Buckminster Fuller: „Dymaxion Comprehensive System: Introducing Energetic Geometry“ (1944), in: Joachim Krausse/Claude Lichtenstein (Hg.): *Your Private Sky. R. Buckminster Fuller. Discourse*, Baden: Lars Müller 2001, S. 160–168, Kommentar S. 157, dt.: „Dymaxion Comprehensive System. Einführung energetischer Geometrie“ (1944), in: Joachim Krausse/Claude Lichtenstein (Hg.): *Your Private Sky. R. Buckminster Fuller. Diskurs*, Baden: Lars Müller 2001, S. 172–181, Kommentar S. 169.



Abb. 3: Fuller mit Modellen von Raumzellen, 1946

bringen – und die andere Tendenz, die der Anschaulichkeit, die vielmehr auf ein lebendiges Erfassen der Gegenstände und ihrer *inhaltlichen* Beziehungen ausgeht.

Was insbesondere die Geometrie betrifft, so hat bei ihr die abstrakte Tendenz zu den großartigen systematischen Lehrgebäuden der algebraischen Geometrie, der Riemannschen Geometrie und der Topologie geführt, in denen die Methoden der begrifflichen Überlegung, der Symbolik und des Kalküls in ausgiebigem Maße zur Verwendung gelangen. Dennoch kommt auch heute dem *anschaulichen* Erfassen in der Geometrie eine hervorragende Rolle zu, und zwar nicht nur als eine überlegene Kraft des Forschens, sondern auch für die Auffassung und Würdigung der Forschungsergebnisse.⁵

Dieses Plädoyer für Anschaulichkeit, das Hilbert mit seiner Göttinger Vorlesung 1920/1921 einleitet, wird zur selben Zeit von Seiten der Naturforschung flankiert. Es ist Albert Einstein, der in seinem berühmten Vortrag „Geometrie und Erfahrung“ das Problem in äußerster Zuspitzung so formulierte: „Insofern sich die Sätze der Mathematik auf die Wirklichkeit beziehen, sind sie nicht sicher, und insofern sie sicher sind, beziehen sie sich nicht auf die Wirklichkeit.“⁶ Dem Physiker geht es nicht in erster Linie um die Rückgewinnung der Anschaulichkeit als Ressource der Forschung wie Vermittlung mathematischer Erkenntnisse, sondern

5 David Hilbert: „Vorwort“, in: ders./Stephan Cohn-Vossen: *Anschauliche Geometrie* (1932), Berlin/Heidelberg/New York, NY: Springer²1996, S. V–VI, hier S. V.

6 Albert Einstein: *Geometrie und Erfahrung*, Berlin: Julius Springer 1921; Nachdruck in: ders.: *Mein Weltbild*, hg. von Carl Seelig, Frankfurt a. M./Berlin: Ullstein 1984, S. 119–127, hier S. 119 f.

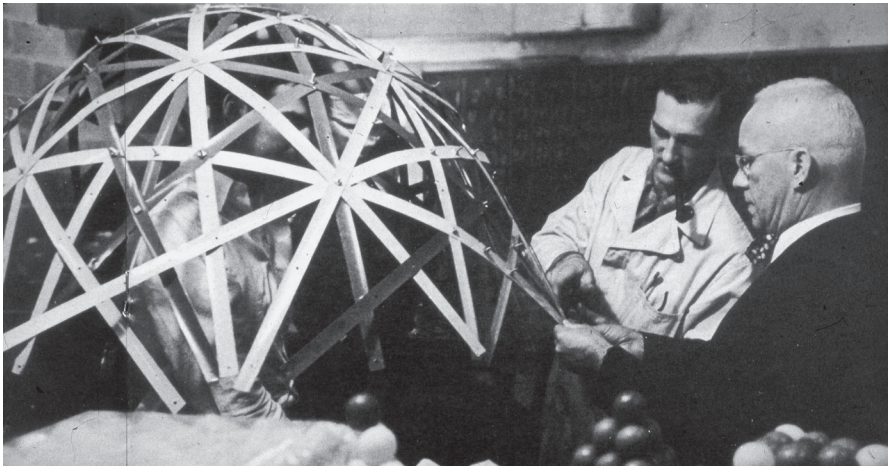


Abb. 4: Fuller mit Großkreismodell, 1948/49

ganz grundsätzlich um deren Wirklichkeitsbezug. Mit einer rein axiomatischen Geometrie kann sich der Naturforscher, so Einstein, nicht zufriedengeben:

Andererseits ist es aber doch sicher, daß die Mathematik überhaupt und im Speziellen auch die Geometrie ihre Entstehung dem Bedürfnis verdankt, etwas zu erfahren über das Verhalten wirklicher Dinge. Das Wort Geometrie, das ja Erdmessung bedeutet, beweist dies schon. Denn die Erdmessung handelt von den Möglichkeiten der relativen Lagerung gewisser Naturkörper zueinander, nämlich von Teilen des Erdkörpers, Meßschnüren, Meßplatten usw. Es ist klar, daß das Begriffssystem der axiomatischen Geometrie allein über das Verhalten derartiger Gegenstände der Wirklichkeit, die wir als praktisch starre Körper bezeichnen wollen, keine Aussage liefern kann. Um derartige Aussagen liefern zu können, muß die Geometrie dadurch ihres nur logisch-formalen Charakters entkleidet werden.⁷

Damit ist ziemlich genau das Feld umrissen, auf dem Fuller ein Vierteljahrhundert später seine energetisch-synergetische Geometrie entwickeln wird. Einstein nennt die ihm erforderlich scheinende Erweiterung oder Ergänzung eine „praktische Geometrie“ und fügt hinzu: „Dieser Auffassung von Geometrie lege ich deshalb eine besondere Bedeutung bei, weil es mir ohne sie unmöglich geworden wäre, die Relativitätstheorie aufzustellen.“⁸ In der Hervorhebung des heuristischen Wertes dieser Geometrie als Weltbeschreibung hätte Fuller eine glänzende Bestätigung seines radikal empirischen Ansatzes einer nicht-axiomatischen Geometrie finden können. Er hatte wohl eine richtige Intuition, sich mitten in einer Phase fieberhafter Forschung und Entdeckereuphorie im Januar 1948 in einem Brief an Einstein

⁷ Ebd., S. 121.

⁸ Ebd.

zu wenden, um mit ihm zwei seiner zentralen Forschungsergebnisse, die isotope Vektormatrix und der Oktaeder-Tetraeder-Raumzellenkomplex, (Abb. 3) zu diskutieren. Dieser Brief scheint jedoch nie abgeschickt worden zu sein, der Entwurf ist aber erhalten.⁹ Aus ihm geht hervor, dass Einstein bereit gewesen sei, ihn zu empfangen, allerdings nicht ohne vorher ein Schreiben erhalten zu haben. Von einer ersten Begegnung beider berichtet Fuller in seiner Autobiografie. Es ging um Passagen in *Nine Chains to the Moon*, seinem ersten regulären Buch von 1938, die sich ausdrücklich auf Einstein, die Relativitätstheorie und die berühmte Formel $E=mc^2$ bezogen. Eine Interpretation dieser das Äquivalenzprinzip von Energie und Masse (im Produkt mit dem Quadrat der Lichtgeschwindigkeit) begründenden Formel findet sich dort als Überschrift zum 9. Kapitel: „ $E=Mc^2$ = Mrs. Murphy's Horse Power“.¹⁰ Fuller äußerte darüber hinaus die Überzeugung, dass dieses Äquivalenzprinzip von größter Bedeutung nicht nur für die Wissenschaft, sondern in Zukunft auch und vor allem für das Alltagsleben sei. Einstein, dem das Buchmanuskript vorlag, hielt seinem Gesprächspartner in New York entgegen: „Junger Mann, Sie versetzen mich in Erstaunen. Ich kann mir nicht vorstellen, jemals etwas getan zu haben, was eine geringste praktische Anwendung findet.“¹¹ Fuller fährt dann in seinen Erinnerungen fort, wie sich Ende 1938 die Nachrichten über Otto Hahns Kernspaltung von Uran in Deutschland über die von den Nazis nach Dänemark geflohene Lise Meitner, die dort mit Nils Bohr zusammenarbeitete, verbreiteten. Als dann Bohr nach Amerika kam und die Versuche bestätigten, was Hahn und Strassmann gefunden hatten, konsultierte der amerikanische Präsident Franklin D. Roosevelt Albert Einstein. Fuller erinnert sich an Einsteins Bemerkung im New Yorker Gespräch über die praktische Folgenlosigkeit seiner Theorie und den Beweis des Gegenteils durch den Bau der Atombombe im Manhattan Projekt, und sagt dazu:

Ich bin der einzige, der Einstein diese außerordentliche Bemerkung hat sagen hören – und wie mußte er sich angesichts dieser Entwicklung fühlen. Er sagte auch noch, der einzige Grund für seine Arbeit hätte in der Hoffnung bestanden, dass die Kosmologen etwas damit anfangen könnten [...] er habe nicht gedacht, es könnte irgendeine praktische Anwendung haben. Seine Gleichung bestätigte sich durch den Atommeiler und Fermi in Chicago, und man denke an seine erste praktische Anwendung, die Hiroshima war, und wie Einstein für den Rest seines Lebens darüber nicht hinweg kam.¹²

Diese biografischen Zusammenhänge werfen ein Licht nicht nur auf den zeitgeschichtlichen Hintergrund, vor dem Fullers Geometrie eine „energetische“ wird, sondern auch, welche Rolle bei der Auseinandersetzung mit der modernen Physik

9 R[ichard] Buckminster Fuller: „Einstein Letter“, Jan. 17th 1948 in: Krausse/Lichtenstein: *Your Private Sky, Discourse* (Anm. 4), S. 171–173. Ders. „Brief an Albert Einstein“, in: Krausse/Lichtenstein (Hg.): *Your Private Sky, Diskurs* (Anm. 4), S. 184–187.

10 R[ichard] Buckminster Fuller: *Nine Chains to the Moon*, Philadelphia: J. B. Lippincott 1938, S.70–82.

11 Zit. nach Robert Snyder (Hg.): *Buckminster Fuller. An Autobiographical Monologue/Scenario*, New York, NY: St Martin's Press 1980, S. 68. Alle Übersetzungen aus dem Engl., sofern nicht anders angegeben, vom Autor.

12 Ebd., S. 69–70.

Einsteins Weltbild spielte. Er ist der Exponent einer Revolution, die sich den begrifflichen Sicherheiten der klassischen Mechanik, aber eben auch des Alltagshandelns entzieht. Fuller schreibt 1963:

Vor einem halben Jahrhundert waren die fundamentalen Unterschiede zwischen Isaac Newtons universeller Norm des *Zustands der Ruhe* und Albert Einsteins universeller Norm der *ständigen Veränderung* nur von akademischem Interesse. Heute erschüttert die ökonomische Signifikanz dieses Wechsels vom *Zustand der Ruhe* zur *ständigen Veränderung* als normale Bedingung des Alltagslebens fast alle traditionellen Praktiken der Menschheit. Früher waren Umbrüche gefürchtet, heute werden sie willkommen geheißen, nicht nur intuitiv in den Regungen der jungen Welt, sondern auch von den Managern der Massenproduktion. „Square shooters“ von gestern sind heute nur noch „square“. Das heißt aber nicht, dass unsere junge Welt keine Integrität besäße. Es bedeutet jedoch, daß das Vertrauen der jungen Generation in ihre Integrität so stark ist, daß sie die statischen Sicherheiten zugunsten von Einsteins Norm des Wandels über Bord werfen.¹³

Dieser kontinuierliche Wandel betrifft auch mit der Geometrie verbundene Begrifflichkeiten. Natürlich bleibt ein Quadrat eine geometrische Figur mit rechten Winkeln und gleichlangen Seiten, aber im reichen Umfeld der Konnotationen von *square* zeichnen sich gerade in der Zeit, in der Fuller dies schreibt, Veränderungen ab, die einen ‚habit of thought‘ im Moment seiner Auflösung sichtbar machen. Ein ‚square shooter‘ ist einfach ein braver Spieler, der sich regelkonform verhält, aber ‚square‘ erhält dann im Folgenden die Bedeutung von spießig, langweilig, und in dieser neuen pejorativen Bedeutung kündigt sich die Rebellion der Jugend in den nachfolgenden 1960er Jahren an.¹⁴ Eine Devise dieser amerikanischen Jugendrebellion wird: „don't be square“ – sei kein Spießier! Wie konnte so etwas dem unschuldigen Quadrat widerfahren? Und was hat das Quadratische mit Newton zu tun? In einer Tischrede zu Ehren Einsteins gab George Bernard Shaw 1930 eine ebenso erhellende wie humorvolle Antwort:

Als Engländer war Newton fähig, erstaunliche geistige Fähigkeiten mit einer Leichtgläubigkeit und Verblendung zu vereinigen, die einem Kaninchen Schande gemacht hätte. Als Engländer nahm er eine gradlinige Welt an, da die Engländer das Wort „viereckig“ stets dazu verwendeten, um mit ihm Ehrbarkeit, Vertrauenswürdigkeit, kurz Geradlinigkeit zu bezeichnen. Newton wußte, daß das Universum aus bewegten Himmelskörpern bestand und daß keiner sich in gerader Linie bewegte noch bewegen konnte. Durch solche Tatsachen war jedoch kein Engländer zu entmutigen. Um zu erklären, weshalb alle diese Linien in einem gradlinigen Weltall gebogen waren, erfand Newton eine

13 R[ichard] Buckminster Fuller: *Ideas and Integrities. A Spontaneous Autobiographical Disclosure*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall 1963, S. 273 f. Hvh. d. Autors. In Newtons Axiomen lautet sein berühmtes erstes Bewegungsgesetz: „Jeder Körper verharrt in seinem Zustand der Ruhe oder der gleichförmig – geradlinigen Bewegung, sofern er nicht durch eingedrückte Kräfte zur Änderung seines Zustands gezwungen wird.“ Isaac Newton: *Mathematische Grundlagen der Naturphilosophie* (1687), übers., eingl. und hg. von Ed Dellian, Hamburg: Felix Meiner 1988, S. 53.

14 Die Wörterbücher Anfang der 50er Jahre des 20. Jahrhunderts verzeichnen nur neutrale und positive Wortbedeutungen von ‚square‘. Vgl. *Webster's New Collegiate Dictionary*, Springfield, MA: C&C. Merriam 1951, S. 821.

Kraft, die Gravitation genannt, und schuf damit ein vollständiges britisches Universum, an das 300 Jahre lang andächtig wie an eine Religion geglaubt wurde.¹⁵

Immerhin hielt Einstein Newtons Gravitationstheorie für eine „äußerst nützliche Hypothese“, die in den meisten Fällen ziemlich genaue Resultate ergäbe. Allerdings könne er ohne sie auskommen. Aber wie würde er dann erklären, wurde er gefragt, dass die Himmelskörper sich nicht in geraden Linien bewegen und aus dem Universum davonfliegen? Dafür sei keine Erklärung notwendig, da das Universum nicht geradlinig und im Übrigen nicht ausschließlich britisch sei, antwortete Einstein, es sei nämlich gebogen.¹⁶

Tisch und Kugel

Das Werk, das hier näher betrachtet werden soll, ist eine Rauminstallation des Bildhauers Rainer Ruthenbeck aus dem Jahr 1985. (Abb. 5) Es trägt den Titel *Tisch mit gelber Kugel* und zeigt beide Objekte in einer merkwürdigen Anordnung in einem nur durch Fußboden, eine graue rückwärtige Wand und Lichteinfall von rechts angedeuteten neutralen Raum. Der Tisch ist in eine Schiefelage versetzt und steht nur mit den zwei Vorderbeinen auf dem Boden, weil die Kugel zwischen Boden und dem rechten Hinterbein gelagert ist und damit den ganzen Tisch fast zum Umkippen bringt. Das frei in der Luft schwebende linke Hinterbein, von dem nur ein kleines Stück zu sehen ist, verstärkt den Eindruck eines prekären Gleichgewichts, das diese Zusammenstellung von Tisch und Kugel produziert. Obwohl dieses Zustandsbild, das uns die Beziehung zwischen den Objekten vermittelt, zweifellos statisch ist, ruft es beim Betrachter doch die Vorstellung von mehreren denkbaren Zuständen bzw. Veränderungen in der Beziehung beider Objekte hervor. Da die Statik unbefriedigend ist, muss man an Dynamik denken.

Ruthenbeck hat selbst dem hier noch nicht eingetretenen Ereignis eine ganze Werkgruppe gewidmet und diese *umgekippte Möbel* genannt.¹⁷ Mit ihren exponierten Unterseiten und in die Luft gereckten Beinen offenbaren sie die Bedürftigkeit, wieder mit den Füßen auf den Boden gestellt zu werden. Füße verlangen einen Boden, auf dem sie stehen, und eine gekippte Tischplatte ist ab einem bestimmten Neigungswinkel dabei, ihren Sinn zu verlieren. Die Tischplatte zeigt sich nur dann in der Lage, ihren wesentlichen Zweck zu erfüllen, wenn sie den Boden, auf dem der Tisch steht, in der gewünschten Höhe wiederholt. Man könnte sagen, die Tischplatte bereitet den Boden für Tätigkeiten von Sitzenden. In dieser Position nehmen auch sie ein Stück des Bodens in gehobener Stellung ihrer Sitzflächen ein. Die Tischplatte wiederholt den Boden, streift aber vermittels

¹⁵ George Bernard Shaw zit. nach Carl Seelig: „Anmerkungen des Herausgebers“, in: Einstein: *Mein Weltbild* (Anm. 6), S. 174–201, hier S. 184.

¹⁶ Ebd., S. 185.

¹⁷ Andreas Bee: *Rainer Ruthenbeck*, hg. vom Museum für Moderne Kunst, Frankfurt a. M./Nürnberg: Verlag für Moderne Kunst 1996, S. 58–79.



Abb. 5: Rainer Ruthenbeck:
Tisch mit gelber Kugel, 1985

der Tischbeine alles fußbodenhaft Rohe ab, um dem Oberkörper und vor allem den Händen eine Basis zu bieten. Die Platte kann sich dem Ideal der glatten, ebenen Fläche annähern, womit auch die feineren Betätigungen von Auge, Hand und Geist eine Grundlage und einen Halt finden.

In Ruthenbecks Installation werden wir mit einer gegenseitigen Blockade konfrontiert: Die Kugel ist eingeklemmt, und der Tisch kann nicht richtig stehen. Damit ist eine Übergangssituation entstanden, die auf beunruhigende Dauer gestellt wurde. Eine Änderung der Lage ist eher von der Kugel her zu erwarten und nicht vom Tisch. Der Kugel ist Beweglichkeit zuzutrauen, sie vertritt ein dynamisches Prinzip, der Tisch im Gegenteil scheint pure Statik zu sein. Wie oft ärgert es Tischgenossen, wenn der Tisch nicht fest steht, sondern kipzelt. Die Kugel finden wir im Leben als Geschoss, als reibungsarmes Element in Kugellagern, als Murmel, als Ball ganz unterschiedlicher Größe, als Fesselballon, als Himmelskörper – immer ist die Kugelform mit Bewegung verbunden. Gegenüber dem Tisch hat die Kugel in der Installation einen Durchmesser von genau der halben Länge eines Tischbeins, also etwa die Größe eines Medizinballs. Aber Ruthenbeck gibt keinerlei Hinweis auf einen konkreten Gegenstand. Im Unterschied zum Tisch, der mit seinen 84 cm Höhe sogar ein Standardmaß einhält, und der immer an ein menschliches Maß gebunden bleibt, besitzt die Kugel kein derartiges Maß, sie ist maßstabslos. Daher können wir uns ohne weiteres eine Verkleinerung bis auf die Größe eines Stecknadelkopfes vorstellen, oder die Vergrößerung bis zu den Ausmaßen eines Planeten, sagen wir der Erde: In beiden Fällen fände der Tisch einen sicheren Stand. Das ließe uns vergessen, dass es im Verhältnis von Tisch und Kugel um einen prinzipiellen Unterschied ihrer Geometrien geht, der von Riemann, Einstein und Fuller, als ein systemischer erkannt wird.

Einstein benutzt in seiner Schrift *Über Spezielle und allgemeine Relativitätstheorie* Tisch und Kugel als theoretisches Modell, an denen er die Unterschiede zwischen einem „euklidischen Kontinuum“ (Tischplatte) und einer nicht-euklidischen „Fläche konstanter Krümmung“ (Kugel) demonstriert. Es dient ihm als Ausgangspunkt zur Verdeutlichung eines „Riemannschen Raums“. Mit der Kugel­fläche eröffnet sich die „Möglichkeit einer endlichen und doch nicht begrenzten

Welt.“¹⁸ Fuller reflektiert diese beiden Welten von den operativen Bedingungen der geometrischen Einschreibung her. Er prüft die Werkzeuge, die Euklid und die anderen antiken Geometer bereits verwendet haben. In dem bereits eingangs zitierten Text „Dymaxion Comprehensive System“ ist diese Kritik an Euklids *Elementen* erstmals formuliert: „In seinen Theorien zu Konstruktion und Beweis hat er sich die Beschränkung auf drei Werkzeuge auferlegt – Lineal, Zirkel und Griffel. Er benutze jedoch“, schreibt Fuller „ein viertes Werkzeug, ohne ihm Rechnung zu tragen, und das war die Oberfläche, der er seine diagrammatischen Konstruktionen einschrieb“.¹⁹ Dann wird darauf verwiesen, dass zur Zeit Euklids das sphärische Konzept des Universums wieder verlorengegangen sei, das die alten Philosophen schon kannten, und die Gelehrten hätten sich dem Konzept einer flachen und ebenen Erde verschrieben. Es sei daher nicht überraschend, fährt er fort, „dass der Gebrauch dieser ebenen Fläche als Arbeitsfläche axiomatisch wurde. Logischerweise ergab sich aus der falschen Konzeption, dass der Anfang (von Euklids Beweisen) in dem besonderen und abstrakten Bereich einer imaginären ebenen Geometrie lag“.²⁰

Dass ein nicht bedachtes Werkzeug, ohne das es freilich keine Operation der Einschreibung geben kann, in die Axiomatik dieser geometrischen Operationen eingehen kann, also jene Lehrsätze, die als selbstverständlich gelten, ist ein Gedanke, der uns heute im Lichte neuer Medientheorien und Kulturtechnikforschung nachvollziehbar erscheint. In der Zeit seiner Entstehung fand Fuller, trotz seiner Kontakte zu Naturwissenschaftlern und Ingenieuren, keine adäquaten Gesprächspartner. Für sein Forschungsprogramm der Synergetics ist das Konzept insofern grundlegend, als die Einschreibungen der geometrischen Operationen von vornherein als das Zusammenwirken zweier interagierender Bestandteile oder Subsysteme aufgefasst werden kann, deren Wechselwirkung von Fuller dann als eine der zahlreichen Formen von Interferenz (*interference*) beschrieben werden kann. Den systemischen Unterschied, den wir am Beispiel von Tisch und Kugel vergegenwärtigt haben, fasst Fuller in *Synergetics* wie folgt zusammen:

Realistischerweise waren die griechischen Geometer sich nicht der Tatsache bewusst, auf einem sphärischen Planeten zu sein, und sie beschäftigten sich zunächst nur mit der Geometrie der Fläche. Diesen griechischen Flächengeometern gelang es nicht, die gleichermaßen wichtige individuelle Integrität des Systems zu erkennen und zu identifizieren, auf dessen unsichtbar strukturierter Oberfläche sie ihre Einschreibungen machten. Die euklidischen Mathematiker hatten eine geozentrische Fixierung und keinen Sinn dafür, unseren Planeten als inkludierbaren Teil in ihren Werkzeugbestand aufzunehmen.²¹

18 Albert Einstein: *Über spezielle und allgemeine Relativitätstheorie* (1917), Braunschweig: Vieweg 1920, S. 55–60 und 71 f.

19 Fuller: „Dymaxion Comprehensive System“ (Anm. 4), S. 164, dt.: S. 175.

20 Ebd.

21 Fuller: *Synergetics 2* (Anm. 1), 986.042, S. 221.

Die Folgen des systemischen Unterschieds, wie ihn Fuller versteht, werden durch das Zeichnen eines Dreiecks auf der Erdoberfläche demonstriert, also nicht auf dem Tisch mit einem Papier darauf oder einer Tafel, und auch nicht auf jenem Sandbrett, auf dem die antiken Geometer ihre Figuren und figurierten Zahlen einschrieben. In *Synergetics* heißt es:

Wir alle sind mit ebener Geometrie erzogen worden, wo ein Dreieck als eine Fläche verstanden und definiert wird, die von einer geschlossenen Linie *begrenzt* wird sowie drei Seiten und einen Winkel hat. Ein Kreis ist eine Fläche, *begrenzt* von einer geschlossenen Linie mit gleichem Abstand zum Flächenmittelpunkt. Die Fläche außerhalb der geschlossenen Grenzlinie war nicht nur undefiniert, sondern auch unvorstellbar und nicht in die Überlegung einbezogen.²²

Fuller nennt das eine „Voreingenommenheit für eine Seite der Linie“,²³ um dann auf die systemtheoretische Bedeutung der Linie aufmerksam zu machen:

Eine „Linie ziehen“ kann man nur auf der Oberfläche eines Systems. Alle Systeme teilen das Universum in ein Inneres [insiderness] und ein Äußeres [outsiderness]. Systeme sind endlich. Gleichberechtigung heißt, weder die eine noch die andere Seite der Linie zu bevorzugen. Jedes Mal, wenn wir operational eine Linie auf einem System ziehen, kehrt sie zu sich selbst zurück. Die Linie teilt immer die Flächeneinheit eines Systemganzen in zwei Teile, beide gleichberechtigt als Flächeneinheit.²⁴

Ein Dreieck auf der Kugel ist ein sphärisches Dreieck. Wie das ebene hat auch das sphärische Dreieck drei Winkel, deren Winkelsumme allerdings größer ist als 180 Grad, und drei Kanten, die jedoch keine Geraden sind, sondern Bogensegmente von Großkreisen bzw. Geodäten. (Abb. 4, 6) Der Hauptunterschied zwischen einer ebenen Figur und einer sphärischen ist aber der, dass ein sphärisches Dreieck niemals allein kommt, sondern mit ihm immer ein zweites entsteht, das die übrige Fläche der Kugel einnimmt. Dieses zweite Dreieck, das mit der Einschreibung des ersten entsteht, ist dessen Komplementär: Das eine existiert nicht ohne das andere, und zusammen haben sie eine konstante Winkelsumme.

Da Fuller dieses Ziehen einer Linie als elementare Operation versteht, kann er es als Essenz menschlichen Planens und Agierens auf dem Planeten behandeln. So entsteht beiläufig, mit dem Zeichnen eines kleinen Dreiecks auf der Erde, eine *more geometrico* begründete Ethik der Globalität:

Die Flächenfigur, die von einer geschlossenen Linie umschrieben wird, teilt immer und nur die Gesamtfläche in zwei komplementäre Teilflächen. Wer diese Entdeckung experimentell macht, sagt spontan: „Aber ich hatte doch gar nicht im Sinn, das große Dreieck zu machen“, oder „das große Quadrat“ oder tatsächlich eine solche Schweinerei anzurichten wie die Umweltverschmutzung. Diese Unabsichtlichkeit ändert nichts an den universalen Wahrheiten. Wir alle sind gleichermaßen ver-

22 Fuller: *Synergetics* (Anm. 1), 811.00, S. 441.

23 Ebd., S. 442.

24 Ebd.

antwortlich. [...] Wir sind von Natur aus verantwortlich für die komplementären Transformationen des Universums, einwärts, auswärts und um jedes System herum, das wir verändern.²⁵

Was ist Struktur?

Fuller schreibt einleitend zu Tensegrity-Strukturen:

Jeder meint zu wissen, was das Wort *structure* bedeutet. Man zeigt auf eine Mauer aus Steinen, eine Brücke oder eine Scheune und sagt: „Das ist eine Struktur.“ Was haben eine Stahlbrücke, eine Holzscheune, eine Jumbo Jet, ein Eisberg, ein Seeigel, ein Stern, ein Farn, ein Diamantjuwel, ein Elefant, eine Wolke und ein menschliches Baby gemeinsam? Sie alle sind Strukturen. Einige sind flexibler, einige sind dauerhafter als andere. Warum? Warum haben Steine, Holz und Stahl überhaupt einen Zusammenhalt?²⁶

Diese faustische Frage wird hier angesichts einer Enttäuschung gestellt: Weder die Natur- noch die Ingenieurwissenschaften verfügen über einen Strukturbegriff, den Fuller hätte befriedigend finden können, obwohl es einige Versuche der Zusammenführung der Disziplinen gegeben hat.²⁷ Um besser zu verstehen, wo Fullers Ansatz zur Klärung des Strukturbegriffs sich abhebt von den traditionellen, aus dem Bauen hergeleiteten Vorstellungen, ist es hilfreich, zunächst einen Blick auf diese Tradition zu werfen und das Bauen als fundamentale Kulturtechnik aufzufassen, aus der die Modelle für die zahlreichen Übertragungen stammen.

Im Deutschen wird das Wort Struktur in viel abstrakterem Sinne gebraucht als beispielsweise im Englischen,²⁸ wo *structure* zu allererst ‚Bau‘, ‚Aufbau‘ bezeichnet, in zweiter Linie das Bauwerk oder Gebäude, drittens die Anordnung von Teilen und schließlich figürlich die Wechselbeziehung von Teilen hinsichtlich eines – dominierenden – Ganzen.²⁹ Während im Deutschen der organisatorische Aspekt von Struktur im Vordergrund steht, ist das englische *structure* näher an seinem lateinischen Ursprung, wo *structura* die Zusammenführung von Bauteilen und Baumaterial meint. Es ist dort so konkret verstanden, dass nicht nur der Bau, sondern eine bestimmte, über viele Jahrhunderte vorherrschende Bauweise bezeichnet wird, nämlich der Mauerwerksbau. Lateinisch *structor* ist der Maurer und *structura* das

25 Fuller: *Synergetics* (Anm. 1), 814.01, S. 446.

26 Fuller: *Synergetics 2* (Anm. 1), 790.11, S. 165. Vgl. auch die sich auf Fuller berufende geodätische Mathematik seines Freundes Hugh Kenner: *Geodesic Math. And how to use it*, Berkeley, CA: University of California Press 1976.

27 Vgl. Gyorgy Kepes (Hg.): *Structure in Art and Science*, New York, NY: Georg Braziller 1965, darin insb. R[ichard] Buckminster Fuller: „Conceptuality of Fundamental Structures“, in: ebd., S. 66–88.

28 Diese zutreffende Beobachtung macht der Übersetzer Alex Bewersdorff in: J[ames] E. Gordon: *Strukturen unter Stress. Mechanische Belastbarkeit in Natur und Technik*, aus dem Amerik. von Alex Bewersdorff, Heidelberg: Spektrum des Wissens 1989, S. 11.

29 So in *Webster's Dictionary* (Anm. 14), S. 841.

Mauerwerk. Das Allgemeine am Mauerwerksbau, dass nämlich Schicht um Schicht der Mauersteine übereinander und nebeneinander aufgebracht werden muss, um die Mauer des Bauwerks zu errichten, bringt das Verb *struere* (*struo, struxi, structum*) zum Ausdruck, das einfach ‚schichten‘, ‚anhäufen‘ meint. In diesem Sinne verwendet es der römische Architekt und Architekturtheoretiker Vitruv, um eine sehr alte Bauweise, das Aufschichten von Mauern aus luftgetrockneten Lehmklumpen, zu beschreiben.³⁰ Das Aufschichten der Massen zu einem Haufen ist wohl das Allgemeinste, was *struere* und, davon auch abgeleitet, *strues* ‚Schicht‘, ‚Haufen‘ bezeichnet.

Der erste Schritt zu irgendeiner Ordnung wäre demnach die Bildung eines Haufens. Im Haufen begegnen sich Gewordensein und Gemachtsein, geworden wie die Erde selber, gemacht durch wiederholte Tätigkeit, die einem Entschluss zur Akkumulation und einer Entscheidung über Ort und Stelle folgt. Eine formende Absicht oder eine Disposition über die Lage der Teile ist nicht zu erkennen. Lieengelassen wird er übergangslos Teil der Erde, auf der er sich bildet, wenn er zunimmt, so wächst er additiv. Der ganze Haufen ist nichts als die Summe seiner Teile.

Die höheren Ordnungen des Aufschichtens von Massen entstehen jedoch erst mit einer Zurichtung der rohen Baustoffe in Hinblick auf ein geregeltes Zusammenfügen verschiedener Teilstücke zu einer wie auch immer vorgestellten größeren Einheit. Das entspricht etwa dem, was unter dem baulichen Gesichtspunkt als Struktur verstanden werden kann. Der Mauerwerksbau ist prägend für ein solches Verständnis, und er gibt eine Vorstellung von der gegenseitigen Bedingtheit der Materialien und dem Gefüge. Bereits Vitruv nennt vier verschiedene Arten, die Steine zu verlegen, je nachdem, ob es sich um rohe oder behauene Bruchsteine oder Ziegelsteine handelt.³¹ Die Muster ihrer Anordnung in der Horizontalen und Vertikalen, also das Reihen und Stapeln sowie das Verzahnen der Bausteine zeigen sich in den sehr unterschiedlichen Verbänden. (Abb. 7) Sie variieren sowohl nach den Bauaufgaben wie auch nach den regionalen Ressourcen und Traditionen.

Einen Begriff davon geben die Studien Frank B. Gilbreths (1868–1924), dessen praktischen Überlegungen Fullers Strukturverständnis, wie noch zu zeigen sein wird, grundlegend beeinflusst haben. Gilbreth schreibt über die Methoden des Mauerns zu Beginn des 20. Jahrhunderts in Amerika, wohin die Einwanderer die Mauerwerkstradition ihrer Herkunftsländer mitbringen.³² Dies fällt in eine Zeit, in der sich prinzipielle Änderungen in der Baukonstruktion durchsetzen und der massive Mauerwerksbau an die Grenzen seiner technischen und vor allem ökonomischen Leistungsfähigkeit stößt. Gilbreth sucht nach Möglichkeiten,

30 „Alii luteas glebas arefacientes struebant parietes [...]“, *Vitruvii de architectura libri decem*, lateinisch und deutsch, aus dem Lat. und mit Anmerkungen versehen von Curt Fensterbusch, Darmstadt: WBG 1987, II, 2,15, S. 80.

31 Vgl. ebd., II, 8,1 und II 8,6, S. 102–105.

32 Vgl. Frank B[unkers] Gilbreth: *Bricklaying System*, New York, NY: McGraw Hill Book Co. 1909.

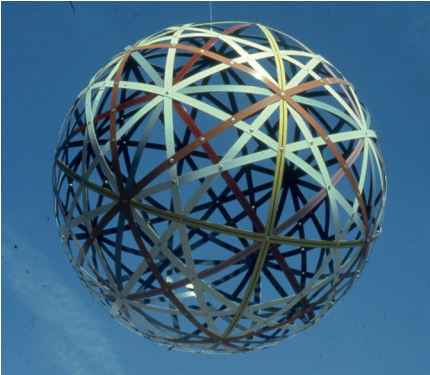


Abb. 6: Fullers: Großkreismodell, 1948

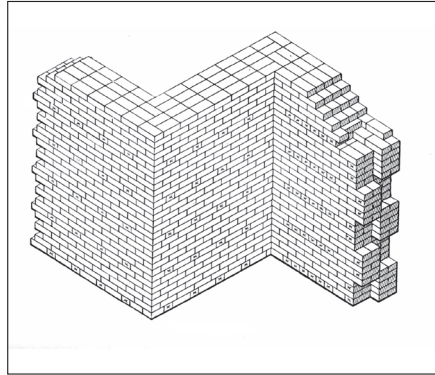


Abb. 7: Mauerwerksverband nach Gilbreth

[...] die Kosten von Mauerwerk soweit zu senken, dass es mit Beton konkurrieren kann. Die jüngsten Verbesserungen bei den Methoden des Mischens, des Transports und der Verdichtung des Betons in Gießformen aus Metall stellen das Mauerwerk grundsätzlich in Frage, wenn es nur noch für das Aussehen gebraucht wird. Hinsichtlich Stärke, Dichtigkeit, Schnelligkeit des Bauens, geringem Gewerkschaftswiderstand und geringer Kosten kann Mauerwerksbau unter den gegenwärtigen Bedingungen mit Beton nicht konkurrieren.³³

Die Baustelle als Bewegungslabor und Strukturwandler

Gilbreth steht mit seinen Arbeiten selber exemplarisch für den Übergang von einem statischen zu einem dynamischen Strukturbegriff. Da er ein Mann vom Bau ist und *structure* im Englischen, wie gesagt, einfach Bau heißt, verwendet Gilbreth zur Bezeichnung der unterschiedlichen Bauweisen das Wort ‚System‘, so in den Titeln seiner ersten drei Bücher: *Field System* (1905), *Concrete System* (1908) und *Bricklaying System* (1909).³⁴ Der dynamische Aspekt von Struktur ist im Werk von Gilbreth von vornherein implizit enthalten, weil er in seinen Untersuchungen der Baukonstruktion seiner Zeit nicht nur den historischen Umbruch in der Bauproduktion – vom Mauerwerksbau zum Stahl- und Betonbau – dokumentierend bezeugt. Vielmehr fokussiert er im Unterschied zu den zeitgenössischen Ingenieuren und Architekten nicht das Gebäude als Objekt, sondern die Baustelle und die Gesamtheit der vielfach zusammengesetzten Bauarbeiten. (Abb. 8 a–b)

Als der gelernte Maurer sich 1895 selbstständig macht und Bauunternehmer (*building contractor*) in Boston wird, ist er mit der Aufgabe beschäftigt, die Bauab-

³³ Frank B[un]ker Gilbreth: *Motion Study*, New York, NY: D. van Nostrand Co. 1911, S. 97.

³⁴ Die Erstauflagen dieser Bücher erschienen im Verlag The Myron C. Clark Publishing Co., New York, NY, *Bricklaying System* im Verlag Mc Graw Hill, New York, NY.



Abb. 8 a: Gilbreth: Baustellenfoto



Abb. 8 b: Gilbreth: Baustellenfoto

läufe seiner Baustellen rationell zu organisieren. Seinen Klienten verspricht er kurze Bauzeiten, *Speed Work* – ein Laboratoriumsgebäude für das Massachusetts Institute of Technology (MIT) wird binnen elf Wochen fertiggestellt – was ein kontrolliertes Zusammenwirken von der Logistik der Stoffströme und Materialien wie der Akkordarbeit der verschiedenen Gewerke und Bauarbeiterkolonnen auf der Baustelle verlangt.³⁵ An deren Schnittstelle arbeitet Gilbreth. Aus seinen 15 Patenten zwischen 1895 und 1916 lässt sich ablesen, dass die Vorrichtungen, Verfahren und Konstruktionen sämtlich der Steigerung von Effizienz im Baubetrieb dienen.³⁶ Diese aber ist das Ergebnis einer möglichst reibungslosen Interaktion zwischen den Bewegungen der Materialien und den Bewegungen der lebendigen Arbeit – vermittelt durch Werkzeuge, Gerätschaften, Gerüste und Arbeitsumgebungen. Sie alle stehen im Zeichen einer Verflüssigung der konstruktiven Arbeit, und Gilbreth geht es darum, alles aus dem Weg zu räumen, was deren Fluss stört oder eben überflüssig ist.

In der Organisation solcher dynamischer Systeme³⁷ wird Gilbreth ein Experte weit über das Bauwesen hinaus. Als zeitweiliger Mitstreiter von Frederick Winslow Taylor (1856–1915) wird er auch ein führender Vertreter des *Scientific Management*. Sein eigenständiger Beitrag verdankt sich jedoch der engen Zusammenarbeit mit seiner Ehefrau Lillian Moller Gilbreth (1878–1972), einer promovierten Psychologin, die seit ihrer Heirat 1904 die Richtung der Gilbreth'schen Forschungen maßgeblich mitbestimmt.³⁸ (Abb. 9 a–b) Sie fokussieren den menschlichen Faktor bei der Arbeit und anderswo (Sport, Militär etc.) mit der Methode der *Motion Study*, einer bildgestützten Untersuchungspraxis. Auf Ablehnung stößt diese Me-

35 Erst in der zweiten Hälfte der 1920er Jahre wird dies ein Thema der Architekten des Neuen Bauens in Europa, z. B. bei Walter Gropius, Ernst May und Martin Wagner. Vgl. Walter Gropius: „Der Architekt als Organisator der modernen Bauwirtschaft und seine Forderungen an die Industrie“ (1928), in: ders., *Ausgewählte Schriften*, hg. von Hartmut Probst/Christian Schädlich, Berlin: Verlag für Bauwesen/Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und Technisches Wissen, 1988, Bd. 3, S. 118–122.

36 Lillian [Evelyn] M[oller] Gilbreth: *The quest of the one best way. A sketch of the life of Frank Bunker Gilbreth* (1973), dt.: *Das Leben eines amerikanischen Organisations: F.B. Gilbreth*, übers., mit einer Einleitung und fachlichen und kritischen Würdigung von I[rene] M[argarete] Witte, Stuttgart: C.E. Poeschel 1925, S. 86.

37 Eine für die Generalisierung geeignete Theorie entwickelt der Biologe Ludwig von Bertalanffy um 1940: die allgemeine Systemtheorie, mit der Fullers Synergetics in wesentlichen Punkten übereinstimmt. Ludwig von Bertalanffy: „Der Organismus als physikalisches System betrachtet“, in: *Die Naturwissenschaften* 28 (1940) 33, S. 521–531. Ders.: *General System Theory. Foundations, Developments, Applications*, New York, NY: George Braziller 1968. R[ichard] Buckminster Fuller: „Philosophy, Invention, Experience“, in: Boston Architectural Center (Hg.): *Systems. Proceedings of the second Boston Architectural Center Lecture Series 1968*, Boston, MA: The Center 1970, S. 7–29, hier S. 7.

38 Siegfried Giedion: *Mechanization Takes Command. A contribution to anonymous history*, New York, NY: Oxford University Press/Ann Arbor, MI: University of Michigan Library, Scholarly Publishing Office 1948, S. 100. Jane Lancaster: *Making Time. Lillian Moller Gilbreth – A Life Beyond ‚Cheaper by the Dozen‘*, Boston, MA: Northeastern University Press 2004, S. 65 *passim*.



Abb. 9 a: Frank Gilbreth, Filmstill



Abb. 9 b: Lillian Moller Gilbreth mit ihren Kindern, Filmstill

thode bei Taylor, dessen Zeitstudien durch Bewegungsstudien, die Stoppuhr durch die Kamera abgelöst werden.³⁹

Vorbereitet durch seine Baudokumentationen, in denen die Phasen der Errichtung des Gebäudes ebenso wie die Operationen der Bauarbeiter auch fotografisch aufgezeichnet werden,⁴⁰ wendet sich Gilbreth um 1910 der kinematographischen Bewegungsanalyse zu, um in die Feinstrukturen menschlicher Motorik vorzudringen. Diese Strukturen sind dem bloßem Auge ebenso wenig zugänglich wie die Energien und Bindekräfte im Beton, sie müssen durch eine immer komplexer werdende Instrumentierung zunächst als visuelle Muster sichtbar gemacht und schließlich – im doppelten Wortsinn – realisiert werden: objektiviert und wahrgenommen. Gilbreth erreicht dieses Ziel über viele Zwischenschritte mit einer opto-elektrischen Installation, die er *Chronocyclegraph* nennt und als *Method and Apparatus for the Study and Correction of Motions* im Mai 1913 patentieren lässt.⁴¹ (Abb. 10 a–c, 11 a–c) Bis dahin bewegen sich Gilbreths Aufzeichnungsversuche auf einem der Experimentalwissenschaft wohlbekannten Terrain, nämlich dem der bahnbrechenden Arbeiten des Physiologen Étienne-Jules Marey (1830–1904), der seine *graphische Methode* der Bewegungsanalyse zur *Chronophotographie* und zuletzt zur *Kinematographie* weiterentwickelt. Wie sehr sich Gilbreth in dessen Fußstapfen bewegt, hat Martha Braun gezeigt.⁴²

39 [rene] M[argarete] Witte: *Taylor – Gilbreth – Ford. Gegenwartsfragen der amerikanischen und europäischen Arbeitswissenschaft*, München/Berlin: Oldenbourg 1925, S. 31 f.

40 Vgl. die Bildtafeln in Gilbreth: *Bricklaying System* (Anm. 32), u. a. S. 22–26, 67 und ders.: *Motion Study* (Anm. 33), insbes. S. 103–104.

41 U.S. Patent 1.199.980, Application filed May 23, 1913, patentiert am 3. Oktober 1916. Zwei Seiten daraus mit den entsprechenden Zeichnungen sind abgebildet in: Frank Bunker Gilbreth/Lillian Moller Gilbreth: *Die Magie des Bewegungsstudiums. Photographie und Film im Dienst der Psychotechnik und der wissenschaftlichen Betriebsführung*, hg. von Bernd Stiegler unter Mitarbeit von Alexander Müller, München: Wilhelm Fink 2012, S. 92 f. Der Band enthält eine Auswahl vor allem der späteren Texte in deutscher Übersetzung sowie Bild- und Textdokumente aus dem Nachlass.

42 Martha Braun: *Picturing Time. The Work of Etienne-Jules Marey (1930–1904)*, Chicago, IL: University of Chicago Press 1992, S. 340 f.

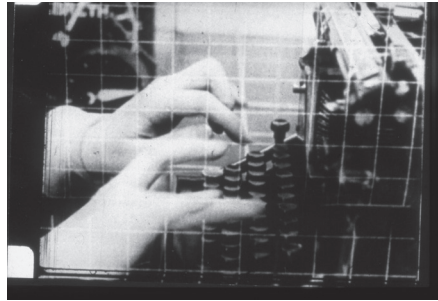
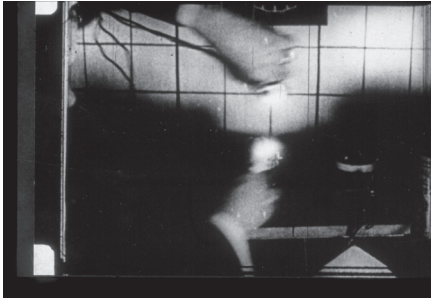
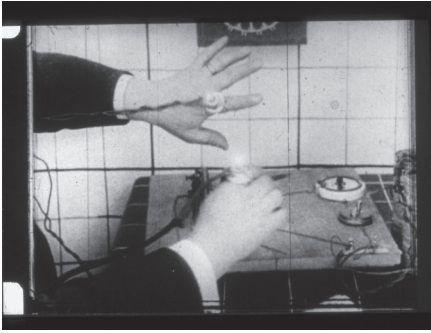


Abb. 10 a–c: Demonstration des Chronozyklographen

Abb. 11 a–c: Bewegungszyklus Schreibmaschine

Allerdings muss man an Gilbreths Ausgangspunkt erinnern, in den diversen Arten des Steineverlegens und Aufmauerns den *einen besten Weg der Arbeitsverrichtung* („the one best way of doing work“) zu suchen⁴³ und damit unnötige körperliche Anstrengung zu vermeiden. So wird mit dem Arbeitsgerüst von 1895 (*vertical scaffold*) dem

43 So auch der Originaltitel der Biographie: Lillian [Evelyn] M[oller] Gilbreth: *The Quest for the One Best Way. A sketch of the Life of Frank Bunker Gilbreth*, Chicago, IL: Society of Industrial Engineers 1924; Nachdruck: Easton, PA: Hive Publishing Company 1985.

Maurer kräftezehrendes Bücken erspart und die Arbeitsproduktivität ohne zunehmende Ermüdung um 25 Prozent gesteigert. In den Erfindungen zum Betonbau, wie etwa dem transportablen Betonmischer von 1899, fällt auf, dass Gilbreth die Schwerkraft nicht etwa ‚überwinden‘, sondern für sich arbeiten lassen will. „Gravitation bot Gilbreth die Gelegenheit zur Ersparung von Bewegung, Zeit und Verausgabung von Energie durch Menschen oder Maschinen. [...] Als Fachmann vom Bau hatte er erkannt, dass oft der beste Weg der Arbeit darin bestand, nicht gegen die Schwerkraft zu arbeiten, sondern mit ihr.“⁴⁴ Dies wiederum entspricht der Auffassung von Fuller, dessen Erfahrung als Bauleiter von 240 Baustellen in den Jahren 1922–27 die Grundlage für seine Kritik des sorglosen Umgangs mit dem Gewicht im Bauen bildet und seine berühmte Frage an die Architekten hervorruft „Was wiegt Ihr Haus?“ („What does your building weigh?“). Und darüber hinaus ist Fullers Strategie des Leichtbauens dem der Gilbreth’schen Strategie der Arbeiterleichterung verwandt, wie es sein Slogan „Don’t fight forces – use them“ auf den Punkt bringt.⁴⁵

Gilbreth geht nicht nur in seinen Anwendungen, vor allem in der Industrie, über Marey hinaus, indem er die Arbeitsprozesse wie auch die Arbeitsmittel und -umgebungen umgestaltet, sondern auch dort, wo er den Weg zu einer Elementarisierung menschlicher Bewegung einschlägt. „Bewegungsstudium“, so definieren es Frank und Lillian Moller Gilbreth 1917, „besteht darin, die Arbeit möglichst in die grundlegendsten Elemente zu zerlegen, diese Elemente einzeln und in ihrem Verhältnis zueinander zu studieren und aus diesen studierten Elementen nach Feststellung der zu ihrer Ausführung erforderlichen Zeit das wirksamste Verfahren auszuarbeiten.“⁴⁶ Ganz unvermutet führte uns Gilbreths Weg von den Baustellen der Maurer, der Bausteine und Gerüste, der Betonmischer, Einschaltungen und Gießformen auf eine Baustelle der Bewegungsstrukturen, Bewegungsstrukturen, die sich dem Auge als solche aber erst in der Ablösung vom Performer und seinem ausübenden oder ausführenden Körper enthüllen und der Analyse zugänglich machen.

Diese Art der nicht verbalen, sondern medientechnischen Abstraktion ist nirgendwo besser nachzuvollziehen als in den Filmbeispielen, die uns aus den nahezu 100.000 m belichteten Filmmaterials der Gilbreth’schen Bewegungsstudien überliefert sind.⁴⁷ Abstrahiert vom Körper in Bewegung wird zunächst die Bahn, die eines seiner Glieder beschreibt. Um diese Bahn als Spur aufzuzeichnen, wird eine helle punktförmige Markierung etwa am Handgelenk, am Finger oder am Fußknöchel angebracht, die das Licht auf die photosensitive Schicht der Platte oder des Films

44 Jane Morley: „Frank Bunker Gilbreth’s Concrete System“, in: *Concrete International* 12 (1990) 11, S. 57–62, hier S. 62.

45 Vgl. Krausse/Lichtenstein: *Your Private Sky, Design Science* (Anm. 2), S. 402–403.

46 Frank B[unker] Gilbreth/Lillian [Evelyn] M[oller] Gilbreth: *Applied Motion Study* (1917), dt.: *Angewandte Bewegungsstudien*, aus dem Amerikan. von Irene M[argarete] Witte, Berlin: Verlag des Vereins deutscher Ingenieure 1920, S. 41.

47 Eine Sammlung der historischen Filme aus dem Zeitraum 1912–1917 wurde 1945 auf Betreiben von Lillian M. Gilbreth zusammengestellt: *The Original Films of Frank B. Gilbreth Presented by James S. Perkins in Collaboration with Dr. Lillian M. Gilbreth and Dr. Ralph M. Barnes*, sponsored by the Chicago Chapter of the Society for the Advancement of Management. O. J. (1946), s/w, 35 mm Stummfilm mit Schriftinserts, ca. 30 Minuten; 16 mm Kopie im Archiv des Autors.

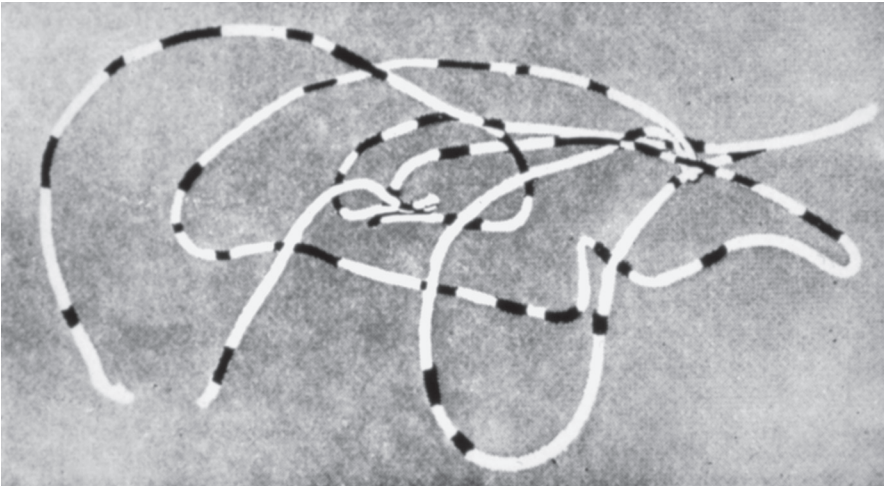


Abb. 12: Vierdimensionale Drahtskulptur eines Bewegungszyklus

wirft. Da alle diese Bewegungen zyklisch verlaufen, nennt Gilbreth ihre Spurformen *cyclegrams*. Sie können als Drahtskulpturen nachgebaut werden, (Abb. 12) wenn die drei Raumkoordinaten und eine Zeitkoordinate mit entsprechenden Messvorrichtungen, vor allem Rastern und Uhren, in die Aufnahmen eingeführt werden. Die abgelesenen Daten werden auf einer Bewegungskarte eingetragen, womit der Bau eines dreidimensionalen Bewegungsmodells in beliebigem Maßstab möglich ist. Solche Bewegungsmodelle können vierdimensionale Skulpturen werden, die mit den unterschiedlichen Geschwindigkeiten des Bewegungsverlaufs korrespondieren. Gewonnen werden die Intervalle durch Ersetzen der reflektierenden Markierung an dem betreffenden Körperteil durch eine kleine Glühlampe, deren periodisches Aufleuchten durch einen Stromkreis mit Unterbrecherkontakt gesteuert wird. Im Film wird dies demonstriert in einer Sequenz, in der man die verkabelte Versuchsperson mit Glühlämpchen an den Händen Bewegungen ausführen sieht, deren unterbrochene Lichtspuren mit dem langsamen Abblenden der Kamera als zunehmend abstrakt werdende Trajektorien hervortreten, um schließlich völlig vom Körper gelöst zu sein. Jede Bewegung dieser Art kehrt zu ihrem Ausgangspunkt zurück, bei repetitiven Arbeiten folgt darauf ein ähnlicher neuer Zyklus.

Diese Demonstrationen machen die Einzelbewegung analysierbar und korrigierbar. Aber die Körperbewegung ist komplex, immer sind andere Körperteile involviert, bei der Mauerarbeit etwa ist die Beanspruchung von Händen, Armen, Oberkörper ganz entscheidend abhängig von der Stellung der Füße, die Gilbreth in ein Diagramm seines Mauergerüsts einzeichnet.⁴⁸ (Abb. 13) Schon hier, auf der

⁴⁸ Gilbreth: *Motion Study* (Anm. 33), S. 30 f.

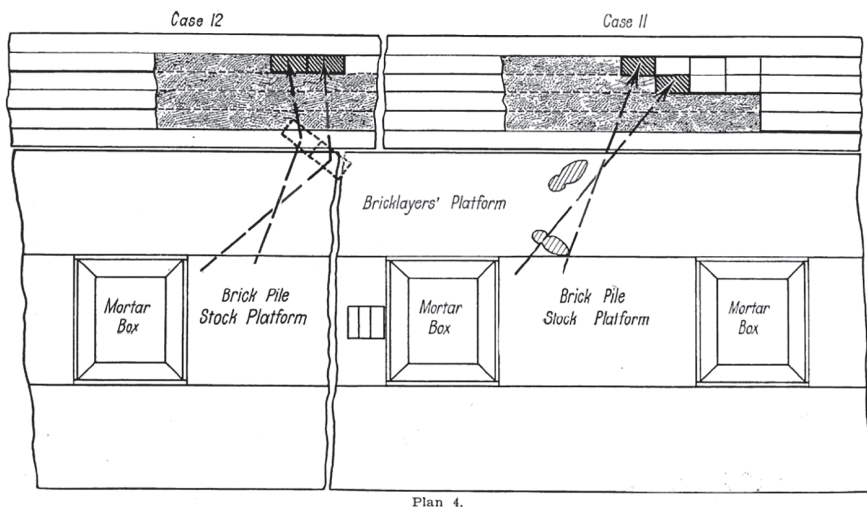


Abb. 13: Fußstellungen beim Mauern, Bewegungsdiagramm von Gilbreth

Baustelle, geht es um einen Mehrwert des guten Zusammenwirkens der Bewegungen, wofür freilich weder im Bauwesen, noch im *Scientific Management* ein passender Begriff vorhanden ist.

Zu einer systematischen Untersuchung dieses Zusammenwirkens kommt es jedoch erst, als Frank Gilbreth durch seine umfangreichen Arbeiten für deutsche Firmen in den Jahren 1914–1915⁴⁹ mit Kriegsverletzten in Kontakt kam und sich ihm das Problem ihrer Wiedereingliederung in den Arbeitsprozess stellte.⁵⁰ Für die Arbeit mit den Kriegsversehrten wurde von Gilbreth ein System der elementaren Körperbewegungen ausgearbeitet, das es erlaubt, die Bewegungen der Glieder im Verhältnis zueinander im Zeitverlauf zu studieren. Auf die Berührungspunkte oder Überlappungen, die sich hier zwischen Bewegungsforschern unterschiedlicher Disziplinen, vor allem der Choreographie und der Architektur, ergeben, habe ich an anderer Stelle hingewiesen.⁵¹

49 I[rene] M[argarete] Witte: *Alles schon dagewesen. Wie alles anfing. Meine Begegnung mit Frank B. Gilbreth 1914 in Berlin*, in: *Fortschrittliche Betriebsführung* 21 (1972) 2, S. 67–70; Lancaster: *Making Time* (Anm. 38), S. 83, 163, 191.

50 Vgl. F[rank] B[unker]/L[illian Evelyn] M[oller] Gilbreth: *Motion Study for the Handicapped*, New York, NY: Macmillan Co. 1920.

51 Vgl. Joachim Krausse: „Das Zwinkern der Winkel. Vom Bewegungsraum zu den Phasenübergängen“, in: Tom Fecht/Dietmar Kamper (Hg.): *Umzug ins Offene. Vier Versuche über den Raum*, Wien/New York, NY: Springer 2000, S. 187–214, hier S. 190–192.

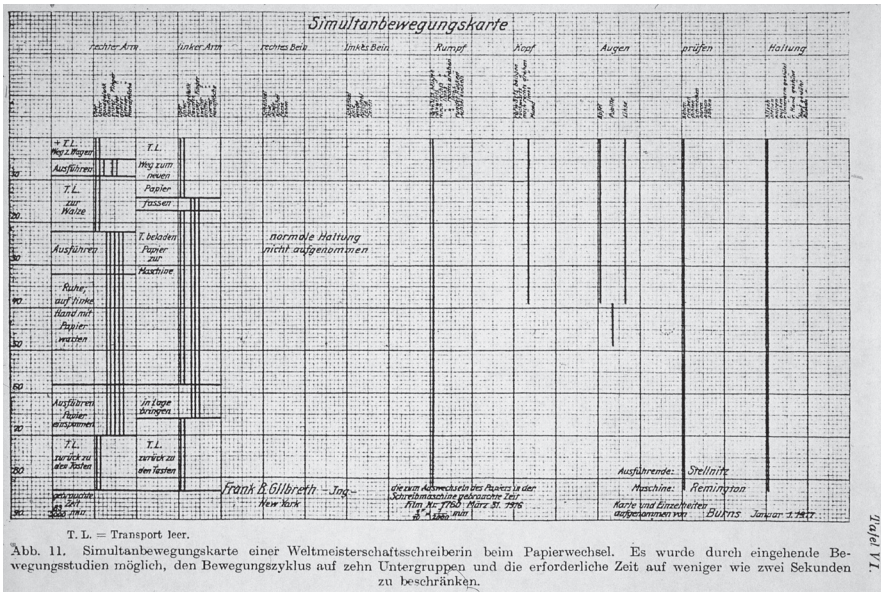


Abb. 14: Gilbreths Simultanbewegungskarte

Die Gilbreth'sche Elementarisierung, also die Zerlegung in ‚Bausteine‘, besteht zunächst in einer Einteilung in anatomische Gruppen, die weiter in Untergruppen zergliedert werden, so im Falle der vier Extremitäten. Bei den Gruppen Rumpf und Kopf wird nach Beugungs- und Drehungsrichtungen untergliedert. Die Augen sind zusätzlich zum Kopf als Hauptgruppe aufgeführt, so dass man sieben Hauptgruppen erhält, die um zwei weitere ergänzt werden: ‚Prüfung‘ und ‚Haltung‘, mit denen sensorische Aktivitäten wie auch das Stehen, Sitzen, Liegen und etwaige Stützen erfasst werden. Auf einem Diagramm, das *Simultanbewegungskarte* genannt wird, werden in einer Kopfleiste die neun Hauptgruppen nebeneinander aufgeführt. (Abb. 14) Die Aktivierungsdauer der jeweiligen Glieder wird als senkrechte Linie von oben nach unten entsprechend einer Zeitskala abgetragen. Für die Art der Aktivierung haben die Gilbreths 16 immer wiederkehrende Elementaroperationen definiert, die sie *therbligs* nennen. Im Diagramm werden sie – in Auswahl und in wechselnder Reihenfolge – am linken Rand untereinander angeordnet und indizieren so die Bewegungsart auf den Abschnitten der senkrechten Linien, interpretieren sie also.⁵² Die Zerlegung des Bewegungskontinuums in einen Satz diskreter

52 So heißt es in *Applied Motion Study*: „Die Elemente eines Zyklus von Entschlüssen und Bewegungen, [...] die sogenannten ‚Therbligs‘ sind folgende, deren Reihenfolge verschieden ist: 1. Suchen, 2. Finden, 3. Auswählen, 4. Fassen, 5. In Lage bringen, 6. Zusammensetzen, 7. Verwenden, 8. Auseinandernehmen, 9. Prüfen, 10. Transport mit Last, 11. Vorkkehrungen für nächsten Arbeits-

Teile bildet genau den Übergang von einer analytischen Untersuchung zu einer synthetischen Konstruktion, die vom Diagramm der *Simultanbewegungskarte* ihren Ausgang nehmen kann:

Auf der Darstellung ist in konkreter Form ersichtlich, welche Glieder oder Sinne des menschlichen Körpers die Arbeit verrichten, welche ungenügend beschäftigt sind oder welche zur Verrichtung eines Teiles oder der ganzen Arbeit zur Verfügung stehen. Die Karte setzt uns in den Stand, nicht nur auf einen Blick zu sehen, wie die Bewegungen gegenwärtig ausgeführt werden, sondern sie zeigt uns auch die Möglichkeit, diese Bewegungen auf andere Glieder des Körpers zu übertragen.⁵³

Hier aber, nämlich bei der Aufgabe, „die notwendigsten Bewegungen sofort auf die noch vorhandenen Glieder des Körpers wirksam zu verteilen“,⁵⁴ gibt es keinen Grund, die Verteilung auf die Glieder nur innerhalb der Körpereinheit im Sinne einer leiblichen Integrität vorzusehen. Die Gehandikapten müssen diese Einheit ohnehin neu aufbauen. Für die Arbeitswissenschaftler in der Industrie, so sehen es die Gilbreths vor, müssen immer drei Gruppen von Variablen berücksichtigt werden, „und zwar die Variablen des Arbeiters, die der Umgebung, Ausrüstung und Werkzeuge und schließlich die der Bewegungen.“⁵⁵ Das heißt aber, dass Lösungen innerhalb dieses Interaktionsfeldes zu suchen sind – wie auf einer Baustelle.

Synergetisch Bauen: Bewegungsökonomie und Octet Truss

Die Gilbreth'schen *Motion Studies* und insbesondere die *Therblig Studies* wurden von Fuller aufmerksam und detailliert studiert. Eine längere Passage in seinem Buch *Nine Chains to the Moon* widmet sich diesem System der Bewegungsökonomie, das er in der Industrie angewandt vorfand.⁵⁶ Er spricht von den „therblig studies der Link Belt Company“, ohne Gilbreth namentlich zu erwähnen. Das ist auch gar nicht nötig, weil THERBLIG ein Anagramm von GILBRETH ist, ein Ergebnis von dessen Experimenten mit Schreiben und Schrift,⁵⁷ auch dem Lichtschreiben auf Film, und nicht zuletzt der Erfahrung, dass beim Vor- und Zurückspulen der Filmstreifen Bewegungen – anders als in Wirklichkeit – auch rückwärts laufen können.

Die *Therblig Studies* sind Fuller so vertraut, vielleicht sogar ein Modell, weil er im bekanntesten Kapitel seines Buches *Nine Chains to the Moon*, „The Phantom Captain“, eine literarische Form entwickelt, den Menschen in seiner Körperlich-

vorgang, 12. Loslassen, 13. Zurückführen (leer), 14. Warten (unvermeidbare Verzögerung), 15. Warten (vermeidbare Verzögerung), 16. Ruhephase (zur Überwältigung der Ermüdung).“ In: Gilbreth/Gilbreth: *Angewandte Bewegungsstudien* (Anm. 46), S. 85.

53 Ebd., S. 86.

54 Ebd.

55 Ebd., S. 84.

56 Fuller: *Nine Chains to the Moon* (Anm. 10), S. 91–94.

57 Bernd Stiegler: „Normalisierung, als Lebenskunst“, Nachwort zu: Gilbreth/Gilbreth: *Die Magie des Bewegungsstudiums* (Anm. 41), S. 245–270, hier S. 268–270.

keit verfremdend als technisches Aggregat darzustellen.⁵⁸ Er geht dabei analog dem Gilbreth'schen Verfahren der *Therblig Studies* vor und beschreibt es so:

Ein *therblig* ist der kleinste gemeinsame Nenner mechanischer Bewegung des Menschen. [...] Eine mechanische Untersuchung der menschlichen Struktur wurde gemacht (so ähnlich wie in unserer *phantom captain*-Analyse). So viele „Kräne“ usw. wurden katalogisiert und zusammen mit den begrenzenden Schwüngen und der Balance der Kräne festgelegt, um zu prüfen, zu drehen und ihre Arbeit auszurichten auf externe Maschinen, die das Formen, Polieren usw. übernehmen. Die Untersuchungen mit der Zeitlupenkamera zeigten, ob die gesamte verfügbare Energie effizient eingesetzt wurde, oder ob der fragliche „Kran“ einen ineffizienten Bogen beschrieb und möglicherweise unnötig verkompliziert wurde durch unnötige Muskelkontraktionen und -expansionen.

Auf diese Weise war es möglich, herauszufinden, was die einfachste *Bewegung* des Krans wäre und wie viel Energie sie erfordern würde.⁵⁹

Den Beschreibungsmodus des *Homme Machine*, den Fuller im „Phantom Captain“-Kapitel virtuos durchführt, behält er hier bei. Wenn er von den Armen als Kränen spricht, wird er gleichzeitig den Wandlungen gerecht, die Gilbreth' Baustelle der Maurer und Betonmischer zur Baustelle der Bewegungsökonomie im kinematographischen Laboratorium durchmacht.

Die Betrachtung der Baustelle als Strukturwandler wäre jedoch wesentlich unvollständig, ohne einen näheren Blick auf eben jenes zentrale Werkzeug zu werfen, ohne das modernes Bauen generell und Bauen in der Höhe seit alters her undenkbar wäre, das eine Werkzeug, das Fuller anstelle des menschlichen Armes setzt: den Kran. (Abb. 15) Sein Ausleger, der ja auch als ‚Arm‘ bezeichnet wird, mit dessen Hilfe auch die schwersten Lasten in Position gebracht werden, macht selbst signifikante Strukturveränderungen durch, deren vorläufig letzte (seit den 1970er Jahren des 20. Jahrhunderts) die Umwandlung von einem kastenförmigen Gitterträger zu einem Raumbauwerk ist. Wirft man im Angesicht irgendeines Krans auf den Baustellen der Welt den Blick nach oben, wo der Kranarm sich gegen den Himmel abhebt, so sieht man den Verband eines Stabwerks, das keinen rechten Winkel bildet, sondern Winkel von 60 Grad, die das gleichseitige Dreieck bestimmen. Der Querschnitt des Arms ist ein Dreieck, und bei genauerem Hinsehen wird man gewahr, dass die Dreiecke Raumbauzellen bilden und abwechselnd Tetraeder (Vierflächner) und Pyramiden aneinandergefügt sind. Das Tetraeder gehört zu den fünf regelmäßigen Körpern, die Platon im *Timaios* beschreibt, weswegen diese fünf – Tetraeder, Oktaeder, Cubus, Ikosaeder und Dodekaeder – platonische Körper genannt werden.⁶⁰ (Abb. 16 a–b)

58 R[ichard] Buckminster Fuller: „The Phantom Captain“, in: ders.: *Nine Chains to the Moon* (Anm. 10), S. 18–29, dt.: „Der Geisterkapitän (1938)“, aus dem Amerikan. von Claude Lichtenstein, in: Krausse/Lichtenstein: *Your Private Sky, Diskurs* (Anm. 4), S. 114–120.

59 Fuller: *Nine Chains to the Moon* (Anm. 10), S. 91 „The therblig unit [...] is something like Einstein's c^2 , i.e., TOP efficient speed.“ Ebd., S. 93.

60 Vgl. Platon: „Timaios“ (zw. 360 u. 350 v. Chr.), 53 c–55 c, in: ders.: *Sämtliche Werke*, Bd. 5, hg. von Walter F. Otto, Ernesto Grassi, Gert Plamböck, übers. von Hieronymus Müller und Friedrich Schleiermacher, Reinbek bei Hamburg: Rowohlt 1959, S. 141–213, hier S. 175–178.



Abb. 15: Baustelle heute: Kran mit Standardkranerausleger

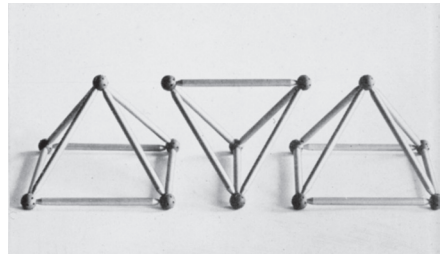
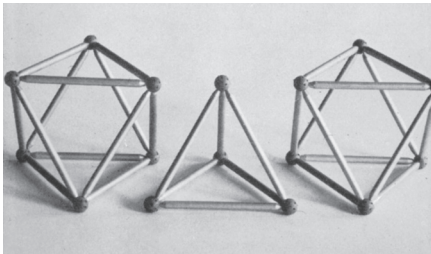


Abb. 16 a–b: Oktaeder-Tetraeder-Verband

Die Pyramide ist nur die Hälfte eines Oktaeders, weswegen ihre quadratische Grundfläche im Kranarm eine diagonale Strebe zur Aussteifung braucht, um eine vollständig triangulierte Struktur zu bilden. Der Kranarm ist eine lineare Variante eines Raumtragwerks, in dem alternierende Oktaeder und Tetraeder einen raumfüllenden Verband ergeben, dem Fuller den Namen *Octet Truss* gegeben hat. Diese Struktur hat er sich patentieren lassen und bezeichnet sie in der Patentschrift als *Synergetic Building Construction*.⁶¹ Fuller hat verschiedentlich seine Patentschriften über die Erläuterung der Konstruktion hinaus mit den Theoremen verbunden, die der Erfindung zugrunde liegen. So schreibt er hier:

⁶¹ U.S. Patent 2.986.241, vorgelegt am 7. Februar 1956, patentiert am 30. Mai 1961; abgedruckt in: R[ichard] Buckminster Fuller: „Octet Truss (1961)“, in: ders.: *Inventions. The Patented Works of R. Buckminster Fuller*, New York, NY: St. Martin's Press 1983, S. 167–177, hier S. 167.

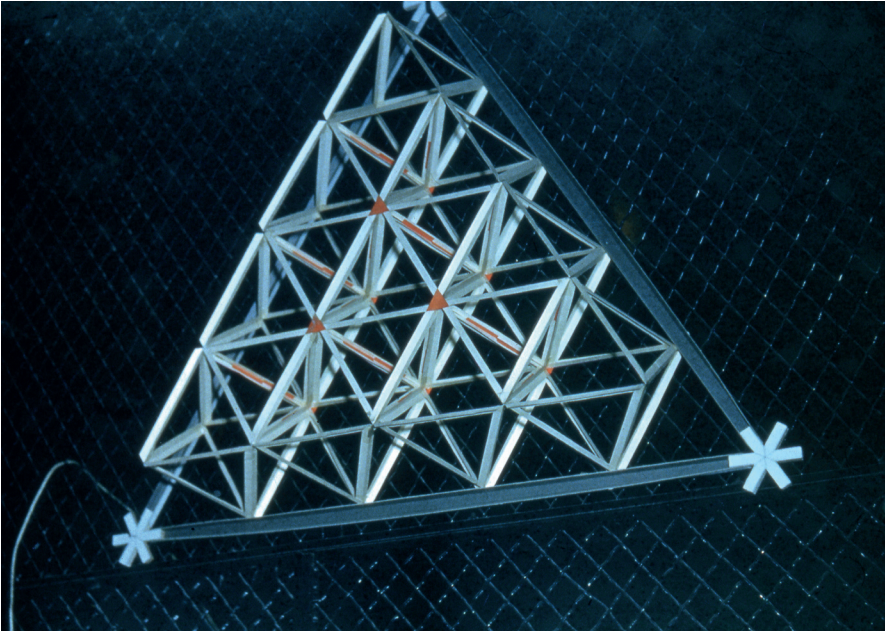


Abb. 17: Fuller: Octet Truss (Modell)

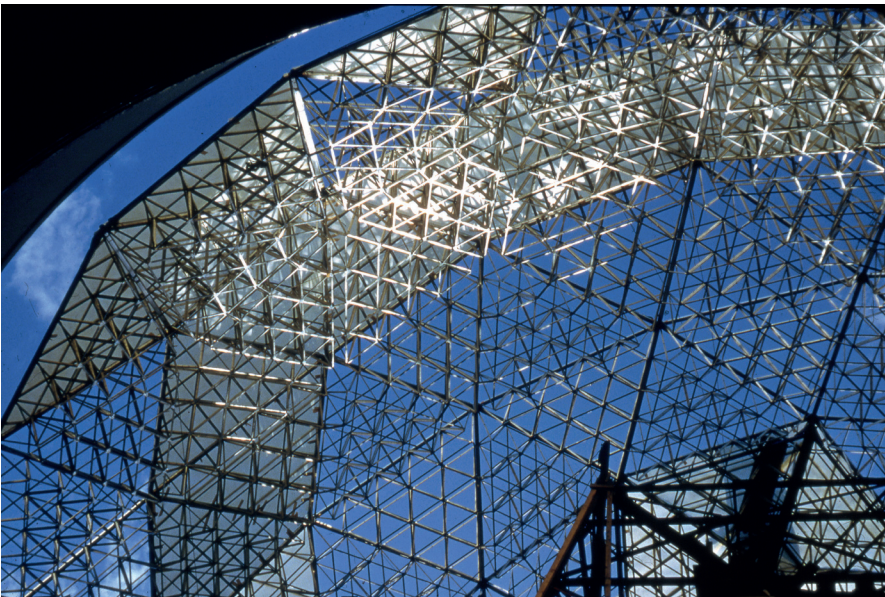


Abb. 18: Octet Truss (Teil des Geodesic Dome Dearborn der Ford Rotunda, 1953)

Ich habe festgestellt, dass in einem Fachwerk, das aus Streben gleicher Länge so aufgebaut ist, dass die Elemente ein gemeinsames Oktaeder-Tetraeder-System bilden, die Festigkeit des Fachwerks weit größer ist, als es die üblichen Formeln ermitteln, die sich auf Kraftschluß und Materialfestigkeit gründen. Tatsächlich haben meine praktischen Tests gezeigt, dass die reale Festigkeit dieser ‚flachen‘ Oktaeder-Tetraeder-Strukturen, die ein System bilden, dermaßen die kalkulierten Werte übersteigt, dass man von der Hypothese auszugehen hat, solche Strukturen seien ‚synergetisch‘ in dem Sinne, dass wir ein Spannungsverhalten im System haben, das nicht von dem seiner Teile vorherbestimmt ist.⁶²

Das ist die klassische Formulierung eines Synergismus oder eines synergetischen Effekts, der durch eine besondere Art des Zusammenwirkens von Teilen eines Systems zustande kommt und damit die Systemeigenschaften entscheidend bestimmt oder das System überhaupt konstituiert. (Abb. 17, 18)

Synergiebegriff und Strukturlehre der Chemie

Gänzlich unbekannt war der Begriff *Synergie* nicht, als Fuller ihn adoptierte, aber doch von so speziellem Gebrauch in Physiologie und Theologie, dass von einem Vertrautsein mit diesem Konzept keine Rede sein konnte. Es ist nicht zuletzt Fullers Verdienst, *Synergie* einem breiteren Publikum bekannt gemacht zu haben, nicht ohne den Begriff mit seinem eigenen *systems approach* zu unterfüttern und ihn vor allem greifbar und begreifbar zu machen. Seine Propagierung des Synergiekonzepts durch die Jahrzehnte hindurch beginnen häufig mit den Worten „Es gibt ein Wort, das ich gern in unser Denken einführen würde, und das ist *Synergie*“,⁶³ um dann auf die Wortähnlichkeit von Synergie und Energie einzugehen:

Nun ist das Wort Synergie so alt wie das Wort Energie. Unter Energie verstehen wir die ausdifferenzierten lokalen Verhaltensweisen des umfassenden Universums oder der Natur, zum Beispiel als Gravitation oder als Optik. Mit Synergie meinen wir die integrierten Verhaltensweisen der Natur. Synergie bezeichnet dann das Verhalten ganzer Systeme, das nicht vom Verhalten seiner Kompetenzen oder Subsysteme vorherbestimmt wird.⁶⁴

In Fullers Schriften lässt sich der Gebrauch des Begriffs bis Januar 1949 zurückverfolgen, so dass wir davon ausgehen können, dass die begrifflichen Erweiterungen des Diskurses – *synergy*, *geodesic structures*, *octet truss*, *tension integrity* – genau in die

⁶² Ebd., S. 167 f.

⁶³ R[ichard] Buckminster Fuller: „The R.I.B.A. Discourse 1958. Experimental Probing of Architectural Initiative“, in: *R.I.B.A. Journal* (1958) October, S. 415–424; Nachdruck in: ders: *Ideas and Integrities* (Anm. 13), S. 35–66, hier S. 64.

⁶⁴ Ebd.

Zeit fallen, in der die geometrische Grundlagen der noch zu entwickelnden Konstruktionen gelegt werden, nämlich 1946–1948, eine Phase zurückgezogener Forschung, die in die Phase des Laboratoriums der Synergetics übergeht.⁶⁵ Wie um sich selbst und seinem Publikum zu versichern, dass es sich um einen real existierenden Begriff handelt, zitiert Fuller bei einer frühen Erwähnung des Synergiebegriffs noch das, was er beim Nachschlagen im *Webster's Dictionary* gefunden hat: „Cooperative action of discrete agencies such that the total effect is greater than the sum of two or more effects taken independently.“⁶⁶ Und dieses Prinzip sei manifest sowohl in der organischen als auch in der anorganischen Welt, es sei auch das Wesen des industriellen Prinzips.⁶⁷

Dieser überraschenden Aussage lässt Fuller ein prominentes, in den folgenden Jahren immer wieder aufgeführtes Beispiel aus der Metallurgie folgen. Bevor wir darauf eingehen, sei noch dasjenige angeführt, was Fuller aus der Information des *Webster's* weglässt: das Zusammenwirken von Muskeln, von Nerven, von Organen eines Systems, von Drogen; das widerstandslose Aufnehmen von Energie und schließlich die theologische Lehre, wonach die Regeneration aus einer Kooperation von göttlicher Gnade und menschlicher Tätigkeit hervorgeht. Diese Beispiele und die damit verbundenen Aspekte von Synergie bieten Anhaltspunkte für eine Theorie des Zusammenwirkens. Was aber Fuller offensichtlich fehlte, war ein schlagendes Beispiel für eine Synergetik, die auf Technologien anwendbar und relevant für ein *structural design* war.

Auf das oben erwähnte Beispiel war Fuller im Laufe seiner intensiven Beschäftigung mit Metallen, ihren Druck- und Zugeigenschaften, gestoßen: die Metalllegierung Chrom-Nickel-Stahl.⁶⁸ In den Vorträgen und Schriften der 1950er und 1960er Jahre finden wir dieses buchstäblich harte Beispiel immer wieder aufgeführt, es hatte schließlich den Vorteil, den *Synergism*, also den synergetischen Effekt, in Zahlenverhältnissen ausdrücken zu können. In einem Vortrag am Royal Institute of British Architects (RIBA) gibt Fuller einen Umriss seiner aus Synergie aufgebauten Designstrategie und geht ausführlicher auf Chrom-Nickel-Stahl ein, nicht ohne zu bemerken, dass Chemiker mit dem Synergiebegriff vertraut seien:

Synergie ist das Wesen der großen Veränderungen des Menschen in Beziehung zu seiner gegebenen Umwelt. Das Wesen der Entwicklung des Düsenflugzeugs ist Chrom-Nickel-Stahl, womit die enorm konzentrierten Energien in Hitze umgewan-

65 Vgl. die beiden Kapitel „Fuller Research“ und „Architecture out of the Laboratory“ in: Krausse/Lichtenstein: *Your Private Sky, Design Science* (Anm. 2), S. 276–313, 314–343. Datierungen der Vorträge und öffentlichen Präsentationen nach dem seit 1932 fortgeschriebenen internen *Dynamaxion Index. Bibliography and Published terms Regarding Dymaxion and Richard Buckminster Fuller. 1927–1953*, New York, NY: Fuller Research Foundation 1953, vervielfältigtes Manuskript, Archiv des Autors.

66 Das Zitat aus Webster's Dictionary unverändert in der Ausgabe 1951 (Anm. 14).

67 R[ichard] Buckminster Fuller: „The Comprehensive Designer“ (1949), in: Krausse/Lichtenstein: *Your Private Sky. Discourse* (Anm. 4), S. 243, Kommentar d. Hg. S. 242, dt.: S. 259, 257.

68 Vgl. R[ichard] Buckminster Fuller: „Enter Alloy: Exit Rust“ (Kapitel 23) in: ders.: *Nine Chains to the Moon* (Anm. 10), S. 189–200.

delt werden können, welche die früheren Maschinen zerstört hätte. Trotz der enormen Hitze verhindert die Stärke von Chrom-Nickel-Stahl die Zerstörung der Struktur des Düsentriebwerks, das seinen ganzen Schub auf das Flugzeug übersetzen kann. Und Chrom-Nickel-Stahl ist sehr typisch für Synergie. Die wichtigsten Bestandteile von Chrom-Nickel-Stahl, die Elemente Eisen, Nickel und Chrom und ihre jeweilige Zugfestigkeit pro Querschnittsflächeneinheit (p.s.i.) bilden das Ausgangskriterium relativer Zugfestigkeit. Nimmt man sie einzeln, so haben Chrom, Nickel und Eisen ca. 70.000, 80.000 und 60.000 p.s.i. Zugstärke. Assoziiert ergibt Chrom-Nickel-Stahl ein Muster, eine Konstellation naturbedingter Verhaltensweisen in einem Abguß, mit dem man oft 300.000 p.s.i. Zugfestigkeit erreicht. Das ist dann fünfmal stärker als sein schwächstes Glied, für sich genommen und viermal stärker als sein stärkstes. Ist das nun ein mystisches Verhalten oder kann man damit rechnen? Wir entdecken natürlich, dass man ganz logisch damit rechnen kann. Aus den organischen Forschungen des 19. Jahrhunderts wissen wir, dass alle organischen Strukturen der Konfiguration des Tetraeders folgen. Seit 1933 ist uns bekannt, dass auch alle unsere anorganischen Strukturen tetraedrisch konfiguriert sind.⁶⁹

Mit seiner rhetorischen Frage, ob der Zuwachs an Zugfestigkeit in den Legierungen auf ein mystisches Verhalten zurückgeführt werden müsse, oder aber mit ihm gerechnet werden könne, wird deutlich, dass Fuller eine rationale Erklärung synergetischen Verhaltens mit den Mitteln der Geometrie verfolgte, einer Geometrie, die die unsichtbaren Bindekräfte der Strukturen auf atomarer und molekularer Ebene, nicht nur von Metallverbindungen, identifizierbar und modellierbar macht. Wenn er dementsprechend den Architekturstudenten den Rat gab, sich mit Chemie zu befassen, denn Chemie sei ganz „grundlegend Struktur, ergo Architektur“,⁷⁰ so resümiert er seine eigenen Erfahrungen mit einer Wissenschaft, die der Strukturforschung einschließlich der geometrischen Modellbildung entscheidende Durchbrüche im Verständnis des Aufbaus der Elemente sowie der Theorie der chemischen Verbindung verdankt. Es ist also nicht die Wissenschaft der Stoffe und Substanzen, die Fuller primär interessiert, sondern die der Strukturen und der strukturbildenden Prozesse. Er geht dabei so weit, seine Geometrie der tetraedrischen Koordinierung auf die Modellierung der chemischen Bindung anzuwenden, um ihre vier prinzipiellen Möglichkeiten – der Ein-, Zwei-, Drei- und Vierfachbindung – durch vier unterschiedliche Tetraederkopplungen zu demonstrieren.⁷¹ (Abb. 19)

In seiner Revision der strukturellen, physikalischen und Stereochemie versichert sich Fuller auch der Erkenntnisse eines bedeutenden Zeitgenossen, des Chemikers Linus Pauling (1901–1994), zu dem er persönlichen Kontakt hatte. Pauling war

69 Fuller: „Experimental Probing of Architectural Initiative“ (Anm. 63), S. 424; Nachdruck in: ders.: *Ideas and Integrity* (Anm. 13), S. 65 f.

70 „Particularly, I have urged them to learn what they can of chemistry, for I feel that chemistry is basic structure, ergo architecture.“ R[ichard] Buckminster Fuller: „The Comprehensive Man“ (1959), in: ders.: *Ideas and Integrity* (Anm. 13), S. 72–84, hier S. 75.

71 R[ichard] Buckminster Fuller: „Prevailing Conditions in the Arts“, in: ders.: *Utopia or Oblivion: The Prospects for Humanity*, New York, NY: The Overlook Press 1969, S. 97–133. Vgl. ders.: *Synergetics* (Anm. 1), 931.10–931.63, S. 517–519.

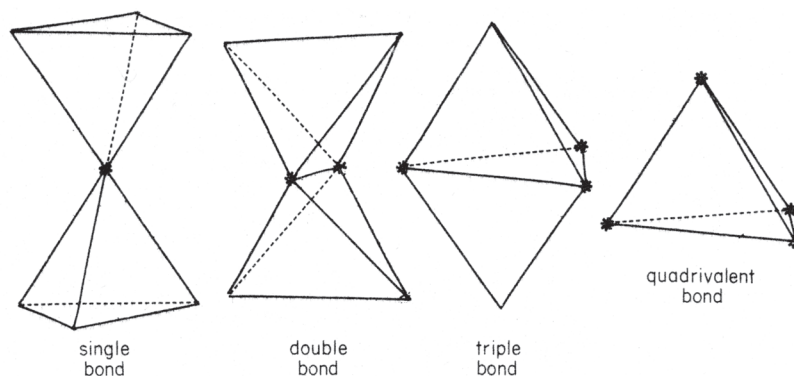


Abb. 19: Fuller: Tetraederverbindungen als Modell chemischer Bindung

mit seiner quantenmechanischen Interpretation der chemischen Bindung berühmt geworden.⁷² Er hatte die chemische Strukturtheorie erneuert und in Einklang mit den Ergebnissen der Quantenphysik gebracht, womit er auch zur Auflösung der starren Grenzen zwischen Physik und Chemie beigetragen. Angesichts der empirischen Befunde, denen zufolge nicht jedem Molekül eine eindeutige Elektronenstruktur zugeschrieben werden kann, entwickelte Pauling im Anschluss an Heisenberg und Schrödinger eine Theorie, der zufolge „die verschiedenen möglichen Elektronenstrukturen miteinander in Resonanz stehen.“⁷³

Die um diese Resonanztheorie erweiterte klassische Strukturlehre führt Pauling dann zu Untersuchungen über den Aufbau kettenförmiger Proteine, ein Gebiet der Molekularbiologie und Virologie, mit dem auch Fuller seit 1957 in Kontakt kam. Für diese richtungsweisenden Arbeiten erhielt Linus Pauling 1954 den Nobelpreis für Chemie. Pauling ist für Fuller auch ein verlässlicher Gewährsmann bei seinem Vorhaben, den Kubus und das rechtwinklige dreidimensionale Koordinatensystem durch das Tetraeder samt vierdimensionalem Achsensystem mit einem Winkelmodul von 60° abzulösen. Mit Pauling wird Fuller auf die Bedeutung der Vierzähligkeit in der Geschichte der organischen Chemie aufmerksam (Edward Frankland, Archibald Scott Couper, August Kekulé, Alexander Michailowitsch Butlerov), die auch die Geschichte der Valenztheorie und der chemischen Bindung ist.⁷⁴

Der Vierwertigkeit des Kohlenstoffs gab dann 1874 der Kekulé-Schüler Jacobus Henricus van't Hoff (1852–1911), einer Vermutung Kekulé's folgend, eine räumli-

72 Linus Pauling/E[dgard] Bright Wilson, Jr.: *Introduction to Quantum Mechanics With Applications to Chemistry*, New York, NY: McGraw-Hill 1935; Reprint: New York, NY: Dover Publications 1985, insbes. S. 374–377, S. 364 f.

73 Linus Pauling: *General Chemistry* (1953), dt.: *Chemie. Eine Einführung*, übers. und bearb. von F[riedrich G.] Helfferich, Wernheim: Verlag Chemie ²1967, S. 199.

74 Vgl. Pauling: *Chemie* (Anm. 73), S. 207 f. und Fuller: „Prevailing Conditions in the Arts“, in: ders.: *Utopia or Oblivion* (Anm. 71), S. 100 f.

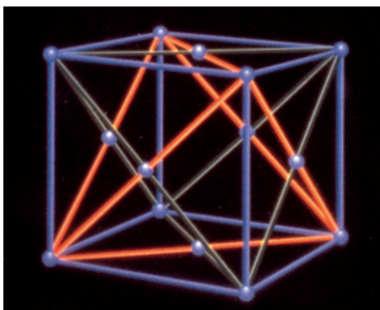


Abb. 20: Fuller: Kubus mit zwei eingeschriebenen enantiomorphen Tetraedern (Modell)

che Interpretation und identifizierte die vier Valenzen des Kohlenstoffatoms mit den vier Eckpunkten des regelmäßigen Tetraeders.⁷⁵ Fuller hebt hervor, dass gerade dieser, geometrisch-räumlichen Modellierung des Kohlenstoffatoms durch van't Hoff der größte Widerstand der Fachwelt entgegenschlug und man ihn der Täuschung bezichtigte.

Das machte ihn fassungslos, aber er machte weiter mit seinen Experimenten und setzte alles daran, einen optischen Nachweis für die tetraedrische Konfiguration des Kohlenstoffs – dieses Kombinationsmeisters der ganzen organischen Chemie – zu erbringen. Van't Hoff war der erste Chemiker überhaupt, der einen Nobelpreis erhielt. Von diesem Zeitpunkt an erkannte man in der Chemie, daß die organische Chemie tetraedrisch koordiniert ist.⁷⁶

Bei van't Hoffs optischen Nachweisen handelte es sich um eine Reihe optisch aktiver Verbindungen, deren Moleküle als optische Isomere erkennbar waren: Als Stoffe gleicher Zusammensetzung bzw. gleicher Summenformel zeigten sie verschiedene physikalische und chemische Eigenschaften, so, als wären sie verschiedene Stoffe. Van't Hoff konnte mit dem Tetraedermodell diese Isomerie damit erklären, dass die Verbindungen durch zwei Tetraeder beschreibbar sind, von denen das eine das Spiegelbild des anderen ist. In solchen enantiomorphen (d. h. in sich entgegengesetzten) Strukturen gibt es eine Links- und Rechtsdrehung, wie wir sie an unseren Händen vorfinden, die zu keiner gegenseitigen Deckung fähige Spiegelbilder ergeben. Angesichts dieser Spiegelbildlichkeit spricht van't Hoff vom „asymmetrischen Kohlenstoffatom“, mit dem das Auftreten dieser Links- und Rechts-Formen auch eine geometrische Erklärung findet.⁷⁷ Die Spiegelbildlichkeit der zwei Tetraeder finden wir als eine fundamentale allgemeine Struktur auch in Fullers *Synergetics* wieder, und zwar in seiner, das Raumverständnis generell betreffenden Analyse des Kubus. (Abb. 20)

⁷⁵ J[acobus] H[enricus] van't Hoff: *La Chimie dans l'espace*, Rotterdam: P.M. Bazendijk 1875, dt.: *Die Lagerung der Atome im Raume* (1877), 2. überarb. u. erg. Aufl., Braunschweig: Friedrich Vieweg u. Sohn 1894, S. 2–7.

⁷⁶ Fuller: „Prevailing Conditions of the Arts“, in: ders.: *Utopia or Oblivion* (Anm. 71), S. 100 f.

⁷⁷ Van't Hoff: *Die Lagerung der Atome im Raume* (Anm. 75), S. 6–10. Vgl. Pauling: *Chemie* (Anm. 73), S. 208.

Festigkeit aus dem Zusammenwirken: Performance

Die Auseinandersetzung mit dem Kubus und dem kubischen System steht am Anfang von Fullers Entwurfsarbeit, und sie ist nicht primär eine geometrische, sondern eine der Baukonstruktion. Diese Anfangsschritte sind gut dokumentiert. In den Skizzen und Texten von Januar bis März 1928 zeigt sich, dass die erste Idee für das neue Haus im Abheben des Gehäuses vom Erdboden mittels eines zentralen Mastes bestand.⁷⁸ Von diesem Mast her werden sowohl das Tragwerk als auch das Versorgungssystem und das Gehäuse selbst entwickelt. In der Mastkonstruktion vergleicht Fuller zunächst verschiedene Typen von Vertikalstrukturen von Türmen, Schiffsaufbauten, Leitungsmasten, von einem Baum, um in einem Auslegemast für Luftschiffe auf die Tetraederstruktur zu treffen.⁷⁹ Mit einem Dreifuß macht man sich unabhängig von den Unebenheiten des Geländers, so beim Stativ des Fotografen oder Geometers; die Leitungsmasten sind vierfüßig wegen einer vorherrschenden Richtung der Spannungen, während der Ankermast für Luftschiffe Spannungen aus allen Richtungen aufnehmen muss, ein erster Hinweis auf die Bedeutung, die Fuller dem *Omnidirectional*, dem Allseitigkeitsgebot, in *Synergetics* beimisst.⁸⁰ (Abb. 21 a–b)

Das Abheben des Gehäuses vom Grund befreite zunächst den Entwurf von der Bodenlogik, nämlich der des Aufsichtens von Massen, wie oben beschrieben, aber auch von der des üblicherweise vom Viereck geprägten Katasters der Grundstücke. Zwei miteinander konkurrierende Entwurfsansätze werden anfangs verfolgt: eine konventionelle Kragkonstruktion mit einem rechteckigen Gehäuse, vorteilhaft in einer Patentschrift festgehalten, und eine radikale Hängekonstruktion mit einer über die Gehäuseecken laufenden Kabelabspannung vom zentralen Tragmast. Auch hier wird zunächst ein kubisches Gehäuse geprüft, solange, bis sich bei der Unterteilung von Quadrat und Rechteck durch die Mittelachsen und die Diagonalen herausstellt, dass die ungleichen Radialen eine ungleiche Spannungsverteilung implizieren. Für die Kragkonstruktion mit den biegesteifen Kragarmverbindungen und soliden Massivdecken wäre das kein ausschlaggebender Hinderungsgrund gewesen, aber Fuller schlägt mit der Entscheidung für die Hängekonstruktion und gegen massive Decken eine ganz andere Richtung ein: die Geometrie soll ihm helfen, die im Gebäude wirksamen Kräfte so zu segregieren, dass sie von getrennten Druck- und Zuggliedern aufgenommen und abgeleitet werden können.

Angesichts der Bedeutung dieses Themas für das Bauen im Allgemeinen und für die Fullers ganzes Werk durchziehende Philosophie von Druck und Zug als kom-

78 Kapitel: „Lightful Houses/4D“ (1928), in: Krausse/Lichtenstein: *Your Private Sky, Design Science* (Anm. 2), S. 80–121, Kapitel „Dymaxion House“ (1929), in: ebd., S. 122–145.

79 Vgl. Joachim Krausse: „Thinking and Building. The Formation of R. Buckminster Fuller's Key Concepts in ‚Lightful Houses‘“, in: Hsiao-Yun Chu/Roberto Trujiller (Hg.): *New Views on R. Buckminster Fuller*, Stanford, CA: Stanford University Press 2009, S. 53–75.

80 R[ichard] Buckminster Fuller: „Omnidirectional Halo“ und „Introduction to Omnidirectional Halo“, in: ders.: *No More Secondhand God and Other Writings*, Carbondale, IL: Arcturus Books 1963, S. 130–163; S. 118–129.

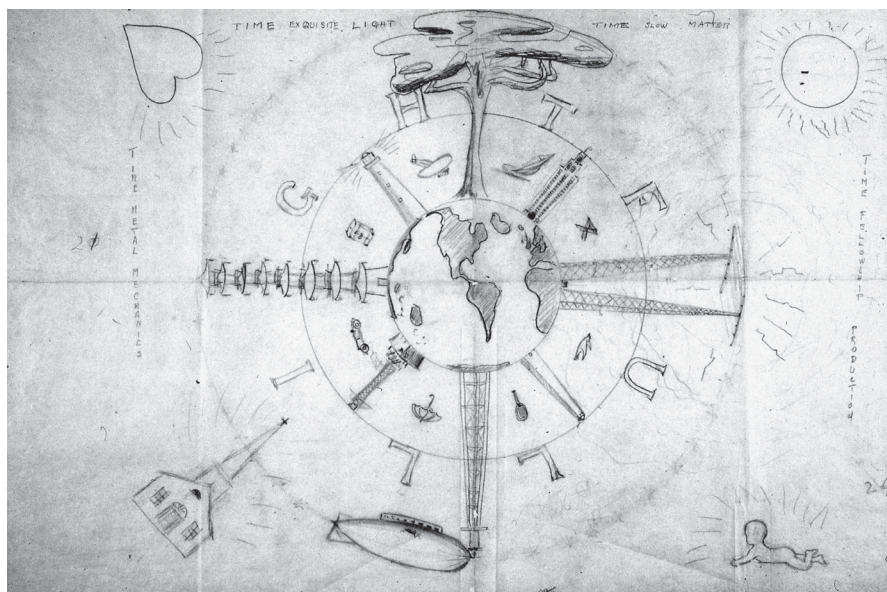


Abb. 21 a: Fuller: Lightful, Zeichnung Anfang 1928

plementäre Kräfte entgegengesetzten Charakters ist es hilfreich, sich die Auffassungen von Fachleuten der Zeit, in der das *Dymaxion House* entsteht, zu vergegenwärtigen. Die Arten der Festigkeit wurden, z. B. nach DIN 1350 vom November 1924, wie folgt definiert: Zugfestigkeit, Druckfestigkeit, Biegefestigkeit, Verdrehungsfestigkeit, Schubfestigkeit, Knickfestigkeit. In der Regel haben es die Architekten und Ingenieure mit einer zusammengesetzten Festigkeit aus mehreren dieser Arten zu tun; diese bezeichnet

[...] das gleichzeitige Auftreten verschiedener Widerstände gegen Bruch, z. B. von Zugfestigkeit in Verbindung mit Biegefestigkeit usw. [...] Doch fehlt noch eine exakte Theorie des Bruches; die Festigkeit von Werkstoffen ist allgemein abhängig außer von dem Spannungszustand auch von ihrer chemischen Zusammensetzung, ihrer Struktur, Temperatur usw. [...] Eine allgemeine, umfassende Theorie besteht zur Zeit noch nicht, Versuche über zusammengesetzte Festigkeiten liegen überhaupt erst seit 1900 vor. [...] In allen diesen Fällen hat die Berechnung der Festigkeit nach besonderen Methoden meist auf Grund hypothetischer Annahmen zu erfolgen.⁸¹

Mit dieser zusammengesetzten Festigkeit hätte es Fuller zu tun bekommen, wenn er sich für die Kragkonstruktion entschieden hätte. Mit seiner Entscheidung für die Hängekonstruktion ist er herausgefordert, die Struktur nach dem Komplen-

81 N.N.: „Festigkeit“, in: *Wasmuths Lexicon der Baukunst*, Bd. 2: *C-Gyp*, Berlin: Verlag Ernst Wasmuth 1930, S. 444.

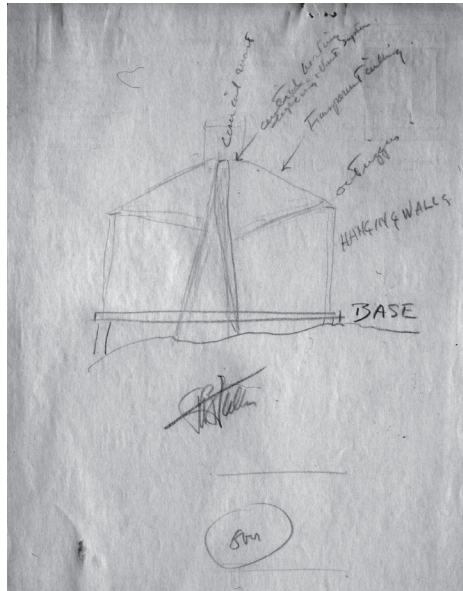


Abb. 21 b: Fuller: Haus an einem Mast,
Skizze Anfang 1928

taritätsprinzip von Zug und Druck zu entwickeln. Vorbilder hierzu lieferten die Hängebrücken, von denen John A. Roeblings Meisterwerk, die Brooklyn Bridge (erbaut 1869–1883), Fuller in seinen New Yorker Jahren täglich vor Augen stand. Obwohl nur eine lineare Konstruktion, konnte man dort die Segregation der Zug- und Druck-Komponenten einschließlich ihrer verschiedenen Materialien (Stahlkabel versus Mauerwerk) und Dimensionierung studieren. Im Entwurf zum programmatischen Text, der diese ersten Entwurfsschritte eines Hauses am Mast begleitete, heißt es:

Strukturell besteht die Charakteristik von Metall, des neuen Werkzeugs, abweichend von allen anderen Werkzeugen anderer Epochen, in seiner Faser- oder Zugfestigkeit, die die Zugfestigkeit jedes anderen jemals hergestellten zugbeanspruchten Materials mit Abstand übertrifft. In der Druckfestigkeit übertrifft Metall den Stein nur unwesentlich. Die beste sogenannte Architektur kleiner Wohngebäude stellt heute nichts anderes dar, als eine Fortsetzung der Steinzeit, in der man Material auf Material stapelte und es mit Schlamm, Lehm und anderen zementierenden Materialien zusammenklebte: Strukturen, deren Stabilität von der Dicke der Mauer abhing.⁸²

82 R[ichard] Buckminster Fuller: „Lightful Houses“ (1928), in: Krausse/Lichtenstein: *Your Private Sky, Diskurs* (Anm. 4), S. 69–81, S. 69

Aus diesen Beobachtungen formt sich die Arbeitshypothese, wonach Masse und Gewicht nicht länger synonym für Festigkeit stehen können.⁸³ Am Beispiel von Chrom-Nickel-Stahl hatte Fuller gezeigt, dass der Mehrwert an Festigkeit nur durch Interaktion der Komponenten zustande kommt, nicht aber durch Massivität oder Solidität. Da dieses synergetische Prinzip nicht auf die atomarmolekularen Größenordnungen in den Materialstrukturen beschränkt ist, kann die Baukonstruktion demselben Prinzip bei der Organisation der Baukomponenten folgen, so dass diese – ihrem komplementären Charakter entsprechend – in die Lage versetzt werden, optimal zu interagieren.

Ebendies hatte Fuller mit seinen großen Konstruktionen der 1950er und 1960er Jahre eindrucksvoll demonstriert: mit den *Geodesic Domes* für die Union Tank Car Company in Baton Rouge, Louisiana, und Wood River, Illinois, waren 1958 freitragende Netzkuppeln mit der größten Spannweite überhaupt (130 m Durchmesser, 40 m Höhe) errichtet worden.⁸⁴ Sein Meisterwerk, der EXPO Dome, US-Pavillon auf der Weltausstellung 1967 in Montreal, hatte als Dreiviertelsphäre mit einem Durchmesser von 76 m und einer Höhe von 61 m das größte von einer Kuppel jemals eingeschlossene Volumen. (Abb. 19 a–b) Mit diesen Rekorden und Leistungsnachweisen seiner Konstruktionen hatte Fuller sich nicht nur die Achtung der Ingenieure erworben, sondern sich auch in eine Reihe mit den bahnbrechenden und zeichensetzenden Pionieren des Ingenieursbaus (Paxton, Roebing, Eiffel etc.) gestellt.⁸⁵

Mit derartigen Großbauten wurde immer auch der Leistungsaspekt (*performance*) in den Vordergrund gerückt. Dies konnte sich auf die schiere absolute Größe, aber auch auf Materialien, ihre Fertigung, die eigentliche Konstruktion im Verhältnis zum umbauten Raum oder auf Logistik und Bauzeit beziehen. Fuller hat nie einen Zweifel daran gelassen, dass für ihn das Leistungsgewicht (*performance per pound*) das entscheidende Kriterium des Konstruierens ist. Dies schloss die relative Festigkeit der Gesamtkonstruktion sowie ihrer Komponenten ein. Im Unterschied zu vielen seiner Vorgänger und zeitgenössischen Konkurrenten vertraute Fuller jedoch nicht auf starre Verbindungen und biegesteife Knoten, sondern suchte in seinem Laboratorium mit Hilfe der Geometrie diejenigen Konfigurationen, die eine selbststabilisierende Struktur zu entwickeln erlaubten. Demonstrati-

83 „[...] that weight and stontness are no longer synonymous“, Notat Fuller, Anfang 1928. Vgl. Joachim Krausse: „Architektur der Hochtechnologie. Buckminster Fullers Dymaxion Haus 1929“, in: Stefan Andriopoulos/Bernhard Dotzler (Hg.): 1929. *Beiträge zur Archäologie der Medien*, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 2002, S. 192–223, hier S. 204.

84 Marks: *The Dymaxion World of Buckminster Fuller* (Anm. 3), S. 222 f. Vgl. Krausse/Lichtenstein: *You Private Sky, Design Science* (Anm. 2), S. 355, 384–389.

85 Shoji Sadao: *Buckminster Fuller and Isamu Noguchi. Best of friends*, Milano: 5 Continents Editions 2011, S. 177. Noch einmal übertroffen wurden die Spannweitenwerte durch eine geodätische Kuppel von 135 m Durchmesser, die Fullers Schüler Don Richter für die Behausung von Howard Hughes Riesenflugzeug *Spruce Goose* 1981 in Long Beach, CA baute. Vgl. Don[ald] L. Richter: „Working with Buckminster Fuller“, in: James Ward (Hg.): *The Artifacts of R. Buckminster Fuller. A Comprehensive Collection of His Designs and Drawings*, Bd. 4, *The Geodesic Revolution. Part 2 1960–1983*, New York, NY: Garland Publishing 1985, S. 381–394, hier S. 393 f.

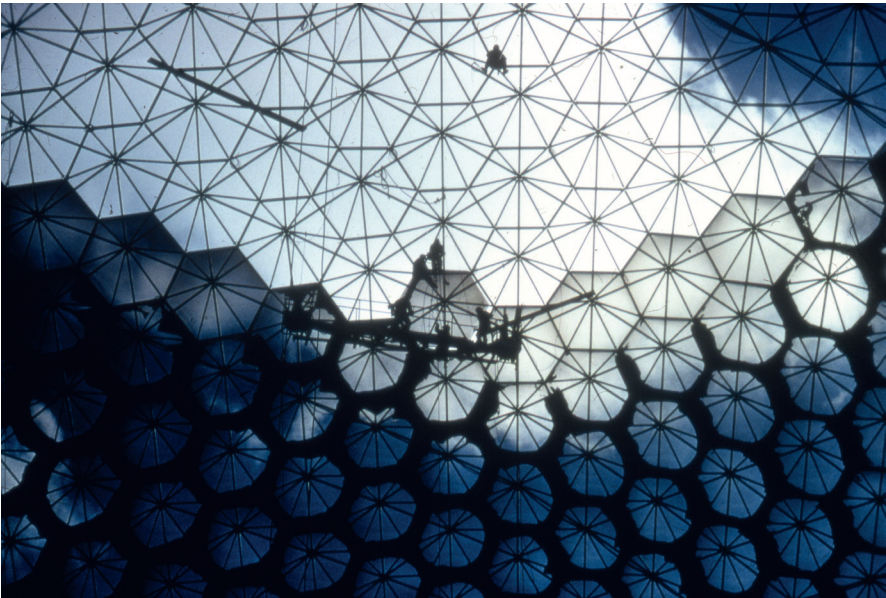


Abb. 22 a–b: Fuller: Expo-Dome, Montreal 1967

onen konstruktiver Leistung gehen bei Fuller stets auf die Grundlagenarbeit in seinem Laboratorium der Synergetics zurück.

Wir haben bisher zwei Aspekte von *performance* im Werk Fullers beleuchtet: den Aspekt der Durchführung einer (graphischen) Operation mit ihren Auswirkungen auf den Begriff von Geometrie sowie den Aspekt der strukturellen Leistung in Baukonstruktionen, die ein besonderes Auflösungsvermögen von Masse sowohl durch die Feinstruktur ihrer Materialien, als auch durch die Lage und Verbindung ihrer Komponenten zeigen. Beides ist durch Geometrie im Sinne von Synergetics erschließbar. Ein dritter Aspekt von *performance*, der zum Verständnis der beiden anderen wesentlich ist, muss hier hinzugefügt werden: die Demonstration der modellhaften Verkörperung. Sie ist es, die der künstlerischen Performance am nächsten kommt, obwohl sie hier der wissenschaftlichen Exploration und Kommunikation dient und ein unverzichtbarer Bestandteil der Laboratoriumsarbeit ist. Sie ist es auch, die es Fuller erlaubt, Geometrie so zu betreiben, „als sei sie tatsächlich ein Teil der Physik.“⁸⁶ Es handelt sich jedoch um eine, den Performer mit einschließende, anschauliche Physik. (Abb. 23)

Die Modelldemonstrationen, fester Bestandteil von Fullers Forschungen und Auftritten in der Öffentlichkeit seit 1929, trieben nicht nur den Konstruktionsgedanken voran, sondern trugen auch zur Begriffsbildung von Synergetics bei. Ich zitierte an dieser Stelle beispielhaft aus einem von Fullers Vorträgen:

Ich habe eine sehr grobe Halskette. Was an der Halskette einzigartig ist, das ist die Flexibilität, mit der sie sich an die Schulter anschmiegt... Sieht man näher hin, wie und warum sie so biegsam ist, bemerkt man, dass sich die Länge der Einzelstücke aus Holz hier nicht verändert, was sich ändert, das sind die Winkel. Die ganze Flexibilität ist Sache der Winkelveränderung und nicht linear... Mit anderen Worten: Ein Winkel ist ein Winkel und unabhängig von der Länge seiner Schenkel. So ist das Verhalten der Winkel. Ich nehme jetzt einige Glieder der Halskette heraus. Sie ist immer noch sehr flexibel, also nehmen wir noch eins heraus. Noch immer flexibel, also nehmen wir noch eins heraus, wir sind jetzt bei vier übriggebliebenen angelangt, und sie ist immer noch sehr flexibel. Das wollen wir über meine Schulter legen, mit einem Dreieck vorne und einem Dreieck hinten. Man nennt das ein Quadrat, aber wir sehen, dieses Quadrat ist völlig instabil. Als ich jung war, machte mich die Tatsache neugierig, dass das Quadrat keinerlei strukturelle Integrität von sich aus besitzt. Es verhielt sich nur deswegen so [als besäße sie diese], weil der Lehrer es auf eine Tafel fixiert hat, wo es sich nicht verändern konnte. Jetzt bin ich dabei, ein weiteres Stück herauszunehmen, und zum ersten Mal ist die Halskette nicht mehr flexibel.⁸⁷

86 „Geometrie ist bedeutsam, weil sie, im Unterschied zu Arithmetik und Analysis, als Teil angewandter Mathematik aufgefasst werden kann, so als sei sie tatsächlich ein Teil der Physik.“ Bertrand Russel: *The Analysis of Matter*, London: Kegan Paul, Trench, Trubner 1927, S. 5.

87 Definition „Necklace“, Buckminster Fuller im Rahmen eines Seminars der Universität Massachusetts in Amherst, MA am 22. Juli 1971, in: E[dgar] J[arrratt] Applewhite: *Synergetics Dictionary Cards*, Karte Nr. 11312, verfügbar unter <http://www.rwgrayprojects.com/SynergeticsDictionary/SDCards.php?cn=11312&tp=2> (Stand Juni 2015).

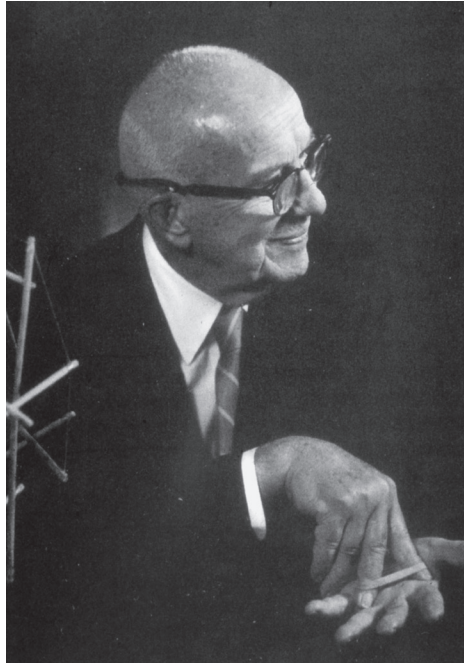


Abb. 23: Fuller mit Gummiband

Sobald seine Demonstration beim Dreieck angelangt war, rief Fuller, wie erzählt wird, triumphierend: „Es hält die Form!“ Mit der Versuchsanordnung der Halskette werden die Polygone einem Vergleichstest unterzogen, der ihre Struktureigenschaften zum Vorschein bringt. Wie nebenbei demonstriert er auch die Differenz zwischen einer Repräsentation geometrischer Figuren in einer Zeichnung – einschließlich einer irreführenden Suggestion von Festigkeit im Bild des Quadrats – und ihrer Verkörperung im Modell, die die grundsätzliche Instabilität des Quadrats erweist. Dasselbe Verfahren wird auf Polyeder angewendet, und hier zeigt sich, dass der Kubus, definiert durch quadratische Flächen, nicht von sich aus stabil ist, sondern sanft kollabiert, wenn die Kanten an den Eckpunkten flexibel verbunden sind.

Mit dem alles weitere entscheidenden Konzept der flexiblen Knotenverbindungen ist es Fuller möglich, die Eignung von Polygonen und Polyedern zur Stabilisierung zu untersuchen, was für ihn gleichbedeutend mit Struktur ist. So schreibt er in *Synergetics*: „Wir können sagen, dass Struktur ein selbststabilisierender Komplex einer Muster-Integrität ist. Nur das Dreieck bringt Struktur hervor und Struktur meint nur Dreieck und vice versa.“⁸⁸ Von den fünf regelmäßigen Polyedern, den

⁸⁸ „We may say that structure is a self-stabilizing pattern integrity complex. Only the triangle produces structure and structure means only triangle; and vice versa.“ Fuller: *Synergetics* (Anm. 1), 608.05, S. 318.

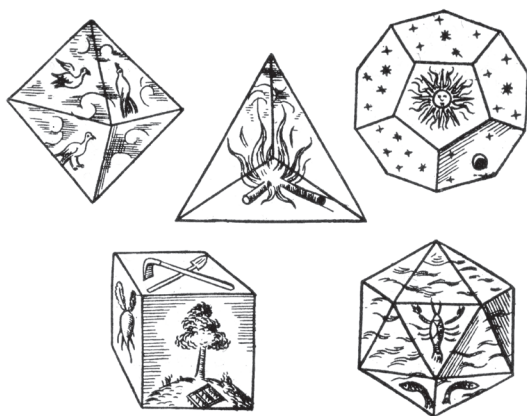


Abb. 24: Platonische Körper nach Kepler

Platonischen Körpern, (Abb. 24) sind nur drei von ihnen Strukturen in diesem Sinne: das Tetraeder, das Oktaeder und das Ikosaeder. Kubus und Dodekaeder hingegen sind es nicht, da sie nicht trianguliert sind, sondern aus Quadraten bzw. Fünfecken gebildet sind. Das Quadrat kann die Form erst dank der Diagonalen halten, die es in Dreiecke zerlegen. Die Diagonale sei, so hält Fuller in den Zeichnungen zu seinem Geometriepapier von 1944 fest, die *controlling dimension* des Quadrats.⁸⁹ Genau dies zeigen die gekreuzten Zugstangen, -bänder oder -kabel in den quadratischen Gefachen der Eisen- und Stahlkonstruktionen der letzten anderthalb Jahrhunderte. Ein Kubus erhält ebenso durch die Diagonalen in seinen quadratischen Flächen Stabilität. Zusammengenommen ergeben sie die Figur von zwei einander durchdringenden Tetraedern, die uns bereits aus den Strukturmodellen der chemischen Bindung bekannt sind. Das Strukturgeheimnis eines festen Kubus sind die beiden aus den Diagonalen gebildeten Tetraeder, die wir als ‚spiegelbildlich‘ kennengelernt haben. Diese Beschreibung ist aber unzureichend, weil sie sich nur auf eine Bildebene des Gezeigten bezieht. In der räumlichen Realität bedeutet dies jedoch, dass das eine Tetraeder links- und das andere Tetraeder rechtsorientiert ist. Unterstellt man diesen rechts- und linkssinnigen Konstellationen eine physikalische Existenz und damit eine energetische Dynamik – das genau ist es, was Fuller in *Synergetics* tut – so ist diese gegensinnige Orientierung (und ihre in der Natur vorfindliche leichte Asymmetrie) der Ausgangspunkt für die gegensinnigen Drehrichtungen, die diesen Strukturen zueigen sind. Das führt Buckminster Fuller zu einer Adaption der Begriffe „spin“ und „spinability“. Aus dem gegenseitigen Verdrehen von enantiomorphen Konstellationen ergeben sich in der Natur Strukturen von äußerster Festigkeit, wie im Falle von Diamant, der härtesten Kohlen-

⁸⁹ Übersichtstafel zur energetisch-synergetischen Symmetrie (1944) aus dem Manuskript „Dymaxion Comprehensive System“, in: Krausse/Lichtenstein: *Your Private Sky, Diskurs* (Anm. 4), S. 170 f.

stoffmodifikation, die als Kristall vollständig im Rahmen des kubischen Gitters bleibt.⁹⁰

Wo dem Kubus jedoch die Diagonalen und damit die inhärenten Tetraeder fehlen, ist ein entsprechendes konstruktives System allein auf die Biegesteifigkeit der Eckverbindungen angewiesen. Dies ist in konventionellen Balken- und Stützenkonstruktionen der Fall. In solchen Systemen mit ihren ins Unendliche laufenden Parallelen der Stützglieder, die nicht ins System zurückkurven, könnten die Glieder „einander nicht helfen.“⁹¹ Daher sind alle Konstruktionen, die aus der Laboratoriumsarbeit der Jahre 1946–1951 hervorgehen, vollständig trianguliert. Das Dreieck selbst, das nicht mehr ein Dreieck der euklidischen Geometrie ist, gewinnt in Fullers Beschreibung den Charakter eines Mechanismus, der selbstschließend (*self-locking*) ist. Mit der letzten Stufe in der Halsketten-Performance stellt er fest,

dass jede Seite des Halsketten-Dreiecks, bestehend aus festen Röhren, ihren gegenüberliegenden Winkel stabilisiert, und zwar mit einem Minimum an Aufwand: durch Kontrolle der Enden der zwei Hebel, die am gegenüberliegenden Angelpunkt durch ein Zugspannungselement der Dreiecks verbunden sind. So stellen wir fest, dass das Dreieck nicht nur der einzige selbststabilisierende Musterkomplex verschiedener Energien ist, sondern auch derjenige, der mit minimalem Aufwand die Musterstabilisierung ausführt, ein Verhalten, das mit der wissenschaftlichen Entdeckung des universellen Prinzips des geringsten Kraftaufwand in der Physik koinzidiert.⁹²

In der Halsketten-Performance erscheint die Halskette (*necklace*) als ein Medium der strukturellen Deutung, die Fuller der Geometrie insgesamt gibt. Das sukzessive Herausnehmen der Halskettenglieder, die nichts zur Stabilisierung des Musterkomplexes beitragen, ist aber auch eine exemplarisch Operation für die Epistemologie, die Fuller mit Synergetics einführt. Er hat sie wie folgt zusammengefasst:

Denken ist eher eine Disziplin des Beiseitelegens als eine des Hineinlegens. Denken ist FM – Frequenzmodulation –, weil es im Ausschalten von Irrelevanzen besteht und ein Ergebnis definitiver Auflösung der exklusiv eingeschalteten oder akzeptierten Musterdifferenzierbarkeit von Rückkopplungsbotschaften ist. Und so wie der suchende Navigator seinen Kanal zwischen den vom Ausguck entdeckten Felsen ausfindig macht, so wählt der Intellekt seinen Weg zwischen den Irrelevanzen von Rückkopplungsbotschaften. Statisch und irrelevant ist dasselbe.⁹³

90 Der Architekt Fritz Haller hat diesen Aspekt des kubischen Systems geometrisch untersucht. Fritz Haller: „Probleme des Fügens. Form – Bewegung – Kräftefluß. Forschungsarbeit am Building Institute der University of South California, Direktor Konrad Wachsmann. 1966–1970“, in: Theresse Beyerle (Hg.): *Fritz Haller – Bauen und Forschen. Dokumentation der Ausstellung*, Solothurn: Kunstverein Solothurn 1988, o. S. (Nr. 331).

91 Marks: *The Dymaxion World of Buckminster Fuller* (Anm. 3), S. 166.

92 Fuller: *Synergetics* (Anm. 1), 608.03, S. 317.

93 „Thinking is a putting-aside, rather than a putting-in discipline. Thinking is FM – frequency modulation – for it results in the tuning out of irrelevancies (static) as a result of definitive resolution of the exclusively tuned-in or accepted feedback messages’ pattern differentiability. And as the exploring navigator picks his channel between the look-out-detected rocks, the intellect picks its way between irrelevancies of feedback messages. Static and irrelevancies are the same.“ Fuller:

Auf die Verbindung kommt es an

Das Erreichen von Stabilität und äußerster Festigkeit der Baukonstruktion ist zwar ein Merkmal synergetischer Konstruktionen (*octet truss, geodesic domes*),⁹⁴ in unserem Zusammenhang verdienen jedoch die Überlegungen, die zu solchen Resultaten führen, eine genauere Betrachtung. Sicher folgt Fuller in seinen Konzeptionen nicht den allgemeinen Vorstellungen von Verstärkung, im Gegenteil: anstatt zu verstärken, nimmt er die Stärke zunächst heraus, einmal als Masse, andermal als Rigidität. Die Starrheit wird zunächst gelockert, in dem die Verbindungen gelöst und beweglich gemacht werden. Die Struktur wird gelenkig.⁹⁵

Für die *geodesic domes* wird eigens eine unstarre Knotenverbindung entwickelt, die Teil des Patents ist.⁹⁶ (Abb. 25) Sie ist eine Klemmvorrichtung und besteht im Prinzip aus zwei Scheiben mit rundumlaufenden Nuten, verbunden durch eine zentrale Schraube, zwischen die die Stabenden, ausgebildet als linsenförmige Zapfen, eingespannt werden. Zwischen die Scheiben, die Fuller glockenförmig entwirft, wird eine Sprungfeder eingesetzt. Sie erlaubt einen gleitenden Übergang zwischen Gelenkigkeit und Starrheit, die erst mit dem definitiven Kraftschluss der festen Verschraubung eintritt. Auf diese Weise sind weder die Anzahl der zusammenlaufenden Stäbe noch ihr Neigungswinkel zueinander oder der Winkel zum Radius der Sphäre festgelegt, so dass der Kuppeldurchmesser variabel bleibt. Diese

„Omnidirectional Halo“ (Anm. 80), S. 137; auch enthalten in Fuller: *Synergetics* (Anm. 1), 509.10, S. 237.

94 Zuletzt in vergleichender Analyse der fortschrittlichsten Konstruktionstypen von Kuppelbauten durch Don Richter, der von 1949 bis 1983 mit Fuller zusammengearbeitet hat und selbst eine Reihe von Patenten erhielt: Richter: „Working with Buckminster Fuller“ (Anm. 85), S. 382 f., 389.

95 „Historisch ist es der Eisenbau des 19. Jahrhunderts, der Gelenkverbindungen in die Baukonstruktion einführt. Dies verändert auch das ‚statische Gefühl‘. Eine völlig neue Grundlage für die Erziehung dieses statischen Gefühls schaffen beispielsweise die gerade durch die ‚statisch bestimmten Systeme‘ eingeführten, nur im Eisenbau möglichen Gelenkverbindungen. An Stellen, in denen der Steinbau breite, massige Ansätze bietet, zeigen sie ein Anschwellen von einem nur durch ein kleines Scharnier bezeichneten Punkt, beziehungsweise ein Abschwellen zu ihm hin. Der Träger berührt – wie Reuleaux einmal sagte – ‚den Boden gleichsam nur mit den Zehenspitzen‘.“ Alfred Gotthold Meyer: *Eisenbauten. Ihre Geschichte und Ästhetik*, nach dem Tode des Verfassers zu Ende geführt von Wilhelm von Tettau, Esslingen: Paul Neff 1907, S. 47 f.

96 Fuller: „Geodesic Dome“, U.S.: Patent 2.682.235, vorgelegt am 12. Dezember 1951, patentiert am 29. Juni 1954; abgedruckt in: Fuller: *Inventions* (Anm. 61) S. 127–144, hier S. 135 f. Das Prinzip der Knotenverbindung geht allerdings auf Walter Bauersfeld (1879–1959), den Erfinder des Zeiss-Planetariums, Chefkonstrukteur und Direktor von Carl Zeiss Jena, zurück. Das Patent Nr. 420823, eingereicht am 31.10.1925, „Knotenpunktverbindungen für eiserne Netzwerke“ wurde der Firma erteilt. Vgl. Joachim Krausse: „Das Wunder von Jena. Das Zeiss-Planetarium von Walter Bauersfeld“, in: *ARCH+* 116 (1993) März, S. 40–49, hier S. 45; ders.: „Architektur aus dem Geist der Projektion. Das Zeiss-Planetarium“, in: *Wissen in Bewegung. 80 Jahre Zeiss-Planetarium Jena*, hg. von Ernst-Abbe-Stiftung, Konzeption und Red. Hans-Christian von Hermann, Jena: Ernst-Abbe-Stiftung 2006, S. 57–84, hier S. 80 f. Ein detaillierter Konstruktionsvergleich von Fullers und Bauersfelds Knoten findet sich in: Mirko Baum: *Ulice na konci světa – o architektuře a jiných věcech / Straße am Ende der Welt – über Architektur und andere Dinge*, dt. und tschech., hg. Akademie Výtvarných Umění, Prag: Kant 2007, S. 63.

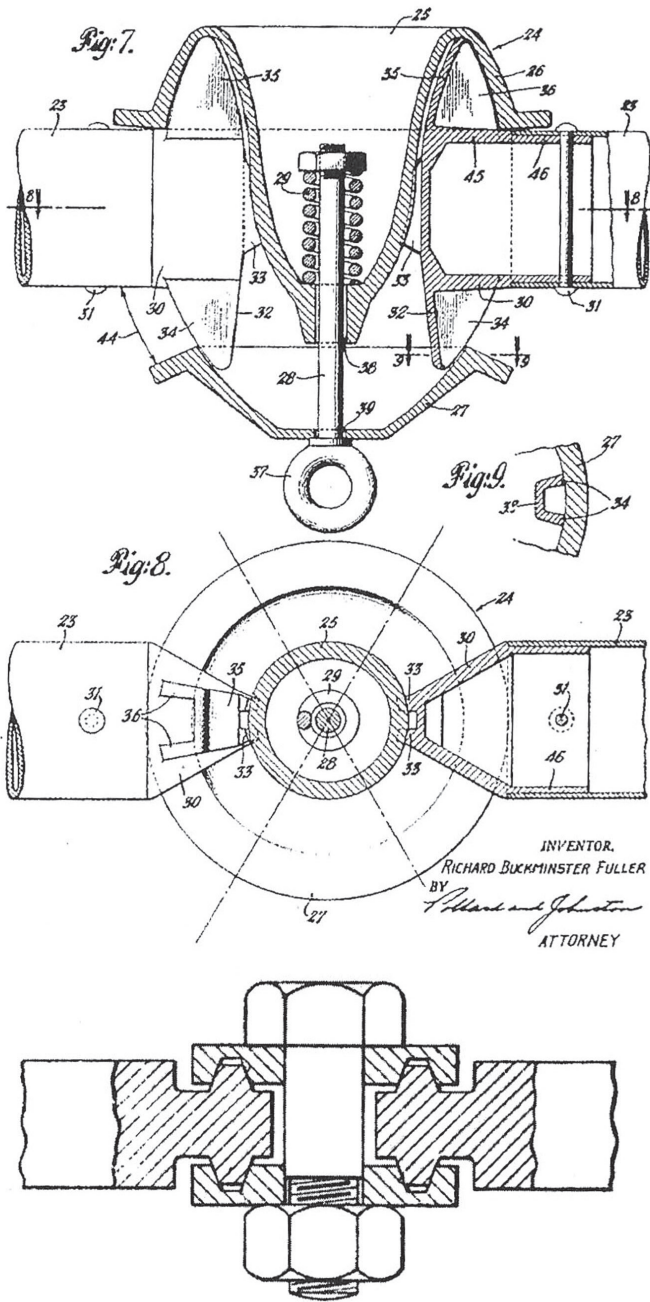


Abb. 25: Knotenverbindung für geodätische Kuppelkonstruktion, oben und Mitte: R. B. Fuller, unten: Walter Bauersfeld

partielle Undeterminiertheit in den Knotenverbindungen ist besonders wichtig für den Montageprozess, währenddessen sich die Stäbe zunächst in die richtige Lage bringen lassen müssen, bevor die Verbindungen geschlossen werden. „Eine der Charakteristiken des fertiggestellten Rahmenwerks ist es, virtuell selbstschließend zu sein. Einmal fachgerecht montiert wird es nicht entzwei gehen, abgesehen von der mehr oder weniger einheitlichen Expansion von all ihren Teilen.“⁹⁷ Alle Lasten, Druckeinwirkungen von außen (Wind und Schnee) oder Stöße (Erdbeben) werden von dem Netzwerk gleichmäßig verteilt, weswegen diese nicht zentralisierten Netze ‚distributiv‘ genannt werden. Sie verwandeln den lokalen Druck auf einzelne Teile in einen (Zug-)Spannungszustand der ganzen Struktur. Die Leistungsfähigkeit ist das Resultat dieses Zusammenwirkens.

Die Aussage, Synergetics wäre nicht möglich gewesen ohne eine Kritik der Grundlagen der Geometrie, trifft ebenso zu, wie der Satz, Synergetics wäre nicht möglich gewesen ohne eine Revision der Knotenverbindungen. Aus dem frühen, inneren Kampf Fullers um das Konstruktionsprinzip seines Hauses – Kragkonstruktion versus Hängekonstruktion – geht letztere als Sieger hervor, weil eine Mastkonstruktion am effizientesten durch eine mindestens dreiteilige und ein Tetraeder bildende, Abspannung stabilisiert wird.

Die Zuelemente, Seile, Kabel, Bänder, werden jedoch nicht starr verbunden, sondern durch Schlingen, Haken und Ösen usw. oder eben verknotet bzw. vertäut. Fuller hat keinen Zweifel daran gelassen, dass seine Inspirationsquellen nicht Hausbau und Architektur, sondern Schiffsbau und Navigation waren.⁹⁸ Zeitlebens hat er diesbezüglich Wissensarchäologie betrieben, die sich beständig aus seinen Reisen, Freundschaften und Kontakten anreicherte, und deren Früchte fast über sein ganzes publizistisches Werk verstreut sind. Dem bedeutenden mentalen Unterschied zwischen einer Land- und einer Seeorientierung hat er den Essay „Fluid Geography“ gewidmet,⁹⁹ geschrieben 1944, jenem Jahr, in dem auch die erste Abhandlung zur energetischen Geometrie entsteht. In beiden Schriften geht es um eine geometrische Konfiguration, der Fuller eine Schlüsselrolle sowohl für Synergetics als auch für das Design beimisst.

Zunächst verwendete Fuller diese Konfiguration – es handelte sich um keinen platonischen Körper, sondern um einen seit Archimedes bekannten halb regelmäßiger Polyeder aus sechs Quadraten und acht Dreiecken, d. h., um einen Vierzehn-

97 „One of the characteristics of the completed Framework is that it is virtually self-locking. Once properly assembled [...] it will not come apart except by more or less uniform expansion of all its parts.“ Fuller: „Geodesic Dome Patent“ (Anm. 96), S. 135 f.

98 R[ichard] Buckminster Fuller: „Influences on my work“, in: ders.: *Ideas and Integrities* (Anm. 13), S. 7–37; dt. Übers. in Krausse/Lichtenstein: *Your Private Sky, Diskurs* (Anm. 4), S. 50–66, Kommentar S. 48 f.

99 R[ichard] Buckminster Fuller: „Fluid Geography“ (1944), in: Krausse/Lichtenstein: *Your Private Sky, Discourse* (Anm. 4), S. 127–139. Ders.: „Flüssige Geographie“, in: Krausse/Lichtenstein: *Your Private Sky, Diskurs* (Anm. 4), S. 127–139. Dasselbe Thema, jedoch vom Standpunkt eines „Festlandtheoretikers“ auf der anderen Seite der Front, behandelt Carl Schmitt: *Land und Meer. Eine weltgeschichtliche Betrachtung* (1942), Köln: Hohenheim Verlag Edition Maschke ³1981. Die Texte verhalten sich zueinander wie Komplementäre.

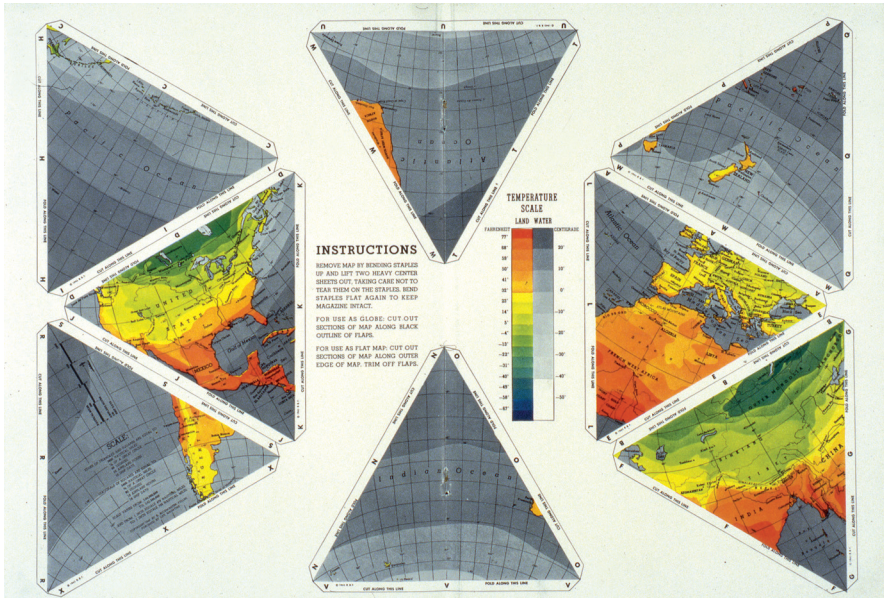


Abb. 26 a: Fuller: Dymaxion World Map, Ausschneidebögen, 1943

flächner bzw. Kuboktaeder – für den Entwurf einer Weltkarte, die *Dymaxion World Map* (1943).¹⁰⁰ (Abb. 26 a–b, 27) Diese ist so konzipiert, dass sie dreierlei Gestalt annehmen kann: erstens als ebene Karte, zweitens als aus der Karte gefalteter Globus, drittens als ein Legespiel, in dem die 14 ausgeschnittenen Flächen verschieden kombiniert, d. h. ‚ausgelegt‘ werden können. Die Layouts verhelfen zu unterschiedlichen Interpretationen, die man der Meisterung des Globalen abgewinnen kann.¹⁰¹ Auch hier findet sich keine definitive, starre Lösung, sondern ein Baukasten für diverse globale ‚Gebäude‘. Die performative Dimension ist unverzichtbarer Bestandteil des Entwurfs, und sie verlangt ein wahlweises Verbinden und Trennen der Glieder. In seinem Entwurfsdenken ist Fuller der Wissenschaft zwar stärker verbunden als jeder andere Designer des 20. Jahrhunderts, aber in seinem erfinderischen Geist einem Dadaisten wie Hugo Ball näher, der im ersten dadaistischen Manifest den Sachverhalt so auf den Punkt gebracht hat: „Auf die Verbindung kommt es an, und dass sie vorher ein bisschen unterbrochen wird.“¹⁰²

100 Vgl. das gleichnamige Kapitel in Krause/Lichtenstein: *Your Private Sky, Design Science* (Anm. 2), S. 250–275.

101 Joachim Krause: „Zum Bauen von Weltbildern. R. Buckminster Fullers Dymaxion Weltkarte“, in: Christian Reder (Hg.): *Kartographisches Denken*, Wien/New York, NY: Springer 2012, S. 56–78.

102 Hugo Ball: „Eröffnungsmanifest. 1. Dada-Abend Zürich, 14. Juli 1916“, in: Wolfgang Asholt/Walter Fähnders (Hg.): *Manifeste und Proklamationen der europäischen Avantgarde (1909–1938)*, Stuttgart: J. B. Metzler 1995, S. 121.

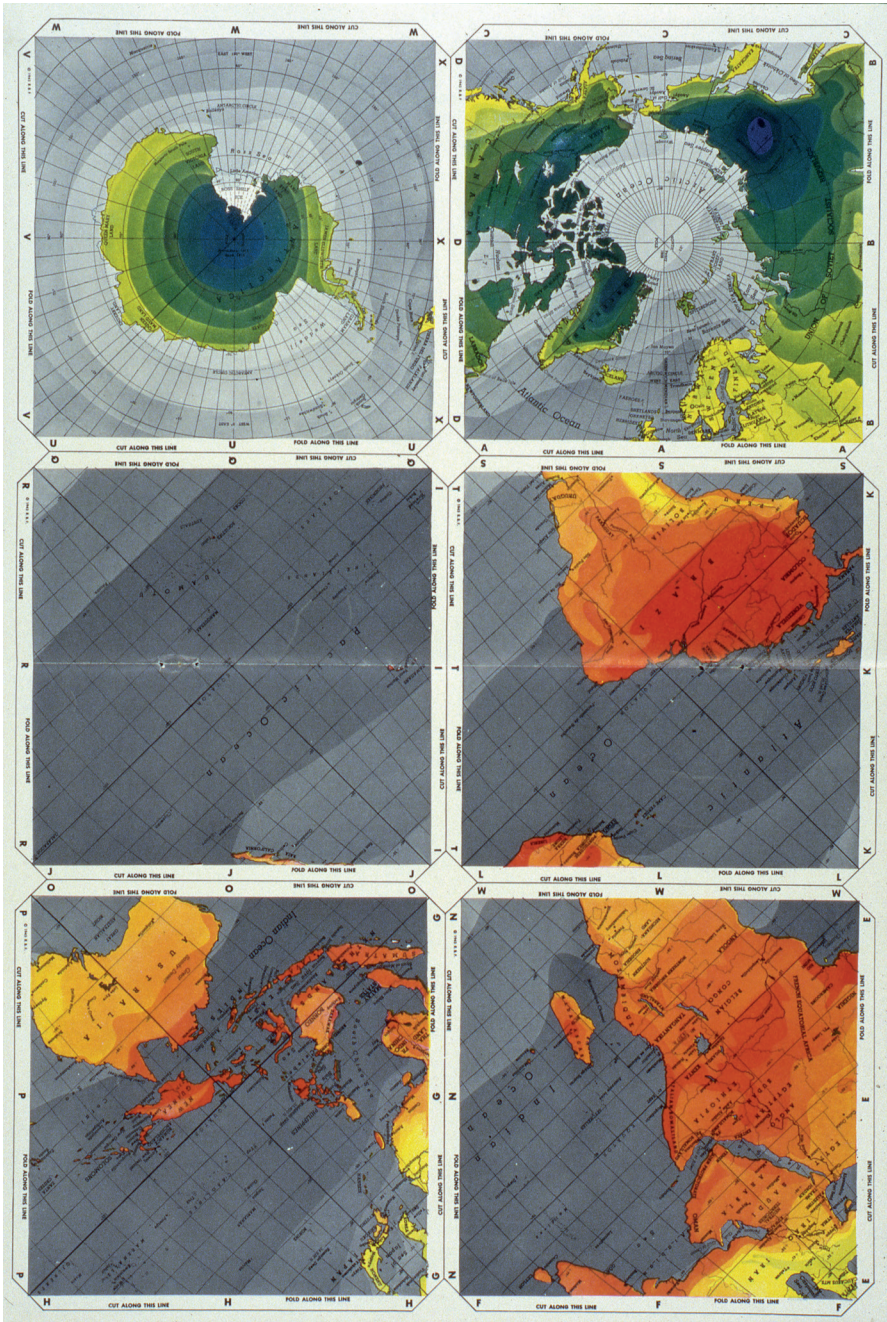


Abb. 26 b: Fuller: Dymaxion World Map, Ausschneidebögen, 1943

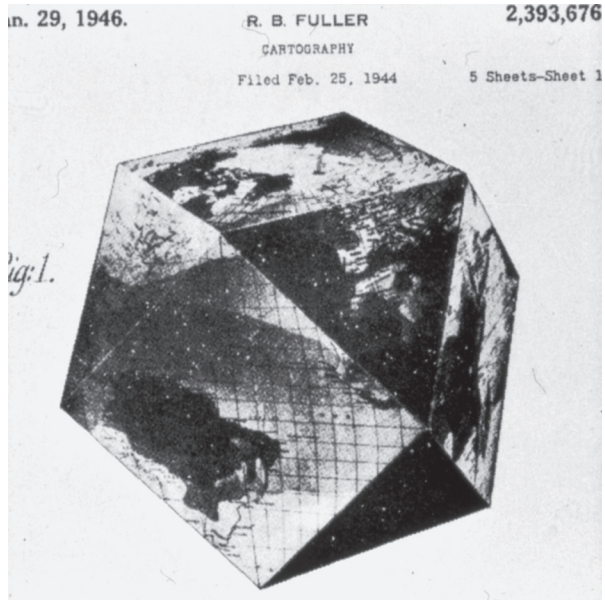


Abb. 27: Fuller:
Dymaxion World Map
zum Globus gefaltet,
Patentschrift 1944/46

Das Register des Buches *Synergetics* am Ende des zweiten Bandes umfasst neunzig Seiten bzw. hundertachtzig Spalten. Fullers *collaborator* Edgar J. Applewhite recherchierte es mit großer Sorgfalt, so dass der Inhalt des Werks trotz seiner komplizierten Struktur mustergültig erschlossen ist.¹⁰³ Wer nun jedoch, wie anfänglich auch der Autor dieser Zeilen, hofft, einem Eintrag und eine dementsprechende Passage zu Fullers Begriff *flexible joints* zu finden, wird enttäuscht. *Flexible joints*, flexible Knotenverbindungen, ein ursprünglich aus der Kritik des vorherrschenden Hausbaus entwickelter Begriff, der die Theorie und Praxis des Fügens wie beschrieben auf eine ganz neue Grundlage stellen konnte, wird im Zusammenhang mit der Synergie nicht explizit genannt. Er ist jedoch nicht etwa fallengelassen worden, sondern als Voraussetzung von Fullers geometrischer Modellierung gewissermaßen allgegenwärtig und zentral, wie die *necklace* Performance zeigt, die selbstverständlich in *Synergetics* Platz gefunden hat.¹⁰⁴

103 „Index“ (zu *Synergetics* Bd. 1 und 2) in: Fuller: *Synergetics 2* (Anm. 1), S. 503–592. Vgl. E[dgarr] J[arratt] Applewhite: „Explizit: A Note to the Reader“, in: ebd., S. xv–xvi, hier S. xv f. Applewhite verdanken wir darüber hinaus eine Veröffentlichung seiner Exzerpte aus Fullers Papieren, Vortragsmitschriften und Veröffentlichungen nach 1944, ein Faksimiledruck seines Zettelkastens nach Stichworten alphabetisch geordnet: R[ichard] Buckminster Fuller: *Synergetics Dictionary. The Mind of Buckminster Fuller*, hg. von E[dgarr] J[arratt] Applewhite, 4 Bde., New York, NY/ London: Garland 1986.

104 Fuller: „Instability of Polyhedra from Polygons of More Than Three Sides“, in: ders.: *Synergetics* (Anm. 1), 609.00, S. 319. Ders.: „Stability: Necklace“, in: ebd., 608.01–608.010, S. 317 f.

Weil durch die *flexible joints* aber nicht nur die Bauteile in Fullers Konstruktionen und geometrischen Modellen verbunden werden, sondern in unserem Untersuchungszusammenhang auch die empirische Praxis mit der Theoriebildung, erscheint es hilfreich, diese Spur der Laboratoriumsarbeit auch dort zu sichern, wo das Konzept in *Synergetics* nur implizit und nur dem Ergebnis nach enthalten ist.¹⁰⁵ Explizit macht Fuller sein Konzept der *flexible joints* als Entwurfsmaxime nach Vollendung seines *Dymaxion House* Modells – der Entwurf macht zwischen 1928 und 1932 signifikante Wandlungen durch – in der von ihm redigierten Zeitschrift *Shelter*. Seinem dort veröffentlichten Essay „Universal Architecture“ fügt er ganzseitige Bildtableaus bei, mit vorbildlichen Konstruktionen der Zeit: Hängebrücke, Artistengerüst, Leitungsmast, Schiffstakelage, Radiosendemast, Schiffs- und Flugzeugkonstruktionen. Die Bildlegende beginnt mit den für wichtig erachteten Designprinzipien, im Telegrammstil von Fuller so festgehalten: „Doing the most with the least – segregated compression and tension members, flexible joints, stabilized force triangles – net scientific structure in time annihilating transportation, communication, and power harnessing [...] Note large compression struts, flexible joints and tension diagonals of ephemeral weight.“¹⁰⁶

Dass es diese Designdisziplinen sind, die Fuller im Auge behält, um sie weiter zu untersuchen, dokumentieren einige Passagen in dem schon öfter zitierten Buch *Nine Chains to the Moon* von 1938. Die Motive dieser frühen Publikation liefert noch immer einen Schlüssel zum Verständnis seines Gesamtwerks im Allgemeinen und von *Synergetics* im Besonderen. Da das Werk den Versuch unternimmt, das moderne wissenschaftliche Weltbild – vor allem die selbst Einstein verstörende, 1929 von Edwin Hubble (1889–1953) am Mount Wilson Observatory bestätigte neue Kosmologie eines expandierenden Universums – mit dem Alltagsdenken und -handeln seiner Zeitgenossen zu konfrontieren, konnte *Nine Chains to the Moon* nur eine literarische Form annehmen. Denn auf Satire und polemische Zuspitzung wollte Fuller nicht verzichten. Das Wohnhaus und der Hausbau ist das Medium, das zwischen Kosmos und Alltag der Individuen steht, und es soll als Verkörperung des Denkens wie auch der Gewohnheiten verstanden und als Medio-Kosmos in Einklang mit den Erkenntnissen gebracht werden, die die moderne Wissenschaft im größten wie im kleinsten Maßstab gefunden hat.

105 In *Synergetics* werden Fullers Aufzeichnungen und Textdokumente ab 1944 berücksichtigt, vor allem aber die späteren Ausführungen zur Geometrie in Vortragschriften und Manuskripten der 1960er und 70er Jahre. Zur Entstehung des Buches E[dgar] J[arrett] Applewhite: *Cosmic Fishing. An account of writing Synergetics with Buckminster Fuller*, New York, NY: Macmillan 1977, S. XIV f.; 21–22.

106 „Das Meiste machen mit dem Wenigsten – Segregierte Druck- und Zugglieder, flexible Verbindungen, stabilisierte Kräftedreiecke – rein wissenschaftliche Struktur in zeitsparendem Transport, rascher Kommunikation und Ausnutzung der Energie [...] Beachte die großen Kompressionsglieder, die flexiblen Knotenverbindungen und die Zugspannungsdiagonalen von ephemeren Gewicht.“ Übers. d. Autors. R[ichard] Buckminster Fuller: „Universal Architecture. Essay 3. Industrial Emancipation Conditions“, in: *Shelter* 2 (1932) 4, S. 30–36, hier S. 36; Auszüge als Faksimile-Nachdruck in Krausse/Lichtenstein: *Your Private Sky, Design Science* (Anm. 2), S. 165–167.

Fullers Baustelle ist der Ort, an dem der Neubau des Firmaments erprobt wird. Dieses Firmament jedoch kennt keine Fixsterne mehr. Selbst die Stütze – das lateinische *firmamentum* bedeutet ja ursprünglich Stütze – wird in eine Hängekonstruktion, eine *Tension Integrity*, verwandelt.¹⁰⁷ Aber so, wie sich im Bedeutungswandel von *firmamentum* eine Verschiebung vom eigentlichen Stützelement hin zum Stütz- und Angelpunkt vollzieht, was die Übertragung auf die argumentative Rede erlaubt, wo *firmamentum* dann den Stützpunkt einer Beweisführung meint, so wendet sich Fuller den Verbindungen, den Dreh- und Angelpunkten in den Konstruktionen zu, um damit eine Neuordnung im Verhältnis von Druck und Zug, von Lage und Dimensionierung der Konstruktionsglieder zu finden. Und nebenbei werden wir daran erinnert, dass alle *joints* und *bonds* und alle *connectors* und *nodes*, also alle Verbindungen, zugdominante Komplexe – Ereigniskomplexe würde Fuller sagen – sind, die ursprünglich aus Fasermaterial und Textilien bestehen, ehe sie in Holz und Metall transformiert werden, was mit der Einschränkung der Freiheitsgrade einhergeht.

Es ist das Charakteristische der Zugelemente und der Verbindungen im buchstäblichen Sinne, ephemere im Verhältnis zu den Druckgliedern zu sein. Das bedeutet einerseits, dass sie die Tendenz zur Entkörperlichung darstellen – ihre *slenderness ratio* und ihr Leistungsgewicht bringen sie in die Nähe der Unsichtbarkeit, wie Spinnennetzfäden demonstrieren. Es ist nur eine Frage des Abstands, und zwar räumlich wie zeitlich, ob sie überhaupt wahrgenommen werden. Darauf hat, gänzlich analog zu und unabhängig von Fuller, der britische Zoologe D'Arcy Went-

107 „Tension Integrity“ wird von Fuller zu „Tensegrity“ zusammengezogen und als Begriff für diese Klasse von Konstruktionen erstmals 1985 in das *Oxford English Dictionary* (Supplement, Bd. 4) aufgenommen. Das Prinzip erläutert Fuller in seiner Patentschrift: „Das Wesentliche meiner Erfindung besteht in der Entdeckung, wie man in einer Struktur fortschreitend den Aspekt der Kompression reduzieren kann, so dass die Struktur – und zwar in höherem Maße als bisher für möglich gehalten – überall den Aspekt kontinuierlicher Zugspannung erhält und ihr die Kompression derart unterworfen wird, daß die Kompressionselemente kleine Inseln in einem Meer von Zugspannung werden. Damit wird die Schlankheit, Leichtigkeit und Stärke von Hängebrückenkabeln in einen Bereich gebracht, der bisher durch das auf Kompression von Säulen oder Masten beruhende Konzept des Bauens dominiert war. Die Hängebrücke ist im Wesentlichen eine zugbeanspruchte Konstruktion durch den Gebrauch der Kabel, die zwischen den Türmen, den Kompressionselementen, aufgespannt der Kurve der Kettenlinie folgen. Meine Erfindung ähnelt dem Herausnehmen von etwas Kompression aus den druckbeanspruchten ‚Türmen‘, d. h. den Säulen, Mauern und Dächern von Gebäuden, oder sogar dem Herausnehmen von Kompression aus einer einzelnen Säule, einem einzelnen Mast durch die Kreation einer Struktur, die diskontinuierliche Kompression und kontinuierliche Zugspannung besitzt, und in der die Inseln der Kompression in dem Mast hinsichtlich Größe und Gewicht fortschreitend reduziert werden.“ Richard Buckminster Fuller: „Tensile Integrity Structures“, U.S. Patent 3.063.521, vorgelegt am 31. August, 1959, patentiert am 13. November 1962, in: Fuller: *Inventions* (Anm. 61), S. 180. Zum kosmologischen Bezug von Tensegrity ebd., S. 179. Vgl. „The Universe is a tensegrity.“ R[ichard] Buckminster Fuller: „World Design Initiative“, in: ders.: *Inventory of World Resources. Human Trends and Needs, World Science Decade 1965–1975. Phase I (1964), Document 2: The Design Initiative*, Carbondale, IL: Southern Illinois University 1963, S. 1–103, hier S. 29. Diese Vortragsschrift der *Mexico Lecture* am 10. Oktober 1963 dokumentiert am besten die Einheit, die Bauen und Denken im Werk Fullers bilden, und ist eine der wichtigsten Quellen für Synergetics.

worth Thompson (1860–1940), der Mathematik und Biologie erfolgreich zusammenführte, in seinem berühmten Buch *On Growth and Form* hingewiesen.¹⁰⁸

Übereinstimmend mit Fullers Grundsätzen spricht Thompson von der Aufgabe des Ingenieurs, „soweit als möglich die Druck- von den Zugspannungslinien zu trennen, damit verschiedene Konstruktionsmethoden oder selbst verschiedenes Material für beide benützt werden können.“ Eine Hängebrücke, so Thompson weiter, funktioniere wie ein Tierskelett:

Sehr ähnlich verhält es sich bei jener wunderbaren Anordnung der Streben und Verbindungen, die das Tierskelett bilden oder vervollständigen. Das ‚Skelett‘ wie wir es in einem Museum betrachten können, gibt nur ein armseliges, ja irreführendes Bild der mechanischen Leistung. Im Blickfeld des Ingenieurs ist es eine Figur, die zwar alle Drucklinien, aber keineswegs alle Zuglinien der Konstruktion zeigt; es weist alle Streben, aber wenige der Verbindungen auf – man kann vielleicht sogar sagen: keine der wichtigsten; es zerfällt [... Man könnte es] zusammenklammern und unbeweglich machen. Im Leben ist jedoch dieses aus Streben bestehende Gefüge von einem komplizierten Verbindungssystem umgeben und durchflochten [...] Bänder und Häute, Muskeln und Sehnen verlaufen zwischen den einzelnen Knochen, und die Schönheit und Kraft der mechanischen Konstruktion liegen nicht im einen oder anderen Teil, sondern in der harmonischen Verkettung, die alle Teile, ob sie weich oder hart, starr oder beweglich, Träger von Zug oder Druck sind, zu einem Ganzen machen.¹⁰⁹

Obwohl D’Arcy Thompson den Synergie-Begriff nirgendwo verwendet, dürften seine Auffassungen vom Organismus denen Fullers vom Bau sehr verwandt sein. Um 1948, als Fuller seine Geometrie noch nicht „synergetisch“ nannte, schwankte er übrigens zwischen „energetisch“ und „bio-energetisch“, denn das Attribut sollte für die unbelebte Natur genauso gelten wie für die belebte.¹¹⁰ In der Lektüre der folgenden Passage wird sich Fuller darin bestätigt gesehen haben, sein Projekt der Synergetics weiter voranzutreiben. Thompson schrieb:

Der Biologe sowohl wie der Philosoph kommen zur Erkenntnis, daß das Ganze nicht nur die Summe seiner Teile ist. Es ist zugleich viel mehr als das, denn es ist nicht einfach ein Bündel von Teilen, sondern ein System von Teilen – von Teilen, die durch ihre gegenseitige Anordnung so ineinander passen, daß sie zu einem (nach Aristoteles) ‚einzig und unteilbaren Prinzip der Einheit‘ werden. Hier handelt es sich nicht

108 D’Arcy Wentworth Thompson: *On Growth and Form* (1917), 2. vollst. überarb. Ausgabe, Cambridge: Cambridge University Press 1942. Die Wirkung dieses Buches auf Architekten, Designer und Ingenieure ist noch immer ein Desiderat der Forschung. Fuller scheint das Buch spätestens 1948 benutzt zu haben, obwohl er sein Privatexemplar erst 1952 von seiner Frau Anne und der Tochter Allegra geschenkt bekam. Vgl. Joachim Krausse/Claude Lichtenstein: „Earthwalking – Skyriding“, in: dies.: *Your Private Sky, Diskurs* (Anm. 4), S. 7–45, hier S. 45. Es spricht manches dafür, dass die Rezeption in Kunst, Architektur, Design erst mit der 2. Ausgabe von 1942 beginnt.

109 Thompson: *On Growth and Form* (Anm. 108), hier S. 969 f.; zit. nach: D’Arcy Wentwood Thompson: *Über Wachstum und Form*, in gekürzter Fassung neu hg. v. John Tyler Bonner, übers. Ella M. Fountain/Magdarena Neff, m. e. Geleitwort von Adolf Portmann, Basel/Stuttgart: Birkhäuser 1973, S. 276 f.

110 Krausse/Lichtenstein: „Earthwalking – Skyriding“, in: dies.: *Your Private Sky, Diskurs* (Anm. 4), S. 7–45, S. 37

nur um einen rein metaphysischen Begriff, sondern um die fundamentale Wahrheit in der Biologie [...].¹¹¹

Was die regelmäßigen Polygone (Vielecke) für die konventionelle Geometrie der Ebene sind, das sind die regelmäßigen Polyeder (Vielflächner) für die konventionelle Geometrie des Raumes. Diese Polytope, so der Sammelbegriff, sind ein wesentlicher Gegenstand der Geometrie.¹¹² Gegenüber allen anderen Polygonen zeichnen sich die regelmäßigen dadurch aus, dass ihre Eckpunkte auf einem sie umschließenden Kreis liegen, wobei die enthaltenen Dreiecke – und hier sind es alle, auch die unregelmäßigen, den Kreis hinreichend definieren. Was für die Polygone der umschließende Kreis, ist für die Polyeder die umschreibende Sphäre: Die Eckpunkte sowohl der regelmäßigen, als auch der halbregelmäßigen Polyeder liegen auf der sie umschreibenden Sphäre. Wie die Polyeder den Kreis so teilen die Polyeder die Kugeloberfläche. Bei den von Platon im *Timaios* beschriebenen fünf Vielfächnern handelt es sich um die regelmäßigen Polyeder: Tetraeder, Oktaeder, Hexaeder (Kubus), Ikosaeder, Dodekaeder.¹¹³

In der antiken Elementarlehre¹¹⁴ wird der Versuch unternommen, die in der Vierheit von Feuer, Luft, Wasser und Erde zusammengefassten Grundstoffe oder -kräfte mit den regelmäßigen Polyedern zu identifizieren und damit zu formalisieren. In diesem Versuch einer doppelten Codierung der Elemente tauchen drei Schwierigkeiten auf: 1. die Zuordnung der Formen zu den Elementarstoffen bzw. -kräften (eigentlich ist sich Platon nur bei Zweien sicher: Feuer = Tetraeder, Erde = Kubus), 2. es sind nur vier Elemente, aber 5 geometrische Figuren, 3. von den Elementen wird angenommen, sie befänden sich im Kreislauf des Werdens in ständiger Verwandlung und Auflösung ineinander,¹¹⁵ so dass an die geometrischen Körper dieselbe Anforderung gestellt wird. Die erste Schwierigkeit wird durch Analogieschlüsse bzw. freie Assoziationen überwunden.¹¹⁶ Die zweite wird gelöst, indem der fünfte geometrische Körper, das nur aus Fünfecken gebildete Dodekaeder, dem „Weltganzen“ zugeordnet wird. Auf die dritte Schwierigkeit antwortet Plato, indem er eine erstaunlich moderne Theorie einführt, nämlich ein Modul zu suchen, ein gleichseitiges Dreieck, das allen restlichen vier Polyedern gemeinsam ist, womit sie sich ineinander auflösen lassen. Immerhin gelingt dies bei dreien: dem Tetraeder, Oktaeder und dem Ikosaeder, die alle aus gleichseitigen Dreiecken

111 Thompson: *Über Wachstum und Form* (Anm. 109), S. 320.

112 H[arold] S[cott] M[acDonald] Coxeter: *Regular Polytopes* (1948), New York, NY: Dover Publications³1973.

113 Platon: „Timaios“ (Anm. 60), 54–55, S. 176–178.

114 Vgl. Gernot Böhme/Hartmut Böhme: *Feuer, Wasser, Erde, Luft. Eine Kulturgeschichte der Elemente*, München: C.H. Beck 1996, S. 93 f.

115 Platon: „Timaios“ (Anm. 60), 49 a–e, S. 171.

116 Für unseren Zusammenhang besonders aufschlussreich: „Der Erde wollen wir die Würfelgestalt zuweisen, denn die Erde ist von den vier Gattungen die unbeweglichste und unter den Körpern die bildsamste; dazu muß aber notwendigerweise derjenige werden, welche die festesten Grundflächen hat.“ Platon: „Timaios“ (Anm. 60), 55 d–e, S. 177.

bestehen. Für den Kubus aber muss eine Sonderlösung gefunden werden, die nicht auf dem gleichseitigen, sondern auf dem gleichschenkligen Dreieck aufbaut.¹¹⁷

Bei der Suche nach der Verwandbarkeit der Polyeder kommt Fuller 1948, nach zweieinhalbtausend Jahren, einen entscheidenden Schritt weiter. Die von ihm entdeckte Transformation benannte er nach einem 1940 populären Tanz, den *Jitterbug*. An dieser Stelle kann die Jitterbug-Transformation nur kurz skizziert werden.¹¹⁸ Der Einfachheit halber folgt die Beschreibung der unzählige Male von Fuller selbst vorgeführten Demonstration. Ähnlich wie bei der Halsketten-Performance benutzte Fuller gleichlange Stäbe, hier sind es 24, die durch *flexible joints* miteinander verbunden sind, in diesem Fall kleine Gummischläuche, die über die Stabenden gestülpt sind. Wie in der Halsketten-Performance wird in der Jitterbug-Performance mit einem bekannten komplexeren Gebilde begonnen, auf dem einige Glieder herausgenommen werden. Fuller startet mit dem Ikosaeder (12 Scheitelpunkte, 20 Flächen und 30 Linien bzw. Kanten, nach Eulers topologischer Formel gilt für die Polyeder $P+F = L+2$). Von den 30 Kanten werden 6 herausgenommen. Es entsteht eine Figur, die auch 12 Scheitelpunkte besitzt, aber nur 14 Flächen und eben 24 Kanten. Dieser Vierzehnfächner, der uns schon von der *Dymaxion World Map* vertraut ist, zeigt acht Dreiecke und sechs Quadrate, ist also kein platonischer, sondern ein halbregelmäßiger archimedischer Körper namens Kuboktaeder.

Er ist Fullers ‚Stein der Weisen‘ – wiewohl kein Stein und auch kein *building block*, sondern ein *tertium comparationis* für die regelmäßigen Polyeder. Was ihn auszeichnet, enthüllt sich erst, wenn seine zwölf Eckpunkte mit dem Zentrum verbunden werden. Dann zeigt sich, dass diese zwölf radialen Verbindungen den peripheren Verbindungen der Kanten gleich sind. Diese Eigenschaft des Kuboktaeders deutet Fuller als ein Gleichgewicht von Vektoren und nennt es *vector equilibrium* (VE). Die geometrische Konstruktion ist Gegenstand des ersten Geometriepapiers von 1944.¹¹⁹ Ein großer Teil von *Synergetics* widmet sich der Untersuchung des VE, weil es im Unterschied zu den anderen Polyedern die Eigenschaft besitzt, symmetrisch und nach allen Seiten *omnidirectional* wachsen zu können. Es eignet sich als vierdimensionale Matrix für alle Prozesse der Wellenmechanik und der Strahlung und wird daher als isotrope Vektormatrix bezeichnet.¹²⁰ In *Synergetics* tritt diese Iso-Matrix an die Stelle des von Fuller als unzureichend erachteten konventionellen x,y,z-Koordinatensystems. (Abb. 28, 29)

117 Vgl. ebd., 53 d–54 d, S. 175 f.

118 Fuller: *Synergetics* (Anm. 1), 460. 011–465.30, S. 190–206. Eine leicht fassliche Beschreibung der Jitterbug-Transformation gibt Amy C. Edmondson: *A Fuller Explanation. The Synergetic Geometry of R. Buckminster Fuller*, New York, NY: VanNestrand Reinhold 1992, S. 156 f. Über die verschiedenen Aspekte des Jitterbug siehe Krausse/Lichtenstein: *Earthwalking – Skyriding*, in: dies.: *Your Private Sky, Diskurs* (Anm. 4), S. 24–33 („Fünf Arten, den Jitterbug zu tanzen“).

119 Fuller: „Dymaxion Comprehensive System“ (Anm. 4). Der Name Kuboktaeder leitet sich von den Flächen ab, die den Kubus begrenzen – sechs Quadrate – und vom Oktaeder, das aus acht Dreiecken gebildet ist.

120 Fuller: *Synergetics* (Anm. 1), 420.01–420.07, S. 135–140. Vgl. Edmondson: *A Fuller Explanation* (Anm. 118), S. 82–93.

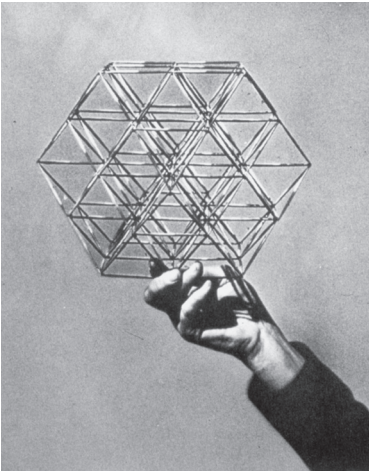


Abb. 28: Fuller: Isotrope Vektormatrix (Modell)

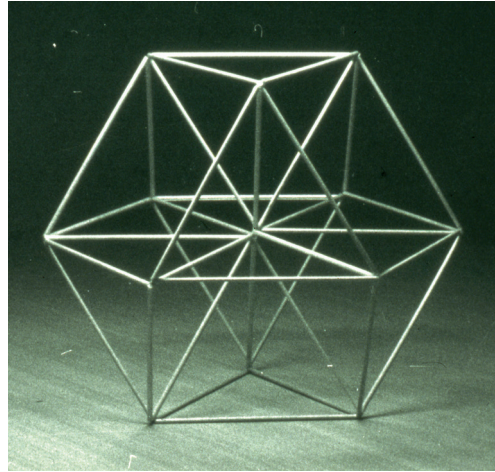


Abb. 29: Fuller: Kuboktaeder als *vector equilibrium* (Modell)

Wenn man das Modell des VE mit den radialen Streben betrachtet, (Abb. 29) so sind hier dieselben alternierenden Raumzellen aus Tetraedern und Oktaederhälften (Pyramiden) erkennbar wie in der Konstruktion des Kranarmes, nur dass sie hier nicht linear, sondern konzentrisch angeordnet sind. Das VE fungiert also wie eine Umsteigestation zwischen zwei gänzlich verschiedenen räumlichen bzw. raumzeitlichen Ordnungen, hergestellt aus denselben geometrischen bzw. strukturalen Modulen. Als Struktur hat das VE dieselbe Rigidität wie die *synergetic building construction* des *octet truss*. Aber ohne die radialen Verbindungen ist das Kuboktaeder mit den *flexible joints* jedoch so labil wie ein dementsprechend verbundener Kubus. Diese Eigenschaft erlaubt es, in die Jitterbug-Transformation einzutreten. Aufgestellt als Modell ist es wichtig, dass die Grundfläche nicht ein Quadrat, sondern ein Dreieck ist.¹²¹ Ein gegensinniges Dreieck befindet sich dann an der Spitze. Nun genügt ein sanfter Druck auf dieses, um die ganze Konfiguration in einen Transformationsprozess zu bringen, in dessen Verlauf sie sich zusammenzieht: das Kuboktaeder verwandelt sich zunächst in ein Ikosaeder, dann in ein Oktaeder, dann in ein Tetraeder und schließlich in ein achtfach zusammengelegtes Dreieck. (Abb. 30 a–b) Theoretisch kann der Prozess durch diese Dreiecksphase hindurch in den ‚negativen‘ Bereich hinein fortgesetzt werden oder durchschwingen, wobei sich die Konfiguration ge-

¹²¹ Es ist psychologisch aufschlussreich, dass kontinentaleuropäische Geometer und Designer die Tendenz haben, das Kuboktaeder auf eine der Quadratflächen zu stellen, wobei man gut erkennt, dass es auch aus einem Würfel mit gekappten Ecken hervorgehen kann, allerdings verfehlt man so den Eingang zum Jitterbug.

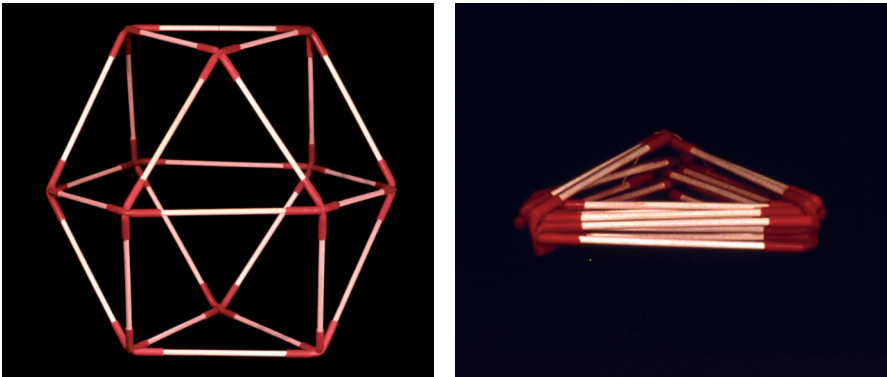


Abb. 30 a–b: Fuller: Jitterbug-Modell, um 1948

gensinnig ‚spiegelbildlich‘ wieder entfaltet und über Tetra-, Okta- und Ikosaeder zum finalen Kuboktaeder wird.

Im mechanischen Modell ist das Ganze ein Faltpapier, bei dem sich die Kanten der sechs Quadrate paarweise zusammenlegen, so dass im Oktaeder bereits alle Kanten verdoppelt, im Tetraeder vervierfacht sind. Die sechs ursprünglichen Quadrate erweisen sich in der Transformation als temporäre Öffnungen, die sich kontinuierlich verformen und schließen, während die Dreiecke während des ganzen Transformationsprozesses ihre *pattern integrity* bewahren, *quod erat demonstrandum*. Bezogen auf die platonischen Körper kann gesagt werden, dass Fuller etwas vollendet, von dem Platon und die Pythagoräer geträumt haben: die geometrische Metamorphose der Polyeder analog der Elemente zu demonstrieren. Allerdings hebt die Jitterbug-Transformation den Begriff des Körpers (*solid*) in dem der Phasenübergänge (*phase transitions*) auf und trägt damit den Aggregatzuständen der Materie – fest, flüssig, gasförmig – Rechnung. Das Kuboktaeder alias *vector equilibrium* erscheint durch die Jitterbug-Transformation wie ein den Alten noch fehlender Schlussstein im Weltengebäude. Tatsächlich aber transferieren VE und Jitterbug das System der Platonischen Körper in eine Welt atomarer und molekularer Architekturen, in der Wellenmechanik und Quantenphänomene herrschen.

Dieser Aspekt von Synergetics tritt deutlicher zutage, wenn die Polyeder nicht von ihren Flächen ausgehend erzeugt werden, sondern durch eine Methode, die auf Johannes Kepler zurückgehend von einigen Chemikern, u. a. Linus Pauling, verwendet wurde und die Fuller 1947/48 zu einer Grundlage von Synergetics macht: das Packen von Kugeln. Mit Kugelpackungen lassen sich die geometrischen Elementarformen erzeugen, wobei die geometrischen Figuren das Resultat der Linienverbindungen der Kugelmittelpunkte sind.¹²² Aus zwei benachbarten Kugeln er-

¹²² Fuller: *Synergetics* (Anm. 1), 420.01–420.07, S. 135–140. Vgl. Edmondson: „Chapter 7: Vector Equilibrium“, in: dies: *A Fuller Explanation* (Anm. 118), S. 82–93.

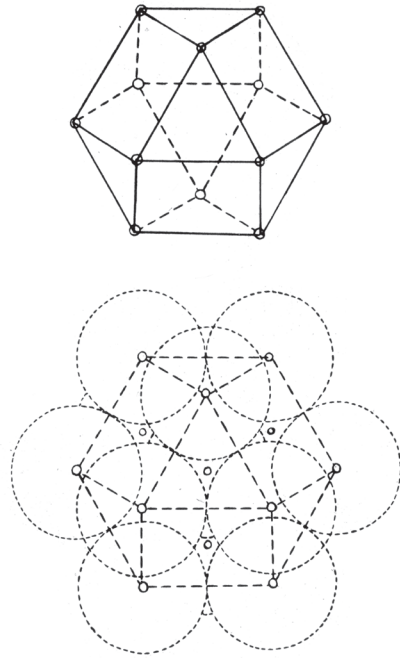


Abb. 31 a: Fuller: Kuboktaeder, abgeleitet aus der Kugelpackung (twelve around one)

gibt sich auf diese Weise ein Linienelement, aus drei Kugeln ein gleichseitiges Dreieck. Wird in die Lücke in der Mitte eine weitere Kugel gesenkt, so erhält man ein reguläres Tetraeder usw. Bei Polygonen wie bei Polyedern gibt es nun solche ohne Kern (Dreieck, Tetraeder) und welche mit einem Kern. Das erste Polygon mit einem Kern ist das Sechseck: Hier umringen sechs Kugeln eine in der Mitte (*six around one*). Genauso verhält es sich mit dem entsprechenden Polyeder: Hier schließen zwölf Kugeln einen Kern oder Nukleus ein. Die Verbindungen der Kugelmittelpunkte ergibt das kuboktaedrische VE (*twelve around one*). Diese zwölf sind die erste Schale, die sich um den Nukleus legt, eine zweite und dritte etc. reproduziert immer die Form des Kuboktaeders, dies zeigt das symmetrische Wachstum nach allen Seiten, dass sich mit den Packungsschalen in diskreten Einheiten oder „Sprüngen“ vollzieht.¹²³ (Abb. 31 a–b)

Rückblickend ist für die Platonischen Körper festzustellen, dass keiner von ihnen einen Kern besitzt, und dass mit dem VE die erste Nuklearstruktur eingeführt und zu ihnen in Beziehung gesetzt wird. Die Jitterbug-Transformation kann

123 „Diese umhüllenden Schichten von Kugeln bilden finite Systeme, und zusammen mit den Schichten, die sie einschließen und schließlich der einzelnen Zentralkugel oder dem Nukleus, bilden sie ein konzentrisches, finites System.“ R[ichard] Buckminster Fuller: „Energetische Geometrie“ (1946), in: Krausse/Lichtenstein: *Your Private Sky, Diskurs* (Anm. 4), S. 182–183.

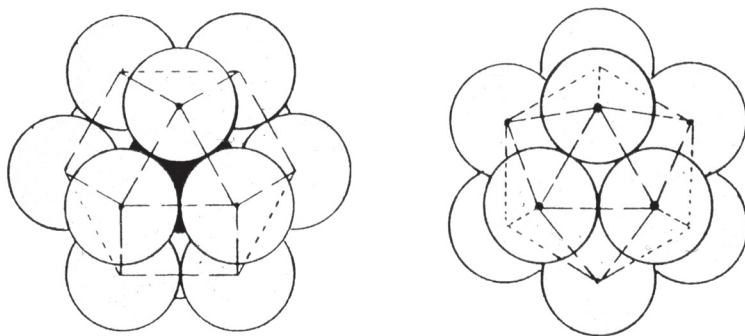


Abb. 31 b: Fuller: Kuboktaeder aus der Kugelpackung (twelve around one) abgeleitet

nämlich, wenigstens theoretisch, auch in der Modellierung durch Kugelpackungen durchgeführt werden. So gelingt es Fuller, den im orthodoxen Geometrieverständnis der Kristallographen relativ rätselhaften Phasenübergang vom Kuboktaeder/VE zum Ikosaeder dadurch zu demonstrieren, dass die zentrale Kugel des VE-Nukleus entfernt wird und das Herausnehmen des einen Quantums dazu führt, dass die Form umspringt und aus dem Kuboktaeder ein Ikosaeder wird. Wegen dieses geometrischen Quanteneffekts – das VE verliert ein Quantum – erhielt die Jitterbug-Transformation von Fullers ersten Studenten am Black Mountain College 1948 den Namen *quantum machine*.¹²⁴

Der Unterschied eines Quantums entscheidet hier nicht nur über zwei gänzlich verschiedene Formen, sondern auch über die Zugehörigkeit zu gänzlich verschiedenen Symmetriegruppen (im VE drei-, vier-, sechszählige, im Ikosaeder drei- und fünfzählige Symmetrie). Der überraschende Wechsel in den Symmetriegruppen, der die Phasenübergänge in der Jitterbug-Transformation begleitet, ist insofern ein wichtiger Aspekt von Synergetics als dass sich hier ein Konflikt mit den Naturwissenschaftlern anbahnte. Die Symmetrieeigenschaften eines Ereigniskomplexes haben heute in dem Maße an Bedeutung gewonnen, in dem das Bausteinkonzept der Materie aufgegeben wurde. Über die Zugehörigkeit der einzelnen Polyeder zu Gruppen verschiedenzähliger Symmetrie besteht durch die Forschungen der Kristallographen seit langem Klarheit, über deren Transformationsregeln jedoch nur teilweise. Eine der bekanntesten Regeln besagt, dass die Ecken bzw. Scheitel eines Polyeders gegen Flächen ausgetauscht werden können, ohne dass sich die Symmetrieeigenschaften des Polyeders ändern. Diese Transformation führt zu sogenannten Dualen des ursprünglichen Polyeders. Solche Duale finden sich nun eben in

124 „Das ‚Dymaxion‘ [VE] in Bewegung heißt ‚Quanten-Maschine‘, da es eine mehr als zufällige Ähnlichkeit zu den Quantenphänomenen der Wellenmechanik anzeigt, welche immer in Triangulation münden.“ Elaine de Kooning: „Dymaxion Artist“ (1952), in: Krausse/Lichtenstein: *Your Private Sky, Diskurs* (Anm. 4), S. 316–321, hier S. 319.

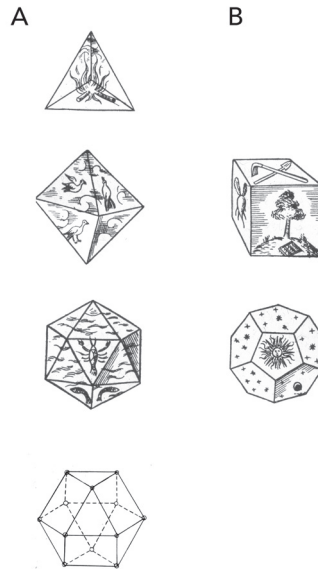


Abb. 32: Polyeder nach der Ordnung
des Jitterbug (A) und ihre Duale (B)

den Platonischen Körpern: Das Dodekaeder ist Dual des Ikosaeders, und der Kubus ist Dual des Oktaeders. Über diese Transformationsregel sind die sowohl bei Platon als auch bei Fuller herausfallenden Polyeder – qua Symmetriegruppe – mit einbezogen. (Abb. 32)

Die Jitterbug-Transformation kollidiert jedoch mit einem ehernen Gesetz der Kristallographie, wonach in der Welt der unbelebten Natur, welche ja wesentlich aus Kristallen besteht, keine fünfzählige Symmetrie vorkomme. Der britisch-kanadische Mathematiker Harold Scott McDonald Coxeter (1907–2003), Autorität auf dem Gebiet der Geometrie, dem auch *Synergetics* gewidmet ist, konstatierte: „Es gibt ein Gesetz der Symmetrie, wonach ausgeschlossen ist, dass sich im Unbelebten etwas mit einer Fünfeckfigur zeigt, etwa in Gestalt eines regelmäßigen Dodekaeders.“¹²⁵ Anstelle des Dodekaeders hätte auch sein Dual, das Ikosaeder, stehen können, von beiden sagt Coxeter: „Die beiden komplizierten regelmäßigen Körper können keine Kristalle bilden, sie brauchen vielmehr den Funken des Lebens, um in der Natur zu erscheinen.“¹²⁶ Hier wurde also ein scharfer Trennungsstrich zwischen den „kristallographischen Körpern“, Tetraeder, Kubus und Oktaeder, und denen mit fünfzähliger Symmetrie, den „pentagonalen“ Körpern Ikosaeder und Dodekaeder, gezogen – eine Grenze, die belebte kategorisch von

¹²⁵ Coxeter: *Regular Polytopes* (Anm. 112), S. VI.

¹²⁶ „The two more complicated regular solids cannot form crystals, but need the spark of life for their natural occurrence.“ Ebd., S. 12.

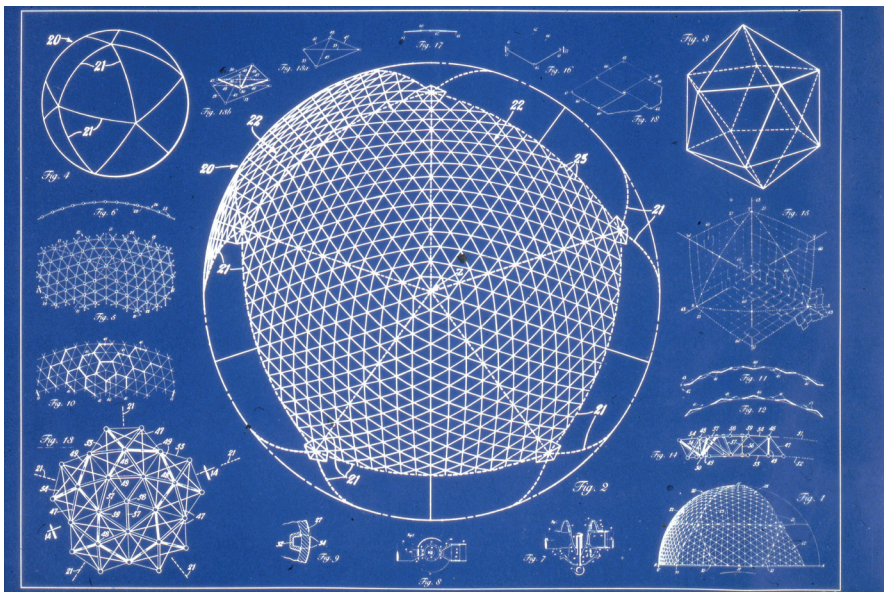


Abb. 33: Fünzfältige Symmetrie der Geodesic Domes

unbelebter Natur schied.¹²⁷ In der Tat waren bei zahlreichen Lebewesen pentagonale Formen und Muster zu finden, worauf schon früh durch Ernst Haeckel und D'Arcy Thompson hingewiesen worden ist.¹²⁸

Hatte nun Fuller mit seinen Phasenübergängen der Jitterbug-Transformation gegen ein Gesetz verstoßen, oder eine Tür zwischen belebter und unbelebter Natur aufgestoßen? Man muss wohl einräumen, dass er beides getan hat. Er hat eine Grenze durchbrochen, die in der Wissenschaft erst 1984, ein Jahr nach Fullers Tod, und zwar mit der Entdeckung der Quasikristalle durch den israelischen Physiker Daniel Shechtman (Chemie-Nobelpreis 2011) gefallen war. Die Jitterbug-Transformation (1948) hatte die Grenzüberschreitung um Jahrzehnte vorweggenommen. Das Ikosaeder, das aus den kristallinen Strukturen herausfiel, ist von Fuller sogar am häufigsten zur geometrischen Ausgangskonfiguration seiner geodätischen Kuppelkonstruktionen gemacht worden. (Abb. 33) So überrascht nicht, dass die Virologen des Londoner Birkbeck College 1959 auf die markanten Fünfecke an den Scheiteln der *geodesic domes* aufmerksam wurden, als sie die kleinsten Häuser der Welt, die Capside oder Proteinschalen der Viren mit der Symmetrie des Ikosaeders unter dem Elektronenmikroskop enträtselten und den Rat von Buckminster

127 Ebd., S. 289.

128 Thompson: *Über Wachstum und Form* (Anm. 109), S. 208 f.

Fuller suchten, der so überaus feste Konstruktionen mit pentagonaler Symmetrie errichtet hatte.¹²⁹

Fuller beriet die Forschungsgruppe um dem US-amerikanischen Biologen Donald Caspar und den britischen Biochemiker Aaron Klug – er machte sie mit seinem *synergetics approach* und vor allem der Jitterbug-Transformation vertraut. In der interdisziplinär arbeitenden Gruppe war auch ein Kristallograph, Alan Mackay, der später mit einem Fachartikel berühmt wurde, der im Wesentlichen eine Übersetzung des behandelten Abschnitts der Jitterbug-Transformation in die Fachsprache der Kristallographie war.¹³⁰ Aaron Klug (Chemie-Nobelpreis 1982) sprach anlässlich seiner Ernennung zum Präsidenten der Royal Society in einem Interview rückblickend über die Zusammenarbeit mit Fuller: „Man muss sich anstrengen, die Sprache zu übersetzen. Ich dachte, es sei die Sache wert. Ich weiß, einige Leute hatten den Eindruck, er [Fuller] formuliere die Dinge nicht mit wissenschaftlicher Strenge, aber ich gebe keinen Pfifferling darauf. Es ist das Ergebnis, das zählt. Der Wert von Buckminster Fullers Arbeit bestand für mich darin, dass er – gleichgültig wie – zu einer Lösung kam, und zwar mit seinen eigenen Denkmethoden.“¹³¹ Und das ist wohl auch die wichtigste Botschaft von Synergetics, die Fuller an Hörer wie Leser adressierte: *You have to make your own thinking.*

Abbildungsnachweis

- Abb. 1: Architekturklasse, Fuller mit Studenten u. a. Kenneth Snelson, Black Mountain College, 1948, Bildrechte: The Estate of R. Buckminster Fuller (Estate RBF).
- Abb. 2: Necklace Dome, errichtet mit Studenten am BMC, 1949, Estate RBF.
- Abb. 3: Fuller mit Modellen von Raumzellen, 1946, aus: „Fullers House“, in: *Fortune* (1946) April, S. 176.
- Abb. 4: Fuller mit Großkreismodell, 1948/49, Estate RBF.
- Abb. 5: Rainer Ruthenbeck, Tisch mit gelber Kugel, 1985, VG-Bildkunst.
- Abb. 6: Fuller: Großkreismodell, 1948, Estate RBF.
- Abb. 7: Mauerwerksverband, aus: Frank B[unker] Gilbreth: *Bricklaying System*, New York, NY: Mc Graw Hill 1909, S. 226.
- Abb. 8 a: Gilbreth: Baustellenfoto, aus: Frank B[unker] Gilbreth: *Bricklaying System*, New York, NY: Mc Graw Hill 1909, Abb. 59, S. 72.
- Abb. 8 b: Gilbreth: Baustellenfoto, aus: Frank B[unker] Gilbreth: *Bricklaying System*, New York, NY: Mc Graw Hill 1909, Abb. 45, S. 57.

¹²⁹ Fuller: „Conceptuality of Fundamental Structures“ (Anm. 27), S. 72.

¹³⁰ A[lan] Mackay: „A dense non-crystallographic packing of equal spheres“, in: *Acta Crystallographica* 15 (1962) 10, S. 916–918. Der Autor traf Alan Mackay in London anlässlich eines Fuller-Symposiums am R.I.B.A., 16.–17. Juni 2000.

¹³¹ Aaron Klug: „The Return of the Renaissance Man. Hugh Aldersey-Williams Talks to Aaron Klug“, in: *The Guardian*, 30. November 1995, S. 10.

- Abb. 9 a: Frank Gilbreth, Filmstill aus: *The Original Films of Frank B. Gilbreth*, Archiv des Autors.
- Abb. 9 b: Lillian Moller Gilbreth mit ihren Kindern, Filmstill aus: *The Original Films of Frank B. Gilbreth*, Archiv des Autors.
- Abb. 10 a–c: Demonstration des Chronozyklographen, Filmstill aus: *The Original Films of Frank B. Gilbreth*, Archiv des Autors.
- Abb. 11 a–c: Gilbreth: Motion study Typewriter, Filmstill aus: *The Original Films of Frank B. Gilbreth*, Archiv des Autors.
- Abb. 12: Vierdimensionale Drahtskulptur eines Bewegungszyklus (Falten von Taschentüchern), aus: Siegfried Giedion: *Mechanization Takes Command. A contribution to anonymous history*, New York, NY: Oxford University Press/Ann Arbor, MI: University of Michigan Library, Scholarly Publishing Office 1948, Abb. 60, S. 111.
- Abb. 13: Diagramm Fußstellung Maurer, aus: Frank B[unker] Gilbreth: *Bricklaying System*, New York, NY: Mc Graw Hill 1909, Abb. 45, S. 153.
- Abb. 14: Gilbreths Simultanbewegungskarte, aus: Frank B[unker] Gilbreth/Lillian [Evelyn] M[oller] Gilbreth: *Applied Motion Study* (1917), dt.: *Angewandte Bewegungsstudien*, aus dem Amerikan. von Irene M[argarete] Witte, Berlin: Verlag des Vereins deutscher Ingenieure 1920, Abb. 11, S. 83.
- Abb. 15: Baustelle heute: Kran mit Standardkranausleger, Archiv des Autors.
- Abb. 16 a–b: Oktaeder-Tetraeder-Verband, aus: Max Mengerhausen: *Komposition im Raum. Einführung in die Konstruktion und Anwendung von Raum-Fachwerken für das Bauwesen*, Würzburg: Mero Rohrkonstruktionen u. Geräte ⁴1968, S. 12.
- Abb. 17: Fuller: Octet Truss, Modell, ca. 1952, Estate RBF.
- Abb. 18: Fuller: Octet Truss, Teil des Geodesic Dome Dearborn der Ford Rotunda, 1953, Estate RBF.
- Abb. 19: Fuller: Tetraederverbindungen als Modell chemischer Bindung, aus: *Utopia or Oblivion: The Prospects for Humanity*, New York, NY: The Overlook Press 1969, Abb. 29, S. 119.
- Abb. 20: Kubus mit zwei eingeschriebenen enantiomorphen Tetraedern, Modell, Archiv des Autors.
- Abb. 21 a: R. Buckminster Fuller: „Lightful“, Zeichnung, Anfang 1928, Estate RBF.
- Abb. 21 b: R. Buckminster Fuller: Haus an einem Mast, Skizze, Anfang 1928, Estate RBF.
- Abb. 22 a–b: R. Buckminster Fuller (mit Saldaó): Expo–Dome, US–Pavillion, Weltausstellung Montreal, 1967, Estate RBF.
- Abb. 23: R. Buckminster Fuller, Foto: Yousuf Karsh.
- Abb. 24: Johannes Kepler, *Harmonice Mundi*, Libri V. Linz, 1619.

- Abb. 25: Knotenverbindung für geodätische Kuppelkonstruktion, oben und Mitte: R. Buckminster Fuller, unten: Walter Bauersfeld, Abbildungen aus den Patentschriften.
- Abb. 26 a–b: Fuller: Dymaxion World Map, Ausschneidebogen mit acht Dreiecken und sechs Quadraten, aus: „R. Buckminster Fuller’s Dymaxion World“, *Life*, 1. März 1943, S. 41–55, hier S. 46–50.
- Abb. 27: R. Buckminster Fuller: Dymaxion World Map zum Globus gefaltet, aus: Patentschrift, 1944.
- Abb. 28: R. Buckminster Fuller: Isotrope Vektormatrix (Modell), aus: ders.: „Conceptuality of Fundamental Structures“, in: Gyorgy Kepes (Hg.): *Structure in Art and Science*, New York, NY: Georg Braziller 1965, S. 66–88, hier S. 69.
- Abb. 29: R. Buckminster Fuller: Kuboktaeder als *vector equilibrium*, Estate RBF.
- Abb. 30 a–b: R. Buckminster Fuller: Jitterbug-Modell, um 1948, Estate RBF.
- Abb. 31 a–b: R. Buckminster Fuller: Kuboktaeder, abgeleitet aus der Kugelpackung (twelve around one) Estate RBF.
- Abb. 32: Polyeder nach der Ordnung des Jitterbug (A) und ihre Duale (B), Montage des Autors.
- Abb. 33: Fünzfähige Symmetrie der Geodesic Domes, Montage aus den Patentzeichnungen, Estate RBF.

CHRISTINA VAGT

„All things are vectors.“

Kosmologie und Synergetik bei Alfred North Whitehead und Buckminster Fuller

Die Physik bringt im 20. Jahrhundert eine Reihe großer Formeln hervor und die Kosmologie, also die Lehre von der Entstehung, der Entwicklung und der Struktur des Universums verspricht dadurch von einem philosophischen und spekulativen Gebiet zu einer hoch mathematischen Wissenschaft zu werden. Allerdings produzieren die neuen Formalismen, die von diskreter Strahlung, der Äquivalenz von Energie und Materie, absoluten und relativen Geschwindigkeiten oder von der Komplementarität von Welle und Teilchen handeln zugleich neue kosmologische Widersprüche, denn sie lassen sich nicht in ein umfassendes und zugleich widerspruchsfreies System überführen. Die Kosmologie erreicht auch im 20. Jahrhundert keine „apodiktische Gewissheit“, also das, was nach Kant eigentliche Wissenschaft gegenüber anderen Systematiken wie etwa der Kunst auszeichnet.¹

An bestimmten Stellen wie etwa dem Übergang von Quantenmechanik zur Relativitätstheorie oder auch an der Grenze von belebter und unbelebter Materie tauchen Risse im Weltbild der Physik auf, die wiederum Anlass zur metaphysischen Spekulation bieten. So bleibt die Kosmologie bis heute ein ontologisch unentschiedenes Feld, in dem die Modelle der Physik mit denen der Theologie, der Esoterik und der Philosophie konkurrieren.

Der folgende Beitrag beschäftigt sich mit dieser „spekulativen Lücke“² der Kosmologie anhand zweier metaphysischer bzw. synergetischer Entwürfe des 20. Jahrhunderts: Alfred North Whiteheads *Process and Reality* und Buckminster Fullers *Synergetics*. Beide Weltlehren fallen durch ihre sprachliche und strukturelle Unzugänglichkeit sowie die anachronistisch anmutenden Haltung auf, im 20. Jahrhundert überhaupt noch Kosmologie als Metaphysik und nicht als theoretische Physik zu betreiben. Die Autoren haben auf den ersten Blick wenig gemeinsam. Buckminster Fuller wird in den späten 1940er Jahren als Erfinder und Architekt für das Design geodätischer Kuppelkonstruktionen in den USA bekannt, die in Europa vor allem in Gestalt von Radarkuppeln zum Sinnbild des Kalten Krieges avancieren, während sie

1 Vgl. Immanuel Kant: *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft* (1786), Hamburg: Felix Meiner 1997, S. 4.

2 Ich übernehme den Begriff ‚spekulative Lücke‘ von Mark Hanson. Vgl. Mark Hanson: „Medien des 21. Jahrhunderts“, in: Erich Hörl (Hg.): *Die technologische Bedingung*, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 2011, S. 365–409, hier S. 380 f.

in Nordamerika als Emblem der Hippiebewegung gelten.³ Er ist Autodidakt, der ohne Universitätsabschluss aber äußerst erfolgreich und öffentlichkeitswirksam das Leben eines Globetrotters führt und in manchen Jahren mehr Zeit in der Luft als auf dem Boden verbringt. Seine unzähligen, meist mehrstündigen Vorträge hält er grundsätzlich frei und ohne Manuskript, stattdessen ist er häufig mit einem Koffer voller geometrischer Modelle ausgerüstet. Als Technoguru der *counter culture* gebührt ihm ein ähnlicher Status wie Marshall McLuhan.⁴ Fuller formuliert seine Gedanken selten schriftlich, sondern meist in Form gesprochener Sprache ‚laut denkend‘ und ‚in Phase‘ mit seinem Publikum. *Synergetics* ist Fullers *opus magnum*, Band 1 erschien 1975 mit dem Untertitel *Explorations in the Geometry of Thinking*.⁵

Alfred North Whitehead beginnt seine Karriere bereits im 19. Jahrhundert und als Mathematiker. Gemeinsam mit Bertrand Russel verfasst er im britischen Cambridge zwischen 1911 und 1913 die drei Bände der *Principia Mathematica*, jenes Werk, das ihn über die Grenzen der Mathematik hinaus berühmt macht, weil sich daran in den 1930er Jahren der mathematische Grundlagenstreit entscheidet und zugleich die Grenzen einer rein mathematischen Weltbeschreibung aufgezeigt werden – die entweder begrenzt und widerspruchsfrei oder unbegrenzt und widersprüchlich sein muss; eine Grenze, von der auch die Physik nicht unbeeindruckt bleibt.⁶ Whitehead ist als Mathematiker in gewisser Weise mitverantwortlich für die Selbstbestimmung der Mathematik als wesentlich unvollständig, weil er gemeinsam mit Russel ein umfassendes Notationssystem zur Kodifizierung aller rein mathematischen Aussagen liefert, anhand dessen die genannten Widersprüche überhaupt erst bewiesen werden konnten.⁷ Letzteres geschieht allerdings erst nachdem Whitehead 1924 und mit 63 Jahren als Philosoph nach Harvard berufen wird. Der Philosoph Whitehead entwickelt seine Kosmologie als eine Metaphysik der spekulativen Lücke, die er für fundamental hält. *Process and Reality. An Essay on Cosmology* erscheint 1929 und basiert auf den zehn Gifford-Vorlesungen über Natürliche Theologie, die Whitehead zwischen 1927 und 1928 an der Universität von Edinburgh gehalten hat.⁸

3 Eine gute Quelle ist „Domebook 3“, in: *Shelter*, hg. von Lloyd Kahn, 1 (1973), S. 108–140. Vgl. auch die Darstellung bei Fred Turner: „Buckminster Fuller: A Technocrat for the Counterculture“, in: Hsiao-Yun Chu/Roberto Trujillo (Hg.): *New Views on Buckminster Fuller*, Stanford, CA: Stanford University Press 2006, S. 146–159.

4 Vgl. Mark Wigley: „Network Fever“, in: *Grey Room* 4 (Sommer 2001), S. 82–122.

5 R[ichard] Buckminster Fuller in collaboration with Edgar J[arratt] Applewhite: *Synergetics. Explorations in the Geometry of Thinking*, 2 Bde., New York, NY: Macmillan Publishing Co. 1975.

6 Vgl. Christina Vagt: *Geschichte Sprünge. Physik und Medium bei Martin Heidegger*, Berlin: Diaphanes 2012, S. 233–239.

7 Vgl. Alfred North Whitehead/Bertrand Russell: *Principia Mathematica*, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 1988. Vgl. Ernest Nagel/James Newman: *Gödel's Proof*, New York, NY: New York City University Press 2001.

8 Zur Entstehungsgeschichte des Werkes vgl. Victor Lowe: „Whiteheads Gifford-Vorlesungen“, in: Michael Hampe/Helmut Maaßen (Hg.): *Die Gifford Lectures und ihre Deutung. Materialien zur Whiteheads „Prozeß und Realität“*, Bd. 2, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 1991, S. 75–88.

Die Kosmologien Fullers wie Whiteheads sind metaphysisch ausgerichtet, in ihrer Perspektive aber ebenso, wenn nicht vorrangig, von einer naturwissenschaftlich-technischen und mathematischen Haltung geprägt. Ein Zusammenhang lässt sich über die Begriffe des Vektors oder des Vektoriellen herstellen, mit denen, so die These, Raum-, Übertragungs- und Informationskalküle diverser Wissenschaften des 20. Jahrhunderts verknüpft sind.

Interessant an der epistemologischen Klammer Fuller/Whitehead könnte darüber hinaus sein, dass sie die Synergetik, wie sie sich in den späten 1960er und frühen 1970er Jahren rund um die Begriffe der Selbstorganisation und Emergenz in technischen, biologischen, physikalischen, chemischen, neurologischen und sozialen Systemen entwickelte, nicht nur im Zusammenhang von Kybernetik und Computertechnologie verortet, sondern als eine Parallelentwicklung erscheinen lässt.⁹ Zwischen Whitehead und Fuller spannt sich eine kosmologische Dimension synergetischen Wissens auf, die, im Gegensatz zur Kybernetik und deren mathematisch-formalistischem Standpunkt, nicht die Kalküle der Mengenlehre, sondern energetisch-geometrische Relationen zwischen Teil und Ganzem zur fundamentalen ontologischen Bestimmung der „elektromagnetischen Gesellschaft“ erklärt und zu kalkülisieren versucht.¹⁰

Vektoren

Der Begriff „Vektor“ entsteht in der Mitte des 19. Jahrhunderts und heißt ‚Träger‘ (von lateinisch *vehere*, ‚übertragen‘). Vektoren beschreiben das, was nicht nur eine Größe, sondern auch eine Richtung hat. In der Physik werden sie als Pfeile dargestellt. Ein Vektor beschreibt aber auch die Flugbahn eines Flugzeuges oder Space-shuttles, während in der Biologie solche Organismen als Vektoren bezeichnet werden, die eine Krankheit oder einen Parasiten übertragen: Viren sind ebenfalls Vektoren, denn sie transportieren genetisches Material von Zelle zu Zelle.

9 Vgl. auch die Arbeiten des deutschen Physikers Hermann Haken, der in den frühen 1970er Jahren eine Theorie der Synergetik als allgemeine Theorie der Selbstorganisation und Kreation in physikalischen, chemischen und biologischen Systemen entwickelte: Hermann Haken: *Synergetics. An Introduction. Nonequilibrium Phase Transitions and Self-Organization in Physics, Chemistry and Biology*, Berlin/Heidelberg/New York, NY: Springer 1977. Zum gemeinsamen Diskursfeld von Selbstorganisation, Neocybernetics und Systemtheorie vgl. Bruce Clarke/Mark B. N. Hansen: *Emergence and Embodiment. New Essays on Second-Order Systems Theory*, Durham, NC/London: Duke University Press 2009.

10 Vgl. Peter Simons: „Whitehead und die Mereologie“, in: Hampe/Maaßen: *Die Gifford-Lectures* (Anm. 8), S. 369–388. Michael Hampe: „Einleitung: Whiteheads Entwicklung einer Theorie der Ausdehnung“, in: ders./Helmut Maaßen (Hg.): *Prozeß, Gefühl und Raum-Zeit. Materialien zu Whiteheads „Prozeß und Realität“*, Bd. 1, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 1991, S. 220–243, hier S. 229. Zum Begriff der elektromagnetischen Gesellschaft vgl. Alfred North Whitehead: *Process and Reality*, New York, NY: The Free Press 1978, S. 98. Zur Kalkülisierung der modernen Wissenschaft vgl. u. a. Sybille Krämer: *Berechenbare Vernunft. Kalkül und Rationalismus im 17. Jahrhundert* (=Quellen und Studien zur Philosophie), Berlin/New York, NY: de Gruyter 1991.

In der Mathematik taucht das erste allgemeine Vektorkalkül für n -dimensionale Räume 1844 in Hermann Graßmanns *Ausdehnungslehre* auf. Zwar spricht der Mathematiker und Sprachwissenschaftler Graßmann nicht von Vektoren, sondern von „ausgedehnten Größen“, nicht vom Vektor-Raum, sondern vom „Gebiet n -ter Stufe“; die Mathematikgeschichte würdigt Graßmanns *Ausdehnungslehre* dennoch als Beginn einer modernen, in Ansätzen bereits algebraischen Vektoranalysis, die der Revolution durch nicht-euklidische Geometrien gleichkommt, und die, obwohl sie sich selbst als ein neues mathematisches Teilgebiet und eben nicht als Geometrie definiert, aufgrund ihrer n -Dimensionalität nicht-euklidische Räumlichkeit mitentdeckt.¹¹ Auch wenn Graßmanns *Ausdehnungslehre* nicht Teil von Felix Kleins *Erlanger Programm* und damit dem Versuch war, die unterschiedlichen nicht-euklidischen Geometrien (parabolische, hyperbolische, elliptische und projektive Geometrie ohne Metrik) des 19. Jahrhunderts zu systematisieren, gehört eben dieses von Graßmann eng an den Bedürfnissen der Physik entwickelte allgemeine Rechenkalkül für Translationen und Parallelverschiebungen von Körpern in n -dimensionalen Räumen zur mathematischen Raumrevolution des 19. Jahrhunderts, durch die der Begriff des Raumes zu einer „leeren Metapher“ wird.¹² „Räume“ werden nunmehr als Menge von Elementen von Punkten, Vektoren, Funktionen, etc. behandelt, Elemente, mit denen gerechnet werden kann. Den einen, natürlichen Raum als Apriori und reine Anschauung im kantschen Sinne gibt es danach nicht mehr, ebensowenig wie den einen, euklidischen und dreidimensionalen Raum, in dem die Welt aus rechten Winkeln und unendlich verlaufenden, sich niemals schneidenden Parallelen besteht.

Whitehead und Fuller knüpfen in ihren Kosmologien auf unterschiedliche Weise an diese mathematisch-physikalische Raumrevolution an. Aus wissenschaftlicher Perspektive erscheint die semantische Entleerung des Raumbegriffs durch die Mathematik des 19. Jahrhunderts als metaphysischer Nullpunkt für Whitehead und Fuller – als Punkt, an den jeder Versuch über Kosmologie im 20. Jahrhundert wieder anschließen muss.

Graßmann selbst historisiert seine folgenreiche Erfindung sehr viel bescheidener. Er habe bei seinen Untersuchungen zu Ebbe und Flut die Negativität innerhalb der Geometrie entdeckt: Als Strecke gedacht ist AB nicht gleich BA ; die Richtung hat sich verkehrt.¹³ Aber auch Graßmann will seine von den Mathematikern

11 Vgl. Michael J. Crowe: *A history of vector analysis. The evolution of the idea of a vectorial system* (1967), New York, NY: Dover ²1985, S. 63. Heinz-Wilhelm Alten/Alireza Djafari Naini u. a. (Hg.): *4000 Jahre Algebra. Geschichte-Kulturen-Menschen*, Berlin/Heidelberg: Springer 2003, S. 446 *passim*.

12 Herbert Mehrrens: *Moderne, Sprache, Mathematik*, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 1990, S. 44.

13 Vgl.: „Den ersten Anstoß gab mir die Betrachtung des Negativen in der Geometrie; ich gewöhnte mich, die Strecken AB und BA als entgegengesetzte Größen aufzufassen.“ Hermann Günther Graßmann: *Die Ausdehnungslehre von 1844 oder Die lineale Ausdehnungslehre als ein neuer Zweig der Mathematik*, Leipzig: Wiegand 1878, S. 3. Das Verfahren der Vektorrechnung mit nicht-kommutativen Größen wendet Graßmann erstmals in seiner mathematisch-physikalischen Examensarbeit zu Ebbe und Flut von 1840 an. Vgl. ders.: „Theorie der Ebbe und Flut. Prüfungsarbeit von 1840“, in: ders.: *Hermann Graßmanns gesammelte mathematische und physikalische Werke*, hg. von Friedrich Engel, Bd. 1.3, Leipzig: B. G. Teubner 1911, S. 8–203.

zunächst wenig beachtete *Ausdehnungslehre* ausdrücklich als Mathematik und Philosophie verstanden wissen, weil das Problem des Raumes, beziehungsweise die neue Wissenschaft vom Rechnen mit Raum, die *Ausdehnungslehre*, beide gleichermaßen betreffe. Formal ist Geometrie nach Graßmann eine „Denkform“, konkret ist sie physikalisches Verfahren.¹⁴

Die *Ausdehnungslehre* fußt auf einem geometrischen Kalkül, das die Vorteile von synthetischer und analytischer Geometrie kombiniert: Aus der synthetischen Geometrie stammt die Annahme, dass die Mathematik es mit geometrischen Objekten wie Punkten und nicht mit Zahlen zu tun hat. Aus der analytischen Geometrie stammt die Idee, mit diesen Objekten zu rechnen.¹⁵

Zeitgleich zu Graßmann formuliert William Hamilton in Cambridge ein Vektorkalkül, seine *Quaternionen-Theorie*, die allerdings nicht so allgemein wie Graßmanns *Ausdehnungslehre* formuliert ist.¹⁶ Zwischen den beiden Schulen – den „Graßmannianern“ und den „Quaternionisten“ – entbrennt um 1890 ein erbitterter Streit um Terminologie und Schreibweise, der gewisse Parallelen mit dem Newton-Leibniz-Streit um das Infinitesimalkalkül, also die Differenzial- und Integralrechnung zeigt, wobei sich Graßmann und Hamilton zeitlebens sehr anerkennend zum mathematischen Werk des anderen verhalten.¹⁷ In der Folge entstehen zwei nationale Schulen der Vektorrechnung, die den mathematischen Grundlagenstreit verschärfen und deren Spuren in Form von divergierenden Schreibweisen bis in die Gegenwart reichen.¹⁸ Was als mathematische Physik der Elektrodynamik seinen Aufschwung nimmt, wird im 20. Jahrhundert zu dem für Physiker und Ingenieure bis heute wichtigsten Teilgebiet der höheren Mathematik, der linearen Algebra.¹⁹

Mittels Vektoren können Drehungen im vier- und potentiell n-dimensionalen Raum algebraisch durch das Rechnen mit Zahlenquadrupeln beschrieben werden. Hermann Weyl nennt das Vektorkalkül nach Graßmann und Hamilton den seit René Descartes wichtigsten Schritt in der Algebraisierung der Raumlehre, spricht

14 Vgl. Hermann Günther Graßmann: „Einleitung“, in: ders.: *Ausdehnungslehre* (Anm. 13), S. XIX–XXXII, hier S. XX.

15 Vgl. Albrecht Beutelspacher: „A Survey of Grassmann's Lineale Ausdehnungslehre“, in: Gert Schubring (Hg.): *Hermann Günther Grassmann (1809–1877): Visionary Mathematician, Scientist, and Neohumanist Scholar. Papers from a sequicentennial Conference*, Dordrecht/Boston, MA: Kluwer Academic Publishers 1996, S. 3–6, hier S. 3.

16 Vgl. Sir William Rowan Hamilton: *Lectures on Quaternions*, Dublin: Hodges and Smith 1853.

17 Vgl. die dramatisierte Darstellung des Leibniz-Newton-Streits um das Infinitesimalkalkül bei Jason Socrates Bardi: *The Calculus Wars. Newton, Leibniz and the Greatest Mathematical Clash of All Time*, New York, NY: Thunder's Mouth Press 2006.

18 Die englische Physik ist bis heute geprägt durch die Modifizierung der Hamiltonschen Bezeichnungswiese durch James Clerk Maxwells *Treatise on Electricity and Magnetism* (1873). In Deutschland wurden die Physiker durch die Gibbsche Synthese und die elektromagnetische Theorie des englischen Telegrafeningenieurs Oliver Heaviside mit dem Vektor-Kalkül bekannt. Vgl. die Darstellung bei Hans-Joachim Petsche: *Graßmann*, Basel: Birkhäuser 2006, S. 232.

19 Vgl. Károly Simonyi: *Kulturgeschichte der Physik*, Frankfurt a. M./Budapest: Harri Deutsch/Akadémiai Kiadó 1995, S. 389. Zu den Teilgebieten der linearen Algebra aus heutiger Perspektive vgl. Standardlehrbücher wie z. B. Albrecht Beutelspacher: *Lineare Algebra. Eine Einführung in die Wissenschaft der Vektoren, Abbildungen und Matrizen*, Wiesbaden: Vieweg & Sohn⁶2003.

für das Rechnen mit Raum.²⁰ Am *Trinity College* in Cambridge wird aus Graßmanns Ausdehnungslehre in der Folge eine Vektoralgebra in Matrizenrechnung, welche später die Rechengrundlage sowohl für Albert Einsteins Allgemeine Relativitätstheorie als auch für Werner Heisenbergs Quantenmechanik bildet.²¹ Den Erfolg seiner Ausdehnungslehre erlebt der Stettiner Gymnasiallehrer jedoch nicht mehr. 1877, kurz vor seinem Tod, beklagt er im Anhang der überarbeiteten Fassung, dass die Theorie aufgrund ihrer philosophischen Darstellung von der Mathematik so gut wie nicht wahrgenommen wurde.²²

Kosmologie

Whitehead ist einer der ersten Mathematiker, der in Cambridge nicht-euklidische Geometrien und Graßmanns Vektorkalkül lehrt.²³ Und auch das Übertragungsdenken der spekulativen Metaphysik in *Process and Reality* beruht auf Vektoren. Ein Vektor hat für Whitehead gleichermaßen physikalische wie geometrische Eigenschaften und steht für äußerst fein differenzierte Übertragungsprozesse zwischen den Sphären des Organischen und Anorganischen, zwischen dem Sensorischen und Intelligiblen, zwischen sinnlicher Erfahrungswelt und ihren Ideen. Als anschauliches Beispiel dieser im eigentlichen Sinne unanschaulichen Angelegenheit nennt Whitehead das Sehvermögen (englisch *vision*), bei dem die (physiologischen) Empfindungen der individuellen Erfahrung untergeordnet werden. In der Wahrnehmung sehen wir eine räumliche Struktur (Whitehead spricht von *Skalar*), und nicht die ihm zugrunde liegenden vektoriellen Formen: „The vector form is not lost, but is submerged as the foundation of the scalar superstructure.“²⁴ Mittels Vektoren entwirft Whitehead eine erfahrungsbasierte (im Gegensatz zur mathematisch-abstrakten) Kosmologie, die auf dem Funktionsprinzip der Datenübertragung aufbaut. Mit spekulativen Methoden versucht *Process and Reality* eine strukturelle Äquivalenz der Übertragungsbegriffe, wie sie in den Natur-, Lebens-, und Geisteswissenschaften zu Beginn des 20. Jahrhunderts flottieren, herzustellen:

20 Hermann Weyl: *Philosophie der Mathematik und Naturwissenschaft*, München: Leibniz-Verlag 1948, S. 92.

21 Hampe: „Einleitung“ (Anm. 10), S. 231.

22 „Es ist die ganze Darstellung in §15–23 zum Schaden der Wissenschaft bisher fast ganz unbeachtet geblieben. Weder Riemann in seiner Habilitationsschrift vom Jahre 1854, die zuerst 1867 veröffentlicht wurde, noch Helmholtz in seiner Abhandlung ‚Ueber die Thatsachen, welche der Geometrie zu Grunde liegen 1868‘ noch auch in seinem vortrefflichen Vortrage ‚Ueber den Ursprung und die Bedeutung der geometrischen Axiome. 1876‘ thut der selben Erwachung, obgleich darin die Grundlagen der Geometrie in viel einfacherer Weise zur Anschauung kommen als in jenen späteren Schriften.“ Hermann Graßmann: *Die Ausdehnungslehre von 1844 oder Die lineare Ausdehnungslehre ein neuer Zweig der Mathematik*, mit einem Anhang von 1877, Leipzig: Otto Wiegand ²1878, S. 273.

23 Vgl. Hampe, „Einleitung“ (Anm. 10), S. 232.

24 Whitehead: *Process and Reality* (Anm. 10), S. 212.

„The experience has a vector character, a common measure of intensity, and specific forms of feelings conveying that intensity. If we substitute the term ‚energy‘ for the concept of a quantitative emotional intensity, and the term ‚form of energy‘ for the concept of ‚specific form of feeling‘, and remember that in physics ‚vector‘ means definite transmission from elsewhere, we see that this metaphysical description of the simplest elements in the constitution of actual entities agrees absolutely with the general principles according to which the notions of modern physics are framed. The ‚datum‘ in metaphysics is the basis of the vector-theory in physics; the quantitative satisfaction in metaphysics is the basis of the scalar localization of energy in physics; the ‚sensa‘ in metaphysics are the basis of the diversity of specific forms under which energy clothes itself.“²⁵

Die Vektorqualität der Erfahrung behauptet wohlgerne keine ontologische Identität zwischen Sinnesdatum und Energieereignis, sondern lediglich eine spezifische Verwandtschaftsbeziehung zwischen beiden, die in Prozessen der Datenverarbeitung beschrieben wird und selbst wiederum eine beschreibbare Struktur bildet, auch wenn die gesamte Metaphysik spekulativ bleibt. Den messbaren, sichtbaren oder auf sonstige Weise erfahrbaren Ereignissen wird durch das Postulat der Vektorqualität eine energetisch-geometrische Vorgeschichte gegeben, die sich selbst eventuell noch nicht oder auch überhaupt nicht physikalisch messen lässt, die sich jedoch, quasi in zweiter Ordnung, durch die theoretische Reflexion ergibt.

Process and Reality lässt sich als Übersetzungs- und Vermittlungsprojekt zwischen den divergierenden ontologischen Grundannahmen in der wissenschaftlichen Praxis (z. B. empirischer Physik) und der theoretischen Metaphysik verstehen, die sich wechselseitig präzisieren und verifizieren sollen. „Whatever is found in ‚practice‘ must lie within the scope of the metaphysical description. When the description fails to include the ‚practice‘, the metaphysics is inadequate and requires revision.“²⁶ ‚Metaphysik‘ ist in Whiteheads Sinn kein Gegenbegriff zu ‚Empirie‘, wie etwa bei den logischen Empiristen des Wiener Kreises, sondern das sich beständig weiterentwickelnde und theoriebildende, logisch-widerspruchsfreie System der Naturwissenschaften. So können auch alte ontologische Widersprüche wie zwischen Heraklits *panta rhei* und Demokrits Atomismus angesichts der experimentellen Bestätigung von Relativitätstheorie und Quantenmechanik metaphysisch integriert werden: „Mathematical physics translates the saying of Heraclitus, ‚All things flow‘, into its own language. It then becomes ‚All things are vectors.‘ Mathematical physics also accepts the atomistic doctrine of Democritus. It translates it into the phrase, ‚All flow of energy obeys ‚quantum‘ conditions.“²⁷

Während die Praxis der Naturwissenschaften divergierende Schreibweisen nebeneinander existieren lässt, entsteht auf der Ebene der Kosmologie oder des metaphysischen Systems, also etwa bei der Frage, ob die Welt ein Kontinuum elektromagnetischer Wellen oder aber diskreter Energieereignisse ist, ein Problem. Alle metaphysischen Systeme sind notwendig unvollständig und damit nur begrenzt

25 Ebd. S. 116.

26 Vgl. Whitehead: *Process and Reality* (Anm. 10), S. 13.

27 Ebd. S. 309.

gültig.²⁸ Whitehead bezieht daher die metaphysisch bescheidenere Position des „provisorischen Realismus“.²⁹ Metaphysik weiß also immer nur soviel wie die Wissenschaften, und umgekehrt kommt die empirische Wissenschaft nicht ohne theoretisches Bezugssystem, ohne einen Begriff des Ganzen aus: „It is the foundation of the metaphysical position which I am maintaining that the understanding of actuality requires a reference to ideality. The two realms are intrinsically inherent in the total metaphysical situation.“³⁰

Als konkreten wissenschaftstheoretischen Anlass für eine solche metaphysische Position dienen Whitehead die experimentellen Ergebnisse der Biochemie zur feinen Anpassung der chemischen Zusammensetzung der Teile für den Erhalt des ganzen Organismus. Es geht also weniger um die in der wissenschaftlichen Praxis längst überwundenen Grundlagenkrisen in Mathematik und Physik, als vielmehr um das Wissen der Biologie. Whitehead setzt sich insbesondere mit dem Werk seines Harvard-Kollegens, dem Biochemiker und späteren Soziologen Lawrence Henderson auseinander. Zwei zentrale Kapitel von *Process and Reality*, „The Order of Nature“ und „Organisms and Environment“ widmen sich der Frage der Naturkonzeption, wie sie sich in den Biowissenschaften entwickelt.³¹

Whitehead ist überzeugt, dass es sich bei der Frage des Organismus, also bei der Frage nach der Relation zwischen Teil und Ganzem nicht nur um eine Frage der Biologie handelt, sondern das darin der Ansatz zu einem aktuellen metaphysischen Modell der Natur begründet liegt: „The relation of part to whole has the special reciprocity associated with the notion of organism, in which the part is for the whole; but this relation reigns throughout nature and does not start with the special case of the higher organisms.“³²

Die Beziehung zwischen Teil und Ganzem bildet die fundamentale Struktur der „organistischen Philosophie“, wie Whitehead die Prozessontologie von *Process and Reality* auch nennt.³³ Sie umfasst das Verhältnis von Kosmologie und wissenschaftlichen (Einzel-) Disziplinen. Metaphysik ist die systematisch notwendige, rationale (kohärente und logische) Spekulation über das Ganze, kann aber immer nur vorläufige Erkenntnisse liefern, erhebt also keinen Anspruch auf Vollständigkeit und Widerspruchsfreiheit. Analog zum Begriff des (ganzen) Organismus wird der Natur (als Ganzes) eine fundamentale Beziehung zwischen Teil und Ganzem unterstellt. Unter Metaphysik versteht Whitehead daher nicht nur die gesamte abendländische Philosophie bis zu ihrem (vorläufigen) Ende in Form des deutschen Idealismus, sondern auch die Alltagssprache; als Konsequenz kreiert er eine Handvoll Neologismen wie *prehension*, *actual entity* oder *creativity* für sein metaphysisches Schema,

28 Ebd., S. 42.

29 Vgl. Alfred North Whitehead: *Science and the Modern World* (1925), New York, NY: Pelican Mentor Books 1948, S. 73.

30 Vgl. Ebd., S. 158 f.

31 Whitehead verweist in einer Fußnote auf die zentrale Rolle Hendersons für seine Naturlehre. Vgl. Whitehead: *Process and Reality* (Anm. 10), S. 89.

32 Ebd., S. 149.

33 Vgl. ebd., S. xii.

die einen Rückfall in die Subjekt-Objekt-Dualitäten bei der Lektüre von *Process and Reality* verhindern sollen.

Für Whitehead besteht im Zeitalter von Allgemeiner Relativitätstheorie, Quantenmechanik und Evolutionstheorie mehr denn je Bedarf an einer Metaphysik, einer systematischen Kosmologie, welche die Übergänge zwischen den Sphären des Mikro- und Makrokosmischen sowie zwischen lebender und toter Materie auf dem Niveau moderner Naturwissenschaft und Technik wieder denkbar werden lässt und in ein allgemeines, widerspruchsfreies Aussagensystem überführt werden kann. Als Antwort auf diese Herausforderung entwirft Whitehead ein Universum in der Spannung zweier Pole, des Geistigen und des Materiellen, zwischen denen beständig Übertragung herrscht; das Universum der „kosmischen Epoche“ der „elektromagnetischen Gesellschaft“³⁴ manifestiert sich als Prozessontologie der Übertragung, und nicht mehr als qualitätslose materielle Existenz, weshalb große Teile der mathematischen Physik auf Vektorkalkülen beruhen.

Mit dem Begriff des Vektors geht bei Whitehead sowohl eine Kritik an der Dominanz der euklidischen Geometrie mit ihren Begriffen von Punkt, gerader Linie und ungekrümmter Fläche, als auch die Fokussierung auf eine prozessorientierte Mathematik, die geometrische Formen als Zustände von (energetischen) Transformationsprozessen versteht, einher. Deutlich formuliert Whitehead seine Euklid-Kritik bereits 1919 in *An Enquiry Concerning the Principles of Natural Knowledge*.³⁵ Die ultimativen Fakten der Biologie und Physik wären in Wahrheit Ereignisse, die innerhalb raumzeitlicher Relationen stattfinden und untereinander verbunden sind. Am Zusammenhang des Universums aus Energie und Materie, Tod und Leben, bestehe kein Zweifel, die Frage sei allerdings, *wie* es zusammenhängt. Dazu, so Whitehead, muss zunächst mit den Vorstellungen der euklidischen Geometrie aufgeräumt werden, denn: „[...] all spatial entities such as points, straight lines and planes are merely complexes of relations between things or of possible relations between things.“³⁶ In *Process and Reality*, im Zuge seiner neuen Grundlegung der Geometrie als Morphologie zusammenhängender Strukturen (Nexus), wird Whiteheads Euklid-Kritik noch schärfer: Aus Euklids gerader Linie könne überhaupt nichts abgeleitet werden. Daher musste der Begriff der „Geradheit“ auf dem Begriff der Messung aufgebaut werden: Eine gerade Linie ist die kürzeste Strecke durch zwei Punkte.³⁷ Sowohl Mathematik als auch Maßtheorie sollen aber nach Whitehead selber wiederum in einer Wahrnehmungstheorie fundiert werden, die allgemeine Theorie des Raumes und der Zahl solle das Ergebnis einer allgemeinen Theorie der Relationalität sein, nicht umgekehrt.³⁸

Der euklidische Raum, das weiß die Physik spätestens seit Einstein, ist lediglich ein Spezialfall, eine bestimmte Klasse von Räumen mit einer festgesetzten Dimen-

34 Vgl. ebd., S. 98.

35 Alfred North Whitehead: *An Enquiry Concerning the Principles of Natural Knowledge*, Cambridge: University Press 1919.

36 Ebd., S. 4.

37 Vgl. Whitehead: *Process and Reality* (Anm. 10), S. 303.

38 Vgl. Hampe, „Einleitung“ (Anm. 10), S. 230.

sionalität und Linearität, innerhalb dessen sich die Newtonsche Mechanik sehr gut beschreiben lässt, der aber einem Raum, der den Gesetzen über die Äquivalenz von Materie und Energie unterliegt, ebenso wenig genügt wie den Räumen der Wahrnehmung. Whiteheads Interesse an Geometrie speist sich von Anfang an aus der philosophischen Frage nach dem Verhältnis der Geometrie zur sinnlichen Wahrnehmung und zu den anderen Wissenschaften. Im Zentrum von *Process and Reality* steht dann der Begriff des *feelings*, der sich weder mit dem deutschen ‚Empfinden‘ oder ‚Erfassen‘ noch mit ‚Fühlen‘ oder ‚Affekt‘ übersetzen lässt, da er die Struktur von Daten- und Energieübertragungsprozessen sowohl in Lebewesen als auch in Atomen beschreibt, aber kein Bewusstsein voraussetzt.³⁹ Die organistische Philosophie schreibt der gesamten aktuellen Welt *feelings* zu: „Feelings are ‚vectors‘; for they feel what is *there* and transform it into what is *here*.“⁴⁰ Emotionales Erfassen ist bei Whitehead genauso real wie physikalisches Erfassen, weil es auf Übertragung beruht, auf der Weitergabe, dem *Passing on* von Daten.⁴¹

Unter dem Diktum der vektoriellen Übertragung ergibt sich darüber hinaus eine neue Perspektive auf die Grenze zwischen Organischem und Anorganischem: Das Anorganische ist das Vehikel der Kausalität, es transportiert, speichert und stellt wieder her ohne großen Gewinn oder Verlust. Demgegenüber ist das Organische Schauplatz von Zufall und Kreation. Anorganisches und Organisches übernehmen in Whiteheads Kosmologie also verschiedene mediale Funktionen. Nicht nur *feelings* sind Vektoren; da es in Whiteheads Universum überhaupt nichts Statisches gibt, lautet das ontologische Motto: „All things are vectors.“⁴²

Synergetik

Analog zu Whiteheads kosmologischem Versuch handelt es sich bei Fullers Synergetik um eine spekulative, kreative, nicht-formalisierte Ausdehnungs- und Strukturlehre, die auf einigen geometrisch-physikalischen Grundannahmen beruht, teilweise auch topologischen und algebraischen Axiomen folgt, aber letztendlich nicht mit mathematischen Methoden oder Schreibweisen bewiesen wird, sondern aus Anschauungen und wissenschaftstheoretischen Synthesen abgeleitet wird. *Synerge-*

39 Vgl. Whitehead: *Process and Reality* (Anm. 10), S. 237, 177 und 239.

40 Ebd., S. 87.

41 Vgl. ebd., S. 212 f.

42 Whitehead: *Process and Reality* (Anm. 10), S. 309. „Physical science is the science investigating spatio-temporal and quantitative characteristics of simple physical feelings. The actual entities of the actual world are bound together in a nexus of these feelings. Also in the creative advance, the nexus proper to an antecedent actual world is not destroyed. It is reproduced and added to, by the new bonds of feeling with the novel actualities which transcend it and include it. But these bonds have always their vector character. Accordingly the ultimate physical entities for physical science are always vectors indicating transference. In the world there is nothing static. But there is reproduction; and hence the permanence which is the result of order, and the cause of it. And yet there is always change; for time is cumulative as well as reproductive, and the cumulation of the many is not their reproduction as many.“ Ebd., S. 238.

tics ist ein Handbuch für synergetisches Denken und Bauen.⁴³ Es basiert im Wesentlichen auf Fullers geometrisch-energetischen Studien, die er unter dem Titel *Energetic Geometry* in den 1940er Jahren beginnt.⁴⁴ Wie in Whiteheads Kosmologie steht das Denken in Vektorrelationen, also Bewegungs- und Übertragungsprozessen, im Zentrum. *Synergetics*, die „Geometrie des Denkens“, will in der Tradition von Graßmann und Whitehead ein vektorielles Denken etablieren, ohne sich auf die Formelsprache der Mathematik zu reduzieren.

Fuller verallgemeinert das Prinzip der Synergie, das er der Chemie entlehnt,⁴⁵ um Systeme zu beschreiben, deren Verhalten nicht durch das Verhalten einzelner Teile determiniert wird. Entsprechend diesem synergetischen Funktionsprinzip des Universums – das eine Ganzheit, eine Totalität von Natur, Mensch und Technik umfasst – soll sich auch das Denken am Ganzen ausrichten. Synergetisches Denken fängt immer beim Universum an: Thinking is biting down the universe.⁴⁶

Die Schule der Synergetik folgt diesem Konzept einer fundamentalen Beziehung zwischen Teil und Ganzem. Als Form- und Strukturgenerator in Design und Architektur soll es die notwendige Anpassung des Denkens an die technisch-wissenschaftlichen Erfindungen des 20. Jahrhunderts bewirken. Durch das Studium der Synergetik und der Anwendung ihrer *thinking tools* wie Geodäsie, Topologie und allgemeiner Systemtheorie soll der Designer strukturelles Wissen über das Verhalten des ganzen Systems gewinnen. Ein Beispiel ist die topologische Tatsache, dass die kürzeste Strecke auf der Oberfläche einer Kugel immer auf einem Großkreis liegt. Fluggesellschaften implementieren dieses topologische Wissen und verwenden zur Berechnung von Flugrouten Großkreise – deshalb fliegt ein Flugzeug von Frankfurt nach San Francisco über Island.

Synergetisches Wissen ist nach Fuller nichts Neues, sondern in Natur, Technik und Wissenschaft bereits implementiert. Er entdeckt es bereits bei neuzeitlichen und modernen Wissenschaftlern wie Carl Friedrich Gauß oder Albert Einstein, denen es gelungen ist, über den Tellerrand Euklidischer Geometrie hinaus zu denken. Allerdings hat es das synergetische Wissen, wie es z. B. in der topologischen Regel steckt, dass es auf der Erdkugel kein wirkliches Oben oder Unten gibt, nie in die Alltagssprache oder die Politik geschafft. Es ist in den Spezialisierungs- und Ausdifferenzierungsprozessen der Wissenschaften verlorengegangen. Was in Mathematik, Physik sowie globalen Kommunikations- und Transporttechniken so

43 Vgl. die umfassenden Forschungen zu Fullers Designtheorie und Architektur von Joachim Krause. Eine kompakte Darstellung findet sich in ders.: „Buckminster Fullers Modellierung der Natur“, in: *Arch+*, 159/160 (2002), S. 40–49.

44 Vgl. Joachim Krause (Hg): *Your Private Sky. R. Buckminster Fuller. Diskurs*, Baden: Lars Müller 2001, S. 168, *passim*.

45 „Synergy is the essence of chemistry.“ R[ichard] Buckminster Fuller: *Operating Manual for Spaceship Earth* (1969), Baden: Lars Müller 2008, S. 78.

46 Vgl. „Having adequately defined the whole system we may proceed to subdivide progressively. This is accomplished through progressive division into two parts – one of which, by definition, could not contain the answer – and discarding of the sterile part. Each progressively-retained live part is called a ‚bit‘ because of its being produced by the progressive binary ‚yes‘ or ‚no‘ bi-section of the previously residual live part.“ Fuller: *Operating Manual* (Anm. 45), S. 71.

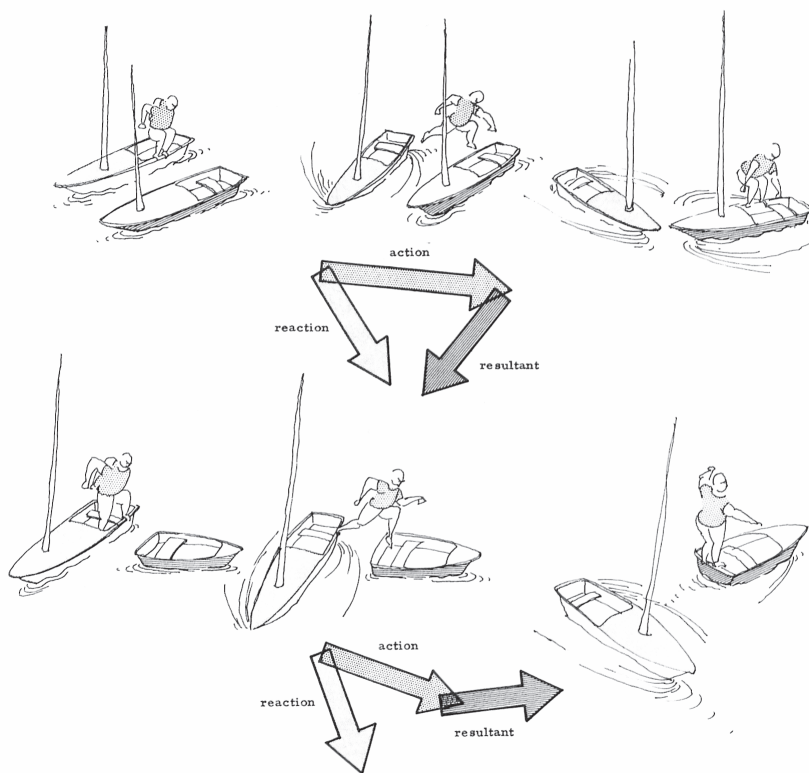


Abb. 1: Der passionierte Segler Fuller illustriert die vektorielle Verkettung Ereignis-Reaktion-Resultat anhand eines Mannes, der von einem Boot ins andere springt.

produktiv wurde, bleibt alltagsnahen Wissensbereichen und damit auch dem Denken politischer Entscheidungsträger fern. Es handelt sich bei Fullers synergetischer Designtheorie also nicht bloß um Architektur- oder Industriedesignlehre, sondern um ein Programm, das die Symmetrie und Harmonie zwischen Technologie und Wissenschaft auf der einen Seite, und dem gesunden Menschenverstand auf der anderen Seite wiederherstellen soll. Auch Fullers Universum ist ein Universum der Erfahrung, und wie bei Whitehead haben Erfahrungen für Fuller Vektorcharakter, denn sie drücken eine gerichtete, energetische Beziehung in Raum und Zeit aus. Vektoren sind zwar diskret und endlich, aber nie allein.⁴⁷ Sie koexistieren immer mit mindestens zwei anderen Vektoren, seien sie nun angeschrieben oder nicht. Jedes Ereignis besteht aus nicht-simultaner Aktion, Reaktion, und Resultat. (Abb. 1)

⁴⁷ Fuller: *Synergetics* (Anm. 5), S. 259 f.

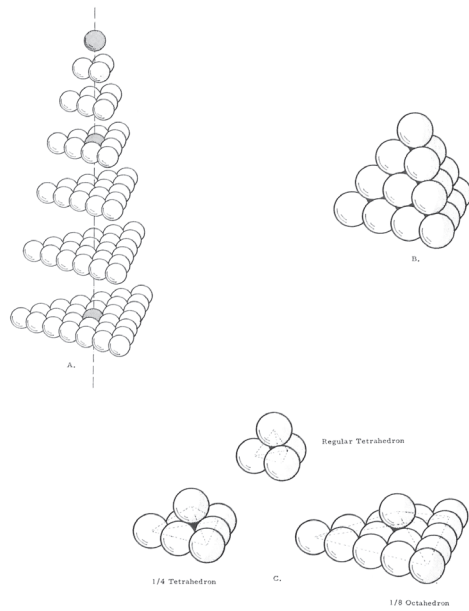


Abb. 2: Tetraedische dichteste
Packung von Kugeln

Im Unterschied zu Whitehead behauptet Fuller eine tetraedrische Struktur der Natur⁴⁸, die stark an Platons Formenlehre erinnert, allerdings gibt es bei Fuller keine Würfel oder Vierecke und sein Platonismus ist prozessorientiert: Bei den ewigen Formen der platonischen Körper handelt es sich lediglich um besonders stabile Phasen/Einheiten in einem fortwährenden, energetisch-geometrischen Transformationsprozess der Natur. Es gibt in Fullers Kosmologie zudem keine Dinge oder Festkörper, sondern nur Energie-Form-Ereignisse. Auch darin besteht eine große Nähe zu Whiteheads an Relativitätstheorie wie Quantenphysik und Biologie orientierter Prozessontologie.⁴⁹

In der Wissenschaft wie im Design gehe es darum, die unsichtbaren (Mikro- wie Makro-) Strukturen der Natur zu entdecken und als *blueprint* für das Denken und Bauen auf dem Planeten Erde zu verwenden. Struktur wird dabei als *pattern*, als muster-, modell-, bild- oder designinhärente, regenerative, konstellierte Assemblage von Energieereignissen definiert: *Constellations Patterns* sind wie Sternkonstellationen dynamische Gruppierungen. Sie stehen nur scheinbar still und bilden mit der Zeit neue Konstellationen: „Structures are not things.“⁵⁰

⁴⁸ Vgl. den Analogieschluss zwischen Fullers Geodesie und Ernst Haeckels Radioalarien, Fuller: *Synergetics* (Anm. 5), S. 25.

⁴⁹ Vgl. Fullers Jitterbug-Transformation, welche drei Platonische Körper (Tetraeder, Icosaeder, Oktaeder) als Phasenzustände durchläuft. Fuller: *Synergetics* (Anm. 5), S. 192, *passim*.

⁵⁰ R[ichard] Buckminster Fuller: „Conceptuality of Fundamental Structures“, in: Gyorgy Kepes: *Structure in Art and Science*, New York, NY: George Braziller 1965, S. 66–88, hier S. 66.

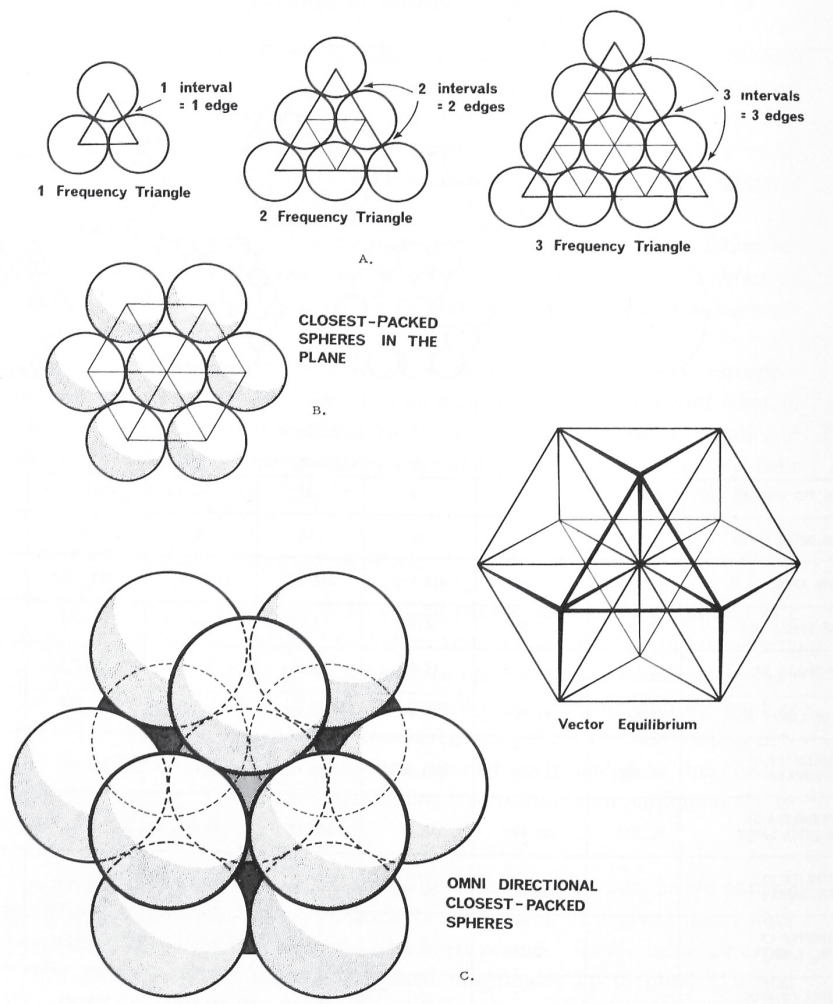


Abb. 3: Vektoriell Gleichgewicht: Omnidirektionale dichteste Packung von Kugeln

Architektur und Design sollen sichtbare und körperlich erfahrbare Strukturen aus den zwar unsichtbaren, aber eben nicht formlosen Strukturen der Natur generieren. Die Natur selbst organisiert sich auf der biochemischen Ebene; um aber als Mensch dementsprechend bauen zu können, müsse zunächst das fundamentale Koordinatensystem der Natur verstanden werden. Fuller schlägt hierzu eine am Gesetz der dichtesten Packung von Kugeln und ihrer tetraedrischen dreidimensionalen Anordnung orientierte Vektormatrix vor.⁵¹ (Abb. 2)

⁵¹ Vgl. Fuller: *Synergetics* (Anm. 5), S. 108, *passim*.

Strukturen, deren Winkel gemäß dieser Matrix 60° betragen, sind aber nur dann im Vektorgleichgewicht, wenn die Vektoren der Außenkanten genauso lang sind wie die Vektoren vom Mittelpunkt zur Oberfläche. Ein System verliert an Stabilität, wenn die Zugkräfte (die bindenden Eckvektoren) größer oder kleiner sind als die Kompressionskräfte, die vom Inneren des Systems nach außen drängen (die ausstrahlenden Vektoren). (Abb. 3)

Fuller schließt vom Prinzip der dichtesten Packung bzw. seinem Vektorgleichgewicht auf die Existenz der 92 „regenerativen“ chemischen Elemente. Obwohl das Periodensystem mittlerweile 118 Elemente kennt, sind nach Fuller nur 92 von ihnen „regenerativ“, denn die transuranischen Elemente zerfallen in Bruchteilen einer Sekunde. Alles, was über eine höhere Kernladungszahl als 92 verfügt, ist nach Fuller ein Trans-Vektor-Gleichgewicht, in dem die radialen Vektoren, die explosiven, verdrängenden Kräfte, die zusammenhaltenden Zug- und Spannkraftkräfte übersteigen.⁵²

Die Vektormatrix ist für Fuller das Koordinatensystem für strukturelle Gleichgewichte, welches gleichermaßen über die Stabilität von Atomen, gestapelten Kanonenkugeln und großformatiger Architektur der Nachkriegszeit entscheidet. Das Raster aus Dreiecksverbindungen im 60° -Winkel bildet den mathematischen Ausgangspunkt für den Entwurf seiner geodätischen Kuppelkonstruktionen, bei denen alle Verstreubungen (Vektoren) auf geodätischen Linien der Kugel (so genannten Großkreisen) liegen, also die kürzeste Verbindung zwischen zwei Punkten bilden. Vektoren sollen der Geometrie zurückgeben, was sie durch Euklid verloren hat, nämlich ihre energetische Dimension. Synergetik ist gleichermaßen technisch-wissenschaftliche Konstruktionslehre *und* Metaphysik.

Wie bei Whitehead können Vektoren sowohl abstrakt metaphysisch-theoretisch als auch konkret-physikalisch sein, und die Vektorrelation soll den Zusammenhang von Geometrie und Energie bei der Beschreibung oder Konstruktion raumzeitlicher Prozesse garantieren. Durch das Denken und Bauen in Vektorrelationen soll darüber hinaus auch dem Raumdenken seine energetisch-zeitliche Dimension zurückgegeben werden. Die Vektormatrix als Koordinatensystem bildet den kosmologischen Zusammenhang nicht ab, sondern stellt ihn überhaupt erst her.

Bestätigt fühlt sich Fuller durch die in den frühen 1960er Jahren publizierten Elektronenmikroskop-Fotografien viraler Eiweißhüllen.⁵³ Er ist begeistert von der geodätischen Virusstruktur, weil sie nicht nur auf der molekularen Ebene, sondern auf der Schwelle zwischen unbelebten und belebten Phänomenen operiert. (Abb. 4)

Fullers Synergetik profitiert von einer Aufmerksamkeit für die ‚Vehikel‘ der Kausalität, welche transportieren, speichern und wiederherstellen. Euklids vergessenes Medium, wie Fuller das Papier oder die zweidimensionale Fläche im Sand nennt, verhält sich gegenüber der realen Vierdimensionalität als mächtiges Abstraktionsmedium, das in Form von Punkten, rechten Winkeln und geraden Linien

⁵² Vgl. ebd., S. 133, *passim*.

⁵³ Vgl. Fuller: „Conceptuality of Fundamental Structures“ (Anm. 50), S. 76.

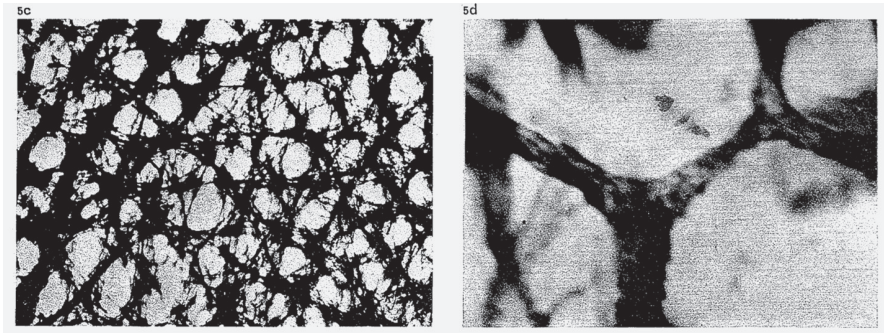


Abb. 4: Bildbeispiele für die geodätische Struktur mikrobiologischer Oberflächen aus den 1960er Jahren: Silberfärbung der äußeren Hodenhaut (5c) und Hornhaut des menschlichen Auges (5d)

in allerlei epistemologische Abgründe führt.⁵⁴ Das Koordinatensystem, in dem die Welt denkt, rechnet und baut – Fuller nennt es das „XYZ-90°“-Koordinatensystem – bringt eine mit irrationalen Zahlen wie π oder $\sqrt{2}$ operierende Mathematik hervor, die in Kombination mit empirischer Messung, wiederum in irrationalen Naturkonstanten wie Plancks Wirkungsquantum h resultiert.⁵⁵ In Frage gestellt wird das dem mathematischen Ausdruck zugrundeliegende metaphysische Maßsystem, nicht die Existenz der Naturkonstanten, das Fuller auf Euklid bzw. des moderne Weiterentwicklung durch Descartes zurückführt. Er macht das Kalkül des euklidischen Raums dafür verantwortlich, dass sich Naturgesetze angesichts einer immer höher aufgelösten Experimentalwissenschaft im 20. Jahrhundert in irrationalen Konstanten ausdrücken. Statt sich die Räume der allgemeinen Relativitätstheorie und die Komplementaritätsverhältnisse der Quantenphysik zu eigen zu machen, hat sich zwischen Naturwissenschaft und Öffentlichkeit ein Abgrund

⁵⁴ Genau genommen spricht er von einem „forgotten tool“: „The Early Greek geometers and their Egyptian and Babylonian predecessors pursued the science of geometry with three basic tools; the dividers, the straightedge, and the scribe. They established the first rule of the game of geometry, that they could not introduce information into their exploration unless it was acquired empirically as constructed by the use of those tools. With the progressive interactive use of these three tools, they produced modular areas, angles, and linear spaces. The basic flaw in their game was that they failed to identify and define as a tool the *surface* on which they inscribed. In absolute reality, this surface constituted a fourth tool absolutely essential to their demonstration. The absolute error of this oversight was missed at the time due to the minuscule size of man in relation to his planet Earth. While there were a few who conceived of Earth as a sphere, they assumed that a local planar condition existed – which the vast majority of humans assumed to be extended to infinity, with a four-cornered Earth plane surrounded by the plane of water that went to infinity.“ Fuller: *Synergetics* (Anm. 5), S. 446.

⁵⁵ Fuller rechnet hier Plancks Wirkungsquantum, das die Energiequantelung bis heute mathematisch fest schreibt, ins ‚richtige‘ Koordinatensystem um, also vom XYZ-90°-System ins Vektorequilibrium. Vgl. Fuller: *Synergetics*, (Anm. 5), S. 45, *passim*.

aufgetan. Statt die Verbindung aus Experimentaltechnik und theoretischem Modell zu bejahen, steht die Welt vor einer unanschaulichen und allmächtig scheinenden Wissenschaft.⁵⁶ Die Komplementarität von Welle und Teilchen etwa, also die Tatsache, dass die Physik es mit einer Doppelnatur von Licht und Materie zu tun hat und dass darüber hinaus – als sei das nicht schon genug – diese Doppelnatur von einer fundamentalen Unbestimmtheitsrelation der Messung regiert wird, bedeutet, dass die Physik es nun mit einer Natur zu tun hat, in welche die Technik immer schon eingerechnet ist, die sich also ohne Technik nicht beschreiben lässt.

Fuller aber behauptet eine strukturelle Ähnlichkeit von Natur und Technik und sieht in der Tatsache, dass die Grenze zwischen den beiden Polen unscharf geworden ist, eine Chance. Für ihn ist daher so etwas wie die Komplementarität das größte Geschenk der Physik an die menschliche Vorstellungskraft seit Plancks Entdeckung des Wirkungsquantums.⁵⁷

Das Komplementaritätsprinzip zwischen Universum und Gedankensystemen bedeutet für Fuller in erster Linie *keine* Beschränkung der Denkbarekeit oder Messbarkeit, sondern eröffnet neue epistemologische und kreative Horizonte: Das Erklärbare ruft nach Unerklärbarem, das Offensichtliche bedarf des Mystischen und die Wissenschaft die literarische Fiktion. So wird auch die Beziehung zwischen Literatur und Physik komplementär und damit unhintergebar. *Synergetics* reagiert so als spätes Kompendium der Fullerschen Kosmologie auf die Zwei-Kulturen-Hypothese von Charles Percy Snow, der ja unter anderem die Technikaversion des amerikanischen Transzendentalismus für die Teilung der intellektuellen Welt in naturwissenschaftliche und literarische Kulturen verantwortlich macht.⁵⁸

Fuller sieht die Ursachen für die Trennung der zwei Kulturen nicht in Kultur und Literatur oder gar in dem von ihm hoch verehrten amerikanischen Transzendentalismus, sondern in einem Wissenschafts- und Bildungssystem, das durch immer stärkere Spezialisierung innerhalb der Wissenschaften und immer weniger Kommunikation zwischen den jeweiligen Disziplinen geprägt sei – ein letztendlich bedrohliches Szenario. Fuller nennt es *Whiteheads Dilemma* und knüpft damit explizit an Whiteheads Kritik an der wissenschaftlichen Kultur und insbesondere am amerikanischen Bildungssystem an. Die institutionelle Elitenförderung und immer stärkere Spezialisierung bringt das intellektuelle Kommunikationssystem der Ge-

56 Vgl. Fuller: „Conceptuality of Fundamental Structures“ (Anm. 50), S. 80.

57 Vgl. etwa: „Complementarity requires that where there is conceptuality, there must be nonconceptuality. The explicable requires the inexplicable. Experience requires the nonexperienceable. The obvious requires the mystical.“ Fuller: *Synergetics*, Bd. 1 (Anm. 1), S. 222. Fuller hat Mitleid mit den Post-Planckschen-Physikern des 20. Jahrhunderts, die sich unter einer Welle oder einem elektrischen Feld eine physikalische Kontinuität vorstellen, statt von einem metaphysischen, unwägbaren Muster auszugehen, das sich experimentell nur durch den Eingriff eines Mediums als das lokal verschobene, frequenzmodulierte physikalische Phänomen zeigt – ein Prinzip, das wesentlich unabhängig von jedem physikalischem Medium ist. Vgl. ebd., S. 229.

58 Vgl. R[ichard] Buckminster Fuller: *Utopia or Oblivion* (1969), Baden: Lars Müller Publishers 2008, S. 116–119.

sellschaft letztendlich zum Kollabieren.⁵⁹ Seine Antwort auf den wissenschaftlichen Experten und *Whiteheads Dilemma* ist der *Comprehensive Designer*, eine Mischung aus Naturwissenschaftler und Künstler, aus Ingenieur und Unternehmer, als dessen Prototyp Fuller wohl sich selbst begreift.⁶⁰

Vektorkosmologien

Fullers Synergetik ist damit eine pragmatisch orientierte Antwort auf die kosmologischen Antinomien des 20. Jahrhunderts. Mit der historischen Epistemologie Gaston Bachelards teilt sie den nichteuklidischen und nichtkartesischen Standpunkt, mit Neukantianern wie Edgar Wind das Bekenntnis zur kosmologischen Spekulation.⁶¹ Allerdings geht es in der Synergetik in erster Linie nicht ums Verstehen und Analysieren, sondern ums Handeln und Operationalisieren. Nicht nur will die Synergetik den divergierenden Raum- und Materiebildern moderner Wissenschaften den metaphysisch-kosmologischen Rahmen zurückgeben, sie will das Denken des elektromagnetischen Zeitalters an seine Techniken und naturwissenschaftlichen Erkenntnisse anpassen, sprich vektorisieren. Das Spielfeld der Synergetik wird von Fuller um die Dimension ästhetischer Erfahrung (und Konstruktion) erweitert. Dass die Synergetik mit ihrem totalen Anspruch am Ende scheitert, verwundert daher rückblickend wenig. Fullers *Synergetics* und *Whiteheads Process and Reality* teilen dann auch dasselbe Schicksal wie Großmanns *Ausdehnungslehre* – sie wurden weitestgehend von der institutionalisierten Forschung ignoriert.

Großmanns Ausdehnungslehre erhielt erst durch ihre Anwendung innerhalb der modernen Physik Bedeutung. Fullers *Synergetics* bewirkte bisher keine Design- oder Architekturwende und *Whiteheads Process and Reality* gehört an vielen philosophischen Instituten bis heute nicht zum Vorlesungskanon. Gerade die Radikalität und Universalität mit der sie über Bewegungs- und Übertragungsdenken gegen die tradierten Vorstellungen von Begriffs- und Substanzontologien spekulieren, macht die Vektorkosmologien der elektromagnetischen Epoche aber für alle Ontologien interessant, die prozess- und eben nicht substanzorientiert verstanden werden wollen.

Über das vektorielle Denken versuchen Whitehead und Fuller physikalische Evidenz auf vorgängige Prozesse des Erfassens zurückzuführen bzw. in Architektur

59 Vgl.: „No specialist of integrity would think of going into some other expert's field and making quick assumptions as to the significance of that unfamiliar work. This would be considered preposterous. They would thus develop an increasing tendency to break down generalized communication and comprehensive prospecting between these experts. [...] The more expert they were, the less they would think of searching into the concept of how society might enjoy the fruits of their discoveries.“ R[ichard] Buckminster Fuller: *Education Automation*, Carbondale, IL: Southern Illinois University Press 1962, S. 78 f.

60 Vgl. Fuller: „Design Strategy“, in: ders.: *Utopia or Oblivion* (Anm. 58), S. 369–442.

61 Vgl. Gaston Bachelard: *Le nouvel esprit scientifique* (1934), dt.: *Der neue wissenschaftliche Geist*, übers. von Michael Bischoff, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 1988, S. 59. Edgar Wind: *Das Experiment und die Metaphysik* (1934), Frankfurt a. M.: Suhrkamp 2001.

zu verbauen und damit erfahrbar zu machen. Whitehead geht es darum, den Begriff der Erfahrung angesichts der neuen Grundlagentheorien der Natur aus der Falle idealistischer oder materialistischer Dogmen zu befreien, Fuller versucht ein halbes Jahrhundert später, dieses Wissen als Designprogramm zu installieren. Ausgangspunkt des synergetisch-kosmologischen Wissens bildet dabei immer das vektorielle Denken, wie es sich in den Natur- und Ingenieurwissenschaften etabliert hat, sowie der Wunsch nach einer kohärenten und anschaulichen Kosmologie.

Abbildungen

- Abb. 1: Demonstration der vektoriellen Verkettung
Ereignis-Reaktion-Resultat, aus: R[ichard] Buckminster Fuller: *Synergetics. Explaining the Geometry of Thinking*, Bd. 1, New York, NY: Macmillan Publishing Co. 1975, Fig. 511.20.
- Abb. 2: Tetraedische dichteste Packung von Kugeln, aus: Fuller: *Synergetics*, Bd. 1, Fig. 415.55.
- Abb. 3: Vektoriellles Gleichgewicht: Omnidirektionale dichteste Packung von Kugeln, aus: Fuller: *Synergetics*, Bd. 1, Fig. 413.01.
- Abb. 4: Bildbeispiele für die geodätische Struktur mikrobiologischer Oberflächen aus den 1960er Jahren: Silberfärbung der äußeren Hodenhaut (5c) und Hornhaut des menschlichen Auges (5d), aus: R[ichard] Buckminster Fuller: „Conceptuality of Fundamental Structures“, in: Gyorgy Kepes (Hg): *Structure in Art and Science*, New York, NY 1965, S. 66–88, hier S. 73.

Conrad Hal Waddingtons ‚Chreode‘

Der Biologe Conrad Hal Waddington entwickelte in den 1950er Jahren ein theoretisches Modell für biologische Entwicklungsprozesse, mit dem er das systemische Zusammenspiel von Genen, Umwelteinflüssen und den vorfindlichen biologischen Strukturen bei der Herausbildung neuer Strukturen fassen wollte. Er stützte sich dabei auf erste Versuche, Selbststabilisierungsprozesse in komplexen Systemen mathematisch zu modellieren, wie sie damals im Umfeld der Kybernetik unternommen wurden. Mit seinen Bemühungen versuchte er, die Synthese aus Evolutionstheorie und Genetik um die Embryologie zu erweitern und in einer nicht-reduktionistischen, holistischen Konzeption biologischer Entwicklungsprozesse zu vereinigen – ein Unternehmen, an dem er seit Anfang der 1940er Jahre arbeitete.¹

Evolutionstheorie und Genetik galten damals als erfolgreich durch mathematische Modelle in der synthetischen Evolutionstheorie zusammengeführt. Aus Waddingtons Perspektive führte die Vernachlässigung des Wissens aus der Embryologie jedoch zu einem falschen Reduktionismus,² welcher in der metaphorischen Gleichsetzung der DNA mit dem Code des Lebens gipfelte. Die darin angelegte Vorstellung von der DNA als Trägermolekül eines Programms, das alle für die Entwicklung des Organismus notwendigen Instruktionen enthalte, vernachlässigte Waddington zufolge den Einfluss von Umweltbedingungen auf die Entwicklung des Phänotyps.³ Sein erweiterter Syntheseversuch sollte dagegen den sich über die Frage nach der Bedeutung der Gene für Entwicklungsprozesse stetig vertiefenden Graben zwischen Genetik und Embryologie überbrücken.⁴ Waddington hatte das Auseinanderdriften dieser biologischen Teildisziplinen in seinen eigenen Forschungsarbeiten direkt miterlebt. So hatte er mit John B. S. Haldane, einem der Mitbegründer der Populationsgenetik und der synthetischen Evolutionstheorie, mit Hans Spemann, dem Entdecker biochemischer Organisator-Regionen in Amphibienzellen sowie ihrer Bedeutung für die Embryonalentwicklung, und mit dem Genetiker Thomas Hunt Morgan in dessen *Drosophila*-Labor gearbeitet. Die besondere Schwierigkeit von Waddingtons Syntheseversuch lag darin, die damalige atomistische Vorstellung von den Genen, wonach diese diskrete Einheiten darstell-

1 Conrad Hal Waddington: *Organisers & Genes*, Cambridge, MA: Cambridge University Press 1940, S. 1. Vgl. Scott F. Gilbert: „Induction and the Origins of Developmental Genetics“, in: ders. (Hg.): *A Conceptual History of Modern Embryology*, Boston, MA: Springer 1991, S. 181–206.

2 Waddington: *Organisers & Genes* (Anm. 1), S. 3.

3 Conrad Hal Waddington: „Der gegenwärtige Stand der Evolutionstheorie“, in: Arthur Koestler/John. R. Smythies (Hg.): *Das neue Menschenbild. Die Revolutionierung der Wissenschaft vom Leben. Ein internationales Symposium*, Wien/München/Zürich: F. Molden 1970, S. 342–373, hier S. 348.

4 Gilbert: „Induction and the Origins of Developmental Genetics“ (Anm. 1).

ten, in ein von der Zelldifferenzierung bis zur Evolution einheitliches, holistisches Verständnis biologischer Entwicklungsprozesse zu integrieren. Im Zentrum seiner Bemühungen hierzu steht seine zwischen Heuristik und Modell changierende ‚Chreode‘.

Ein neues Wort für die Komplexität des Lebendigen

In seinem Buch *The Strategy of the Genes* stellt Waddington 1957 fest: „Oddly enough, I can discover no technical word meaning a pathway of change which is equilibrated in the sense that the system tends to return to it after disturbance“.⁵ Er hatte erwartet, dass ein solches in der Kinetik oder Kybernetik polyphasischer Systeme zu finden sei. Eine entsprechende Suche blieb aber wohl erfolglos, denn Waddington schlägt schließlich *chreode* als Bezeichnung für diese besondere Systemeigenschaft vor. Das Wort ist ein von Waddington geschaffener Neologismus, zusammengesetzt aus den zwei griechischen Silben „χρη, it is necessary“ und „όδος, a route or path“.⁶

Eine Chreode repräsentiert eine zeitliche Abfolge von Zuständen eines Systems in Form einer durch Raum und Zeit gezogenen Entwicklungsbahn. Chreoden sind durch zwei Hauptmerkmale charakterisiert: 1. das chreodische Profil, das festlegt, wie und in welcher Abfolge sich Phasen schnellerer und langsamerer Systemänderungen abwechseln, und 2. die Tendenz, mit der das System nach einer Störung auf die ursprüngliche Entwicklungsbahn zurückkehrt.⁷ Ihre Ausprägung ist durch die Wechselwirkungen der einzelnen Teile des Systems bestimmt. Waddington entwickelt die Chreode als Modell für das Wechselspiel von Genen und Umwelt in der Organentwicklung und Zelldifferenzierung. Die Chreode steht beispielsweise für den Pfad, den eine embryonale Stammzelle bei ihrer Entwicklung zur Haut oder Nervenzelle durchläuft. Mit ihr sollte beschreibbar werden, wie aus einer Zelle mit einem unveränderlichen Genotyp zuverlässig und zum richtigen Zeitpunkt an der richtigen Stelle im Organismus mehrere, sehr unterschiedliche Zelltypen und physiologische Struktureinheiten entstehen können. Neben der permanenten Zustandsänderung bis zum Erreichen eines *steady state* im fertigen Organ trägt das Modell auch der Fähigkeit komplexer Organismen und Zellstrukturen Rechnung, Störungen zu frühen Zeitpunkten in der Embryonalentwicklung teilweise vollständig ausgleichen zu können.

5 Conrad Hal Waddington: *The Strategy of the Genes: A Discussion of Some Aspects of Theoretical Biology*, London: Allen & Unwin 1957, S. 32.

6 Ebd.; später auch „chreod“ geschrieben, vgl. Conrad Hal Waddington: „The Basic Ideas of Biology“, in: ders. (Hg.): *Towards a Theoretical Biology*, Bd. 1: *Prolegomena*, Edinburgh: Edinburgh University Press 1968–1972, S. 1–32, hier S. 13. Im Deutschen als „Chreode“ übersetzt, vgl. Waddington: „Der gegenwärtige Stand der Evolutionstheorie“ (Anm. 3), S. 350.

7 Waddington: *The Strategy of the Genes* (Anm. 5), S. 32–34.

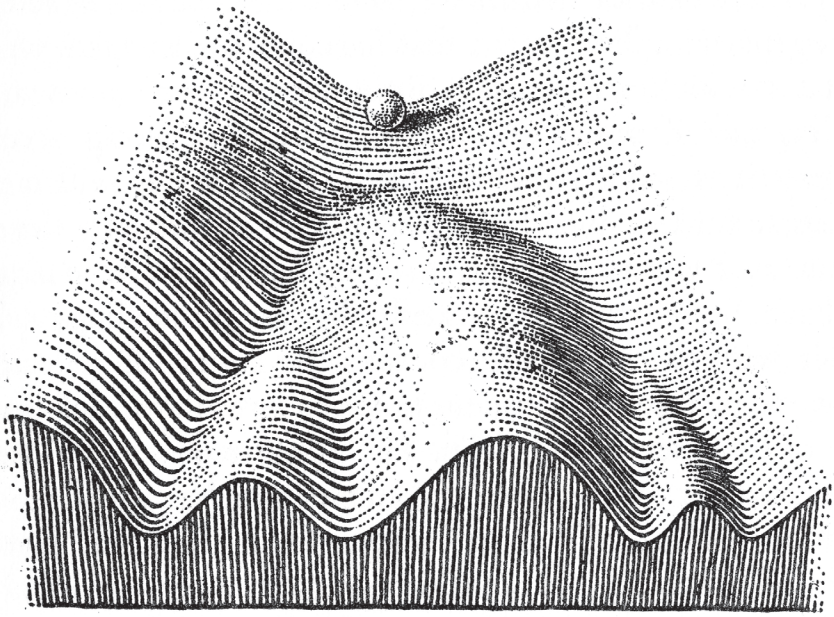


Abb. 1: Teil der epigenetischen Landschaft: Die Kugel repräsentiert einen Teil der Eizelle in undifferenziertem Stadium, die Talschluchten stehen für die Entwicklungspfade hin auf einen spezifischen differenzierten Zellzustand bzw. ein Organ.

Waddington führt die Chreode zur Präzisierung seiner Metapher der „epigenetischen Landschaft“ ein.⁸ (Abb. 1) Das Bild von einer Landschaft, durch die ein Fluss fließt, der sich in verschiedene Flussläufe verzweigt, hatte er bereits zuvor zur Beschreibung von biologischen Entwicklungsverläufen verwendet.⁹ Die ausfächernden Talschluchten der epigenetischen Landschaft symbolisieren die potenziellen Entwicklungsverläufe. Die einzelnen Entwicklungspfade (*developmental pathways*) oder auch kanalisierten Pfade (*canalized pathways*) führen zu den jewei-

⁸ Vgl. Abb. 1 und Waddington: *The Strategy of the Genes* (Anm. 5), S. 29–38.

⁹ Z. B. Waddington: *Organisers & Genes* (Anm. 1), S. 93. Illustriert wird die epigenetische Landschaft zuerst durch ein Bild des Malers John Piper, das in *Organisers and Genes* als Frontispiz abgebildet ist und das Waddington in späteren, eigenen Skizzen formalisiert. Vgl. Ohad Parnes: „Die Topographie der Vererbung. Epigenetische Landschaften bei Waddington und Piper“, in: *Trajekte. Zeitschrift des Zentrums für Literatur- und Kulturforschung* 14 (2007), S. 26–31, siehe Abb. 1. Waddingtons Landschaft ist allerdings kein Sonderfall in der biologischen Theoriebildung seiner Zeit. Anfang der 1930er Jahre entwickelt z. B. Sewall Wright seine „fitness landscape“. Vgl. Sewall Wright: „The roles of mutation, inbreeding, crossbreeding, and selection in evolution“, in: Donald F. Jones (Hg.): *Proceedings of the Sixth International Congress on Genetics. Ithaca, New York 1932*, Bd. 1: *Transactions and General Addresses*, Brooklyn, NY: Brooklyn Botanic Garden 1932, S. 355–366. Wrights Begriff wird im Deutschen auch als ‚Tauglichkeitsfläche‘ übersetzt, vgl. Waddington: „Der gegenwärtige Stand der Evolutionstheorie“ (Anm. 3), S. 345.

ligen – organisch stabilen – Zuständen voll entwickelter Zellen im Organverband. Das topographische Bild vom Talbett symbolisiert die fortschreitende Entwicklungsbahn hin zu einem relativ stabilen Gleichgewichtszustand. Die Zelle befindet sich dabei stets in einem Equilibrium. Dieses ist jedoch kein statischer Zustand, sondern es wohnt ihm eine Richtung der Veränderung inne. Waddington bezeichnet diese besondere Art des Gleichgewichtszustands mit Entwicklungsrichtung – in Analogie zu dem sich gleich bleibend erhaltenden Zustand der Homöostase – als ‚Homöorhese‘ (‚homorhesis‘, (ρηω, to flow)¹⁰). Ihm zufolge könnten zwar die biochemischen Stoffwechselprozesse auf Zellebene innerhalb des fertig entwickelten Organs als Homöostase beschrieben werden, nicht jedoch die Veränderungen innerhalb der Stoffwechselprozesse, die für die Entwicklung einer Zelle aus anderen Zellen oder ganzer Zellkomplexe im Zuge der Organbildung notwendig sind: In ‚homeorhetic ‚equilibra‘ [...] the concentrations of substances do not remain constant, but change along defined time-extended trajectories“.¹¹ Diese Gleichzeitigkeit von Stabilität und fortschreitender Entwicklung ist gerade kennzeichnend für die Chreode.

Waddington nahm hierbei an, dass diese entwickelnde Stabilität das Ergebnis komplexer Interaktionen von Genotyp und Umwelt auf den verschiedenen Ebenen des Organismus ist. Die jeweils mehr oder weniger eindeutigen Wechselwirkungen und Feedback-Schleifen zwischen Genen und Umwelt bestimmten die Struktur der epigenetischen Landschaft – die spezifische Form des Tales. Störungen im Entwicklungsprozess sind darin durch vorübergehende Abweichungen vom Entwicklungspfad dargestellt. Allerdings würde die Zelle bzw. das Organ im Normalfall aufgrund seiner biologischen Plastizität, hergestellt über vielfältige Formen der Regulation und Pufferung, wieder auf den ursprünglichen Entwicklungspfad zurückgebracht. Waddingtons Pfadmodell ist somit kein einfaches Modell eines linearen zeitlichen Ablaufs. Es ist vielmehr vierdimensional, d.h. es soll Entwicklung im dreidimensionalen Raum über Zeit fassen. Mit der Chreode betont er die Eigenart biologischer Entwicklungsprozesse, im Entwicklungsverlauf relativ stabil zu bleiben. Die relative Stabilität und die ihnen zugrunde liegenden Interaktionen und Feedback-Schleifen fasst Waddington als spezifische Eigenschaften biologischer Systeme. Dabei vermittelt die Chreode zwischen den als Teilchen vorgestellten Genen und den potenziell störenden Einflüssen der Umwelt auf den Entwicklungsverlauf. Der ‚epigenetische Raum‘ ist dadurch ‚charakterisiert, daß er eine Anzahl von Chreoden enthält, deren jede durch die Instruktion im Genotypus definiert ist. Die Umwelteinflüsse können dazu tendieren, das System von seiner Bahn abzubringen, aber die Kanalisierung der Chreode, oder anders ausgedrückt,

10 Waddington: *The Strategy of the Genes* (Anm. 5), S. 32.

11 Zitiert nach Conrad Hal Waddington/René Thom: ‚Correspondence between Waddington and Thom‘, in: Conrad Hal Waddington (Hg.): *Towards a Theoretical Biology*, 1 (Anm. 6), S. 166–179, hier S. 179.

die Neigung zur Homöorhese, wird das System wieder auf seine ursprüngliche Bahn zurückbringen“.¹²

Obwohl es für die Zelldifferenzierung und Organentwicklung formuliert wurde, verwendet Waddington das Modell der epigenetischen Landschaft und die Chreode zugleich, um eine Brücke zwischen phänotypisch relevanten Veränderungen des Genotyps auf der Ebene des Individuums und der Entstehung einer Art aus einer anderen in der Evolution zu beschreiben.¹³ Jeweils größere Veränderungen, wie die Entstehung neuer Arten, werden als Pfadwechsel verstanden.¹⁴ Auch das Verhältnis von Stabilität und Variabilität der genetischen Ausstattung eines Organismus in der Evolution wollte Waddington mit seinem Modell der Chreode genauer bestimmen. Demnach stellten die Chreoden in der Evolution eine vermittelnde Struktur zwischen Genotyp und Selektionsdruck dar, der eine eigene Dynamik und Stabilität zukomme. Dadurch könnten sie Veränderungen in den Umweltbedingungen bis zu einem gewissen Grad abfedern oder die Entwicklung an diese anpassen, ohne dass sich umgehend die genetische Basis auf der Grundlage zufälliger Mutation ändern müsse. Unter Bezug auf James Mark Baldwins Theorie der genetischen Assimilation reformuliert Waddington somit die Frage nach Variabilität und Stabilität der Gene als Frage nach den äußeren Faktoren, die zu Änderungen der genetischen Konfiguration des Entwicklungspfades führen,¹⁵ die also nicht (mehr) abgefedert werden, sondern den Wechsel in einen neuen Entwicklungspfad begründen. Für diese Auffassung einer Kanalisierung des Selektionsdrucks in phylogenetischer Entwicklung durch ontogenetische Plastizität wurden Waddington Lamarckismus und sogar Lyssenkoismus vorgeworfen.¹⁶

Organisation stiftet Funktion

Erkenntnistheoretisch positioniert Waddington seine epigenetische Landschaft und die Chreode als Vermittler zwischen einem, wie er es nennt, „atomistischen“ Weltbild auf der einen Seite und einem „kontinuierlichen“ Weltbild auf der ande-

12 Waddington: „Der gegenwärtige Stand der Evolutionstheorie“ (Anm. 3), S. 350.

13 Vgl. Waddington: *The Strategy of the Genes* (Anm. 5). Waddington: „Der gegenwärtige Stand der Evolutionstheorie“ (Anm. 3).

14 Ebd.

15 Ebd.

16 Gilbert weist darauf hin, dass die Interpretation der Theorie der genetischen Assimilation innerhalb der damaligen evolutionstheoretischen Debatte umstritten war: Während die einen (etwa Michael Lerner und David J. Merrell) diese als Reformulierung der Vererbung erworbener Eigenschaften in Begriffen des Darwinismus verstanden, sahen andere, etwa Theodosius Dobzhansky und Ernst Mayr, in dieser eine Spielart des Lamarckismus. Dobzhansky und Mayr sind es dann auch, die Waddington Lamarckismus vorwerfen. Vgl. Gilbert: „Induction and the Origins of Developmental Genetics“ (Anm. 1). Der Vorwurf des Lyssenkoismus wurde Waddington nach eigenen Angaben durch Jacques Monod gemacht. Vgl. Conrad Hal Waddington: „How much is evolution affected by chance and necessity?“, in: John Lewis (Hg.): *Beyond Chance and Necessity. A Critical Inquiry into Professor Jacques Monod's Chance and Necessity*, London: Garnstone Press 1974, S. 89–102, hier S. 89. Für den Hinweis auf diesen Text danke ich Peter Berz.

ren Seite.¹⁷ Ähnlich wie in der Physik die Partikel- und die Wellentheorie des Lichts durch die Quantenphysik verbunden wurden, würden auch in der Biologie die Genetik als Repräsentantin der atomistischen Sichtweise und die Entwicklungsbiologie als Repräsentantin der kontinuierlichen Sichtweise durch eine Neukonzipierung ihres Zusammenspiels nicht mehr als sich ausschließende Gegensätze erscheinen. Die angestrebte Zusammenführung kann durchaus als Synthese im dialektischen Sinne interpretiert werden. Beeinflusst durch Debatten um den Dialektischen Materialismus seines Diskussionszusammenhangs in Cambridge, zu dem auch der Biochemiker und Embryologe Joseph Needham gehörte,¹⁸ schreibt Waddington im letzten Kapitel von *Organisers and Genes* (1940) hoffnungsvoll: „The developmental side of biology – embryology, genetics and evolution – seems to be reaching a point where radically new types of thinking are called for. In such circumstances it would be very unwise to despise the newer philosophies such as dialectical materialism, which are framed particularly in relation to progressive changes, even if they have sometimes led people astray.“¹⁹ Wie er später erinnert, hat ihn jedoch die Philosophie Alfred North Whiteheads in seinem Denken stärker beeinflusst als der Dialektische Materialismus seiner Diskussionspartner, was ihn von Beginn an eine Distanz zu der in der Genetik vorherrschenden atomistischen Sichtweise einnehmen ließ:

Whitehead, to whose writings I paid much more attention during the last two years of my undergraduate career than I did to the textbooks in the subjects on which I was going to take my exams. Later this was joined by some infusions of thought which claimed to be materialist – either ‚fancy‘ (dialectical), which preceded Whitehead and seemed to me to be in the main left behind him; or ‚crude‘, the prime example being Morgan and his school, who insisted that the gene is not just a logical construct from Mendelian ratios [...] but is just a simple lump of stuff. But one was anyway surrounded by materialists, and the whole of science was dominated by essentially Newtonian conceptions of billiard-ball atoms existing at durationless instants in an otherwise empty three-dimensional space.²⁰

Waddington betont zwar die Bedeutung der atomistisch orientierten Genetik für das Verständnis des Lebendigen, formuliert aber zugleich deren Grenze und beschränkt somit ihren Gültigkeitsbereich.²¹ Laut Waddington könne die Genetik

17 Conrad Hal Waddington: *The Nature of Life*, New York, NY: Atheneum 1962, S. 22–24.

18 Vgl. Gilbert: „Induction and the Origins of Developmental Genetics“ (Anm. 1).

19 Waddington: *Organisers & Genes* (Anm. 1), S. 148.

20 Conrad Hal Waddington: „The Practical Consequences of Metaphysical Beliefs on a Biologist's Work: an Autobiographical Note“, in: ders. (Hg.): *Towards a Theoretical Biology*, Bd. 2: *Sketches*, Edinburgh: Edinburgh University Press 1969, S. 72–81, hier S. 74. Vgl. auch Gilbert: „Induction and the Origins of Developmental Genetics“ (Anm. 1).

21 Waddington: *The Nature of Life* (Anm. 17), hier S. 52 sowie 59. Dies widerspricht teilweise Gilberts Darstellung, der Waddingtons theoretische Ausführungen aus der Perspektive einer Geschichte der Embryologie dahingehend interpretiert, dass dieser eine gleichberechtigte Rolle von Genetik und Embryologie annahm. Vgl. Gilbert: „Induction and the Origins of Developmental Genetics“ (Anm. 1). Die Betonung einer gleichberechtigten Rolle ist in Waddingtons Buch *Organisers and Genes* (1940), auf das Gilbert sich für seine Einschätzung maßgeblich bezieht, sicher am

lediglich die in der molekularen Struktur der DNA enthaltenen chemischen Potenzialitäten (*potentialities*) und damit verschiedene Möglichkeiten beschreiben, wie diese zusammenwirken: „The first step in the understanding of heredity is to realize that what a pair of parents donate to their offspring is a set of potentialities, not a set of formed characteristics.“²² Welche der möglichen Aminosäuresequenzen sich zu einem Protein verbinden und welche nicht, warum diese und nicht andere Gene exprimiert werden und wie die verschiedenen Genprodukte interagieren, hänge im Wesentlichen von den zellulären Bedingungen ab, unter denen die Proteinbiosynthese stattfindet. Diese Bedingungen kanalisieren die in den Teilchen, den Genen, angelegten Möglichkeiten in einer spezifischen Zelle und in einem spezifischen Organismus. „In order to understand organisms as they actually occur around us we have to discover how those potentialities become translated into realizations.“²³

Das Gesamt der Bedingungen sei dabei gerade nicht zufällig oder lose, sondern liege als biologische Form bzw. „Organisation“ vor.²⁴ Waddington verwendet den Begriff ‚Organisation‘ an Stelle des üblicheren Begriffs ‚Form‘ zum einen als Referenz auf Spemanns Organisator in Amphibienzellen.²⁵ Zum anderen versucht er sich damit vom Formbegriff der Morphologie abzugrenzen, die Form erst auf der supra-molekularen Ebene untersucht.²⁶ Zwar beeinflussen biologische Formen auf supra-molekularer Ebene Entwicklungsprozesse, sie sind aber in der Regel eher Folgen (*consequences*) und nicht Ursachen (*causes*) von biologischer Entwicklung.²⁷ Waddington betont demgegenüber, dass ‚Form‘ bzw. ‚Organisation‘ als Grundlage biologischer Entwicklungsprozesse bereits auf molekularer Ebene zu finden ist, etwa in der DNA-Doppelhelix oder der 3-D-Struktur der Enzyme. „And they are certainly fundamental to biology, in the sense that no living system, of the kind we encounter on this earth, would operate if linear information-carrying molecules could not be moulded into specific three-dimensional forms“.²⁸

‚Organisation‘ stellt für Waddington den Vermittlungsbegriff zwischen den Teilchen, den Genen bzw. Molekülen, und ihrer Wirkungsweise im Ganzen, im Organismus oder einer individuellen Zelle, dar. Organisation strukturiert und kanali-

stärksten. Doch auch hier gibt es bereits Passagen, die hinsichtlich der epistemologischen Grundlagen auf eine Präferenz der embryologischen Sichtweise hindeuten, so etwa die Folgende: „A coherent theory of development cannot be founded on the known properties of genes; in fact it seems much more hopeful to try to fit our somewhat scanty knowledge of the developmental actions of genes into a framework founded in the first instance on the direct experimental study of development.“ Waddington: *Organisers & Genes* (Anm. 1), S. 3.

22 Waddington: *The Nature of Life* (Anm. 17), S. 29.

23 Ebd., S. 53. Vgl. auch Waddington: „Der gegenwärtige Stand der Evolutionstheorie“ (Anm. 3), S. 347.

24 Waddington: *The Nature of Life* (Anm. 17), S. 53.

25 Waddington: *Organisers & Genes* (Anm. 1).

26 Conrad Hal Waddington: „Form and information“, in: ders. (Hg.): *Towards a Theoretical Biology*, Bd. 4: *Essays*, Edinburgh: Edinburgh University Press 1972, S. 109–140, hier S. 109–111.

27 Waddington: „Form and information“ (Anm. 26), S. 111.

28 Ebd.

siert die Wechselwirkungen der Teilchen, wodurch diese erst ihre eigentliche Funktion erhalten. Sie ist zudem eine wesentliche Spezifik lebender Organismen:

A living organism is not just a bag of chemicals each produced by the influence of some particular gene. It has a character which we acknowledge by calling it a living organism. This phrase admits that it exhibits the property of organization; but what exactly is organization? It is a rather tricky concept to define, and it is probably sufficient to say here that it implies that if an organized entity is broken up into parts, the full properties of these parts can only be understood by reference to their relations with the other parts of the whole system.²⁹

Die Chreode ist das Modell eben dieses Wechselverhältnisses zwischen den Teilen und ihrer systemischen Organisation. Sie dient somit auch dazu, die atomistische Sichtweise der Genetik mit der kontinuierlichen Sichtweise der Entwicklungsbiologie zu verbinden. Ihre Eigenschaft, einen Gleichgewichtszustand in Entwicklung zu repräsentieren (kontinuierliche Sichtweise), resultiert gerade aus der Interaktion der Gene (atomistische Sichtweise), wobei Waddington die Struktur der Chreode, ihren Anfangspunkt sowie insbesondere die durch sie vorgegebene Ausrichtung des Entwicklungsprozesses (*canalization*) als „a function of the whole set of genes“ fasst.³⁰ „Thus our theory of the development of different types of tissues is atomistic in so far as it involves the presence of atomistic genes, but it is of a continuum type in so far as it regards these genes as carrying out activities which interact with one another in such ways that they are organized into systems.“³¹ Demnach besitzen die einzelnen Teile, die Gene, verschiedene Möglichkeiten; ihre Funktion, also die Realisierung einer der Möglichkeiten, hängt jedoch von der systemischen Organisation ab, in die sie integriert sind.

Es ist speziell dieser Gedanke, den Waddington eigenen Angaben zufolge von Whitehead übernimmt.³² Demnach ist die Spaltung zwischen Mechanismus und einem objektiven Vitalismus dadurch zu überwinden, die kleinsten Teilchen (Atome oder Elektronen) gerade nicht als in ihren Eigenschaften bekannt vorauszusetzen und neue Eigenschaften als „emergent‘ properties“³³ zu verstehen. Vielmehr sind die aus einer neuen Anordnung der Teile sich zusätzlich ergebenden Eigenschaften als immer schon vorhandene, nur bislang unbekannte Eigenschaften der Teile zu verstehen, die durch die neue Anordnung sichtbar und der Untersuchung zugänglich werden:³⁴

When it turns out that certain arrangements of the atoms of carbon, nitrogen, hydrogen, oxygen, etc., exhibit properties which we recognize by the name of enzymes; when other still more complicated arrangements turn out to be able to duplicate themselves identically like the genes in the cell nucleus, or to be able to conduct elec-

29 Waddington: *The Nature of Life* (Anm. 17), S. 53.

30 Ebd., S. 65.

31 Ebd.

32 Ebd., S. 19. Vgl. auch Waddington: „The Practical Consequences“ (Anm. 20).

33 Waddington: *The Nature of Life* (Anm. 17), S. 20.

34 Vgl. Ebd., S. 20–21.

trical impulses like nerve cells, or to exhibit the correlate electrical phenomena found in the staggeringly complex systems of nervous cells in the brain; it is completely out of the picture to suggest that we have to add something of a non-mechanistic kind to an already fully comprehended material atom. What we have done is simply to discover something about atoms that we did not know before; namely, that when they are arranged in certain special ways the total complex can exhibit another behaviour that we might not have expected at first sight. [...] The secret of their performance in this way is architecture, or, to use the Aristotelian term, form.³⁵

Dieses auf Whitehead zurückgehende relationale Verständnis von Materie ist ein Kerngedanke von Waddingtons Chreode.³⁶

Dass Waddington für die Entstehung von Organisation eher auf Whiteheads relationales Materieverständnis zurückgreift als auf ein Emergenz-Modell, liegt auch an dem Gegenstand, den er im Blick hat: die Entwicklung lebender Organismen. Organisation ist hier immer schon da. Lebende Organismen entstehen aus bereits vorhandenen Zellen und die Gene dieser Zelle liegen im Zellplasma in 3-D-Molekülstrukturen vor, umgeben von Enzymen und Organellen. Zwar wandelt sich die Organisation von Genen, Zellen und Organismen im Entwicklungsprozess. Dies führt jedoch nicht zu Strukturen höherer Ordnung, sondern zur Spezialisierung: Gemäß Waddingtons epigenetischer Landschaft ist die komplexere Organisation von Gewebestrukturen, Knochen oder Organen gerade das Ergebnis der Reduktion von Möglichkeiten auf Zellebene und der Ebenen der Genexpression – eben von Kanalisierung und Prozessen der Stabilisierung dieser Kanalisierung durch Regionalisierung und Individuation.

Doch der rasante Fortschritt der Genetik, die enorme gesellschaftliche Aufmerksamkeit, die diese erhält, sowie ihre wachsende hegemoniale Stellung innerhalb der Biologie produzieren bei Waddington immer wieder eine Spannung zwischen seiner Betonung einer kontinuierlichen, auf Organisation und Entwicklung gerichteten Perspektive und der atomistischen Konzeptualisierung der Gene, die auch durch den Verweis auf Relationalität, Prozesshaftigkeit und systemische Integration letztlich nicht aufgehoben wird. Dies zeigt sich an Waddingtons wiederholten Versuchen, aus anderen Theorien Konzepte heranzuziehen, um die Art und Weise der Beziehungen zwischen den Genen (den Teilchen) untereinander zu beschreiben. Während seiner Auseinandersetzung mit dem Dialektischen Materialismus analogisiert er das Zusammenspiel der Gene, etwa im Schlusskapitel von *Organisers and Genes* (1940), als Umschlag von Quantität in Qualität: „But such a deduction neglects entirely the possibilities inherent in another part of the same system, na-

35 Ebd., S. 21.

36 „As far as scientific practice is concerned, the lessons to be learned from Whitehead were not so much derived from his discussion of experiences, but rather from his replacement of ‚things‘ by processes which have an individual character which depends on the ‚conrescence‘ into a unity of very many relations with other processes [...]. Because of course what I have been calling by the Whiteheadian term ‚conrescence‘ is what I have later called a *chreod*“. Waddington: „The Practical Consequences“ (Anm. 20), S. 76 und 81. Vgl. Gilbert: „Induction and the Origins of Developmental Genetics“ (Anm. 1).

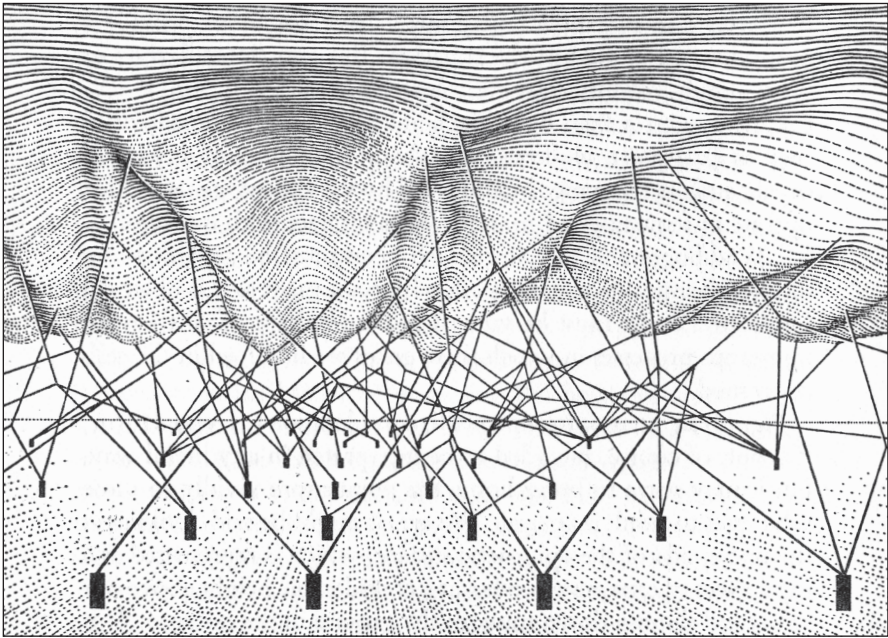


Abb. 2: Das komplexe Interaktionssystem, das der epigenetischen Landschaft zugrunde liegt. Die Stifte auf dem Untergrund repräsentieren die Gene, die Seile, die von ihnen weg-führen, symbolisieren die chemischen Eigenschaften ihrer Genprodukte. Die Form der epigenetischen Landschaft ist durch die Zugkraft dieser vielzähligen Spannseile kontrolliert.

mely in what we have spoken of as different levels of organisation, which in the dialectical materialist system is referred to under the heading of ‚the transition of quantity into quality‘.³⁷ In der grafischen Darstellung der epigenetischen Landschaft von 1957 ist demgegenüber die formgebende Funktion des Zusammenspiels betont. Die Gene sind hier als einander gegenseitig verstärkende Stützstreben oder Sicherungsseile dargestellt, die die einzelnen Chreoden in Form halten.³⁸ (Abb. 2)

Als François Jacob und Jacques Monod 1961 Mechanismen der Genregulation auf DNA-Ebene in *E.-coli*-Bakterien beschreiben, übernimmt er das von ihnen formulierte Operon-Modell, wonach ein Gen durch das Produkt eines anderen Gens aktiviert oder deaktiviert werden kann, als Modell für systemische Regulation von Genaktivität durch Feedbackprozesse innerhalb der Zelle,³⁹ schränkt dessen

³⁷ Waddington: *Organisers & Genes* (Anm. 1), S. 147.

³⁸ Siehe Abb. 2 und Waddington: *The Strategy of the Genes* (Anm. 5), S. 35–36.

³⁹ Vgl. z. B. Waddington: „The Basic Ideas of Biology“ (Anm. 6), S. 11. Ders.: „Concepts and theories of growth, development, differentiation and morphogenesis“, in: ders. (Hg.): *Towards a Theoretical Biology*, Bd. 3: *Drafts*, Edinburgh: Edinburgh University Press 1970, S. 177–197, hier S. 186.

Gültigkeit aber recht schnell wieder ein. Das für prokaryotische Zellen (ohne Zellkern) formulierte Modell sei zu einfach und könne nicht für eukaryotische Zellen gelten.⁴⁰

Später übernimmt Waddington Annahmen aus der Mathematik komplexer Systeme. So erklärt er z. B. die Abfederung des Selektionsdrucks durch die Chreode – ihre Stabilität – als Systemeigenschaft, die durch das Zusammenwirken „einer großen Zahl von Genen“ entsteht, und legt hierbei das Konzept der Stabilität als wesentliche Systemeigenschaft komplexer Systeme zugrunde: „Es ist zwar nicht zu leugnen, daß die natürliche Auslese ihr Teil zur Ausbildung der Stabilität beigetragen hat, aber man kann die Möglichkeit nicht ausschließen, daß ein gewisses Maß an Stabilität eine wesentliche Konsequenz des Zusammenwirkens einer großen Zahl von Genen ist“.⁴¹ Auch war er darum bemüht, das Zusammenspiel der Teile nicht als etwas Nicht-Materialistisches oder gar Mysteriöses darzustellen: „There need be nothing mysterious about their interaction. [...] the study of interacting systems has grown up into a well-recognized branch of scientific theory, now usually known as cybernetics“.⁴² Waddington war jedenfalls von der Möglichkeit einer mathematischen Beschreibung biologischer Entwicklungsprozesse durch zukünftige Entwicklungen in der Kybernetik und ihre Relevanz für den Brückenschlag zwischen einer atomistischen und einer kontinuierlichen Sichtweise fest überzeugt. Dies drückte sich in intensiven Bemühungen um die Mathematisierung seiner Chreode aus.

Integration durch Mathematisierung

Waddingtons Versuche, Evolutionstheorie, Genetik und Entwicklungsbiologie in einer übergreifenden Theorie der Biologie zu integrieren, finden in einer Zeit statt, in der im Anschluss an die synthetische Evolutionstheorie große Hoffnungen auf die Mathematik für die Theoriebildung in der Biologie gesetzt wurde. Die mathematische Begründung des Darwin'schen Selektionsprinzips mit den Mendel'schen Regeln durch Haldane und Ronald A. Fisher in den 1930er Jahren galt bereits als erfolgreiche Zusammenführung von Genetik und Evolutionstheorie. Zusammen mit Sewall Wrights Tauglichkeitsflächen lagen nicht nur elaborierte mathematische Modelle für Evolutionsprozesse vor, sondern die Modelle ließen es auch als möglich erscheinen, zentrale Fragen der Evolutionstheorie durch mathematische Berechnungen theoretisch zu klären. Waddington versucht hieran anknüpfend für seine erweiterte Synthese nun auch die embryologische Ebene der Individualentwicklung mathematisch zu beschreiben, die in der synthetischen Evolutionstheorie

40 Conrad Hal Waddington: „Cellular Oscillations and Development. Comment on the papers of Iberall and Goodwin“, in: ders. (Hg.): *Towards a Theoretical Biology*, 2 (Anm. 20), S. 179–183, hier S. 179.

41 Waddington: „Der gegenwärtige Stand der Evolutionstheorie“ (Anm. 3), S. 350.

42 Waddington: *The Nature of Life* (Anm. 17), S. 65.

vernachlässigt wurde. Seine Bemühungen in Richtung Mathematisierung zielen immer auch auf eine Kritik dieses Reduktionismus und ein Wiedereintragen der embryologischen Untersuchungsebene in diese Synthese. Waddingtons Mathematisierungsbestrebungen bezogen sich dabei auf zwei Ebenen: Zum einen versuchte er, für die Zwischenebenen phänotypischer Entwicklung ein mathematisches Modell zu entwickeln, das mit den bestehenden Modellen für die Evolution kompatibel wäre. Zum anderen wollte er rekonstruieren, wie unter festgelegten Bedingungen aus der Wechselwirkung von Teilchen real auffindbare biologische Formen entstehen. Für beides sah er in der mathematischen Beschreibung der Chreode das verbindende Modell.

Eine solche mathematische Beschreibung der Chreode und eine daran anknüpfende weitere Aufklärung ihrer Charakteristika erhoffte er sich insbesondere von der Mathematik komplexer Systeme und der Kybernetik. So sah er in der Katastrophentheorie des 1958 mit der Fields Medaille ausgezeichneten Mathematikers und Philosophen René Thom ein Modell für den Wechsel von einem Entwicklungspfad in einen anderen.⁴³ Die Beschreibung genetischer Wechselwirkungen als Boolesche Netzwerke und deren Simulation im Computermodell durch den theoretischen Biologen und Theoretiker komplexer Systeme Stuart A. Kauffman interpretierte Waddington als Modell für die Eigendynamiken und Selbststabilisierungstendenzen seiner Chreoden.⁴⁴

Auch erste Versuche der Computersimulation unternahm Waddington. 1969 veröffentlichte er zusammen mit Russell J. Cowe einen Aufsatz zur Simulation des Zickzackmusters einer Conus-Muschel (das Gehäuse einer Kegelschnecke). Im Anschluss an allgemeine Überlegungen von Alan Turing zu regelmäßigen Mustern, die aus zufälligen Verteilungen hervorgehen, wenn diese durch wenige Regeln eingeschränkt werden, programmieren Waddington und Cowe ein Programm, das das Muster auf der Muschel am Bildschirm imitiert. Waddington thematisiert aber zugleich auch die Grenzen der Computer-Simulation: „The patterns in [figures, V.L.] 6 and 7 resemble the real pattern nearly enough to show that the program can produce the results we set out to simulate. It does not, of course, demonstrate that the actual pattern is formed by the physiological processes which we have postulated to provide a basis for the pattern; it illuminates only the logical structure, not the causal mechanism, of the problem“.⁴⁵

Das Ziel der Simulation wie auch der Mathematisierung ist jedoch nicht nur die erfolgreiche Nachahmung der biologischen Form oder Prozesse, sondern mathematische Modelle und Computersimulation sollen dafür genutzt werden, den Ursachen biologischer Entwicklung auf den Grund zu gehen. Die Annahme ist, dass eine zuverlässige mathematische Beschreibung oder Computersimulation der be-

43 Vgl. Waddington/Thom: „Correspondence between Waddington and Thom“ (Anm. 11). Waddington: „Der gegenwärtige Stand der Evolutionstheorie“ (Anm. 3), S. 350.

44 Waddington: „Der gegenwärtige Stand der Evolutionstheorie“ (Anm. 3), S. 351.

45 Conrad Hal Waddington/Russell J. Cowe: „Computer Simulation of a Molluscan Pigmentation Patterns“, in: *Journal of Theoretical Biology* 25 (1969), S. 219–225, hier S. 224.

obachtbaren biologischen Prozesse Rückschlüsse auf Ursachen und Einflussfaktoren zuließe und somit zur Aufklärung der Prozesse beitrüge. Dass dies im Fall des Muschelmusters (noch) nicht realisiert ist, begründen Waddington und Cowe mit technischen und gerade nicht mit erkenntnistheoretischen Grenzen.⁴⁶ Hieran wird deutlich, dass für Waddington die mathematische Beschreibbarkeit biologischer Prozesse nicht durch ihren Gegenstand, das Lebendige, sondern lediglich durch die noch nicht fortgeschrittenen mathematischen Modelle und technischen Möglichkeiten der Computersimulation begrenzt sind.

Waddingtons Bemühungen um eine Mathematisierung biologischer Theoriebildung prägte auch sein Projekt einer *Theoretischen Biologie*. Auf den von ihm hierzu von 1968–1972 jährlich durchgeführten Symposien ist ein bedeutender Anteil Mathematiker vertreten, darunter René Thom, Erik Christopher Zeeman, David Fowler und Stuart Kauffman.⁴⁷ Die Diskussionen kreisten wiederholt um die mathematische Beschreibung von biologischen Entwicklungsprozessen – von der Organentwicklung bis zur Evolution –, wobei Waddington hierbei immer wieder auf die Chreode verwies.⁴⁸ Ihm galt wohl die mathematische Beschreibbarkeit der Chreode als Lackmusestest für seinen Ansatz. Während viele in diesem Rahmen diskutierte Überlegungen Waddingtons wie die Mathematik komplexer Systeme und speziell die Topologie in der systemischen Biologie prominent weiter wirkten, erlangte die Chreode nie die Bedeutung, die Waddington ihr zudachte. Dennoch blieben seine Hoffnungen auf eine erfolgreiche Mathematisierung der Chreode bis zu seinem Tod im September 1975 ungebrochen. Angesichts der sich rasant entwickelnden Computertechnologie – 1971 wurde der erste Mikroprozessor vorgestellt – und einer kontinuierlichen Weiterentwicklung der Mathematik komplexer und dynamischer Systeme erschien eine computergestützte mathematische Modellierung biologischer Prozesse in greifbarer Nähe. Bis zum ersten mathematischen Modell von Waddingtons Chreode dauerte es jedoch weitere 35 Jahre.

Mathematisierung der Chreode in der Stammzellforschung

Während Waddingtons Bild von der ‚epigenetischen Landschaft‘ als Illustration für ein Entwicklungspfadmodell in der Entwicklungsbiologie und Entwicklungspsychologie durchaus weiter rezipiert und auch weiterentwickelt wurde,⁴⁹ konnte sich

46 Ebd., S. 225: „This would overcome the shortcomings of the computer display, which is adequate for displaying points and lines, but not for shading large areas“.

47 Vgl. Conrad Hal Waddington (Hg.): *Towards a Theoretical Biology: an IUBS symposium*, Edinburgh: Edinburgh University Press 1968–1972, 4 Bde.

48 Vgl. z. B. Brian Goodwin/Conrad Hal Waddington/Howard H. Pattee/Walter M. Elsasser: „Note on Topics for the Second Symposium. With Comments by C. H. Waddington, H. H. Howard and W. M. Elsasser“, in: Conrad Hal Waddington (Hg.): *Towards a Theoretical Biology*, 1 (Anm. 6), S. 216–222, hier S. 218.

49 Zur speziellen Wirkungsgeschichte von Waddingtons bildlicher Darstellung vgl. Jan Baedke: „The epigenetic landscape in the course of time: Conrad Hal Waddington’s methodological im-

seine Wortneuschöpfung ‚Chreode‘ nicht durchsetzen. Sie geriet in der biologischen Entwicklungstheorie weitgehend in Vergessenheit. Selbst als Ende der 1980er Jahre die EvoDevo-Debatte in der Biologie aufkommt, in deren Zuge Waddingtons Versuche, Evolutionstheorie und Embryologie zu verbinden, intensiv rezipiert werden, wird eher von Kanalisierung und Entwicklungspfaden gesprochen als von ‚Chreoden‘. Nur sporadisch wird auf diese Bezug genommen: An den Rändern der Wissenschaftsgemeinde wird die Chreode etwa von Rupert Sheldrake in *A New Science of Life* (1980) für seine Theorie des morphogenetischen Feldes aufgegriffen.⁵⁰ Sheldrakes holistische Naturtheorie fand insbesondere in der New Age-Bewegung Anklang. Mitte der 1990er Jahre greift der Pädagoge Edmund Kösel die Chreode im Rahmen seiner systemtheoretisch-konstruktivistischen Lerntheorie auf. Um die Prozesshaftigkeit und zugleich kanalisierte Form von Lernprozessen zu beschreiben, spricht er von ‚Lern-Chreoden‘.⁵¹ Erst Ende der 1990er Jahre, mit dem Ende des genetischen Reduktionismus und der wachsenden Aufmerksamkeit für die Systembiologie, wird wieder an Waddingtons Überlegungen zur Chreode als Eigenart biologischer Systeme in Entwicklung auf verschiedenen Erkenntnisebenen angeknüpft.⁵² Das Konzept bleibt hier jedoch wie bei Waddington eine qualitativ theoretisch fundierte Heuristik.

Besondere Aufmerksamkeit erlangten Waddingtons Arbeiten in der molekularbiologischen Epigenetik, die sich auf Waddington als historischen Vorläufer und Namensgeber bezieht.⁵³ Das Bild der epigenetischen Landschaft ist zu einer Art Logo der Epigenetik geworden. Das gegenwärtige Interesse für Waddingtons Arbeiten hat dann auch dazu beigetragen, dass ein neuer Versuch der mathematischen Beschreibung der epigenetischen Landschaft und damit auch von Waddingtons Chreode unternommen wurde, und zwar in der Stammzellforschung. Hier prägte Waddingtons Bild von der epigenetischen Landschaft zentrale Vorstellungen des

pact on the life sciences“, in: *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 44 (2013), S. 756–773.

50 Rupert Sheldrake: *A New Science of Life. The Hypothesis of Formative Causation*, Los Angeles, CA/ Boston, MA: J.P. Tarcher 1981.

51 Edmund Kösel: *Die Modellierung von Lernwelten. Ein Handbuch zur subjektiven Didaktik*, Elzetal-Dallau: Laub 1993.

52 Für die Evolutionstheorie vgl. William C. Wimsatt: „Generativity, Entrenchment, Evolution, and Innateness: Philosophy, Evolutionary Biology, and Conceptual Foundations of Science“, in: Valerie Gray Hardcastle (Hg.): *Where biology meets psychology. Philosophical essays*, Cambridge, MA: MIT Press 1999 (= *A Bradford book*), S. 139–179. Für biochemische Prozesse auf der Ebene von Proteinen vgl. Lemont B. Kier/Cho-Kung Cheng/Bernard Testa: „Studies on the Chreode Theory of Ligand Diffusion“, in: *Journal of Chemical Information and Computer Sciences* 43 (2003), S. 255.

53 Vgl. z. B. Robin Holliday: „Epigenetics comes of age in the twenty first century“, in: *Journal of Genetics* 81 (2002), S. 1–4, hier S. 1. David Haig: „The (Dual) Origin of Epigenetics“, in: *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* 69 (2004), S. 67–70. Zur Differenz zwischen dieser molekularbiologischen Epigenetik und Waddingtons auf Entwicklungsprozesse gerichteten Epigenetik vgl. Vanessa Lux/Jörg Thomas Richter: „Einleitung“, in: dies. (Hg.): *Kulturen der Epigenetik: Vererbt, codiert, übertragen*, Berlin: de Gruyter 2014, S. xv–xxxi, hier S. xv–xxi.

Forschungsfeldes, darunter insbesondere die Figur der Reprogrammierung.⁵⁴ Waddingtons Modell behielt aber auch hier zunächst nur eine illustrativ heuristische Funktion. Dies änderte sich, als 2011 Jin Wang, Kun Zhang, Li Xu und Erkang Wang eine quantitative Beschreibung von Waddingtons epigenetischer Landschaft veröffentlichten.⁵⁵ Diese gilt derzeit als mathematischer Beleg für die Gültigkeit von Waddingtons topographischem Modell für die Zellentwicklung. Wang et al. modellierten hierbei auch explizit Chreoden:

Here we develop a theoretical framework to show the existence of such a landscape as the formal representation of the dynamics of a gene circuit and quantify its detailed topography. We define Waddington's chreodes – the biological paths (or trajectories) of development. Herein, the entity that changes, and hence is embodied by the marble, is the gene expression pattern of a cell that reflects the network state of the genes in a particular network.⁵⁶

Die experimentelle Grundlage für das mathematische Modell lieferten multipotente Progenitorzellen, die sich in zwei verschiedene Blutzellenarten differenzieren können. Die Landschaft repräsentiert die Wahrscheinlichkeiten, dass die Zelle einen bestimmten Zellendzustand, definiert als Genexpressionsmuster und verstanden als funktionelle Spezialisierung, erlangt.

Das mathematische Modell bestätigt einige der Eigenschaften von Waddingtons Chreode. Insbesondere weisen die Entwicklungspfade eine relative Stabilität gegenüber Umwelteinflüssen auf. Auch betonen die Autoren: „The quantitative description of the landscape and paths now allow for predictions“.⁵⁷ Damit geht das Modell über eine bloße Illustration hinaus und erfüllt ein wesentliches Kriterium der von Waddington angestrebten Mathematisierung. Entsprechend schlussfolgern Wang et al. dann auch: „The Waddington landscape is no longer a metaphor. It is physical and quantifiable by the underlying probability landscape“.⁵⁸ Zugleich verweisen Wang et al. aber auch auf vier wesentliche Unterschiede zu Waddingtons Annahmen, die sie auf der Grundlage ihres Modells spezifizieren konnten:⁵⁹

1. Zellen können während der Entwicklung ein Stadium vorübergehender Stabilität erlangen, bevor sie einen differenzierten Endzustand einnehmen. Dies ist etwa bei adulten Stammzellen und noch bei den etwas weiter spezialisierten Progenitorzellen der Fall.
2. Die Richtung, mit der ein temporär stabiler Zellzustand verlassen wird, ist teilweise zufällig und beeinflusst zugleich die Zelldifferenzierung und damit den Endzustand der Zelle.
3. Die Entwicklungspfade folgen nicht dem tiefs-

⁵⁴ Vgl. Jan Baedke/Christina Brandt: „Die andere Epigenetik: Modellbildung in der Stammzellbiologie und die Diversität epigenetischer Ansätze“, in: Vanessa Lux/Jörg Thomas Richter (Hg.): *Kulturen der Epigenetik* (Anm. 53), S. 23–41.

⁵⁵ Jin Wang/Kun Zhang/Li Xu/Erkang Wang: „Quantifying the Waddington landscape and biological paths for development and differentiation“, in: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 108 (2011), S. 8257–8262.

⁵⁶ Ebd., S. 8357.

⁵⁷ Ebd., S. 8620.

⁵⁸ Ebd.

⁵⁹ Ebd., S. 8620–8621.

ten, scheinbar von der Gravitation vorgegebenen Weg, wie man nach Waddingtons Illustration annehmen könnte. „This is due to the fact that dynamics is controlled by both the force from landscape gradient and the force from the curl flux. The curl flux force makes the developmental path deviate from the steepest descent gradient path.“⁶⁰ Und 4. sind die Pfade nicht reversibel, d. h. bei der Reprogrammierung in einen früheren Zellzustand werden die Prozesse der Zellspezialisierung nicht umgekehrt, sondern die Zelle nimmt einen anderen Weg hin zu weniger spezialisierten Genexpressionsmustern.

Vor der Veröffentlichung von Wang et al. (2011) hatte bereits Sui Huang Fortschritte bei der Mathematisierung von Waddingtons epigenetischer Landschaft veröffentlicht. Er beschrieb mit Joseph Xu Zhou, Mohammad D. S. Aliyu und Erik Aurell Zellzustände mathematisch als Attraktoren in einem topographischen Modell und stellte den Bezug zu Waddingtons epigenetischer Landschaft her.⁶¹ Die Arbeitsgruppe von Wang et al. baute auf die Vorarbeiten Huang's auf.⁶² Die Hoffnung auf eine Mathematisierung seiner epigenetischen Landschaft, die Waddington ab 1970 in den jungen Kauffman setzte,⁶³ hat sich damit auf Umwegen letztlich erfüllt. Huang hatte an der Universität in Calgary mit Kauffman zusammengearbeitet.⁶⁴ Dass die Mathematisierung der epigenetischen Landschaft eine Integration der verschiedenen Ebenen biologischer Entwicklung von der Zelldifferenzierung bis zur Evolution ermöglicht, hat sich jedoch nicht gezeigt. Nicht nur bleibt die erfolgreiche Mathematisierung der Chreode bislang auf einzelne Fälle der Zelldifferenzierung beschränkt. Auch die mathematische Integration der Zellzustandslandschaften aus der Epigenetik mit den topographischen Modellen von Genregulationsnetzwerken aus der Genetik steht aus. Da sich diese auf unterschiedliche Definitionen von Zellzuständen beziehen, ist fraglich, ob die Integration in *einem* topographischen Modell überhaupt möglich und sinnvoll ist.⁶⁵ Die Lücke zwischen Genexpression und Zelldifferenzierung, zwischen genetischer und

60 Ebd., S. 8261.

61 Vgl. z. B. Joseph Xu Zhou/Mohammad. D. S. Aliyu/Erik Aurell/Sui Huang: „Quasi-potential landscape in complex multi-stable systems“, in: *Interface* 9 (2012), S. 3539–3553.

62 So findet sich in den Acknowledgements des Artikels, in dem Wang et al. ihr mathematisches Modell der epigenetischen Landschaft präsentieren, eine Danksagung an Sui Huang. Vgl. Wang/Zhang/Xu/Wang: „Quantifying the Waddington landscape“ (Anm. 55), S. 8262.

63 Vgl. Conrad Hal Waddington: „Preface“, in: ders. (Hg.): *Towards a Theoretical Biology*, 3 (Anm. 38). Ders.: „Der gegenwärtige Stand der Evolutionstheorie“ (Anm. 3).

64 Dies hat sich auch in gemeinsamen Veröffentlichungen zur mathematischen Beschreibung von Genregulationsnetzwerken niedergeschlagen, siehe z. B. Sui Huang/Ingemar Ernberg/Stuart Kauffman: „Cancer attractors: A systems view of tumors from a gene network dynamics and developmental perspective“, in: *Seminars in Cell & Developmental Biology* 20 (2009), S. 869–876.

65 Vgl. z. B. Christoph Bock: „Ein integrierter Ansatz zur Beschreibung und Analyse genetisch-epigenetischer Zellzustände“, in: Lux/Richter (Hg.): *Kulturen der Epigenetik* (Anm. 53), S. 142. Christoph Bock schlägt stattdessen vor, hinzunehmen, „dass beide Perspektiven komplementäre Aspekte eines breiteren Begriffs von Zellzuständen darstellen und diese auch empirisch greifbar machen. So verstanden kann sich eine Zelle eines gegebenen genetischen Zellzustands (definiert durch die Aktivitätszustände aller Gene und Proteine) in verschiedenen epigenetischen Zuständen befinden, je nachdem, welche genregulatorischen Regionen epigenetisch aktiviert oder unterdrückt sind“ (ebd.).

embryologischer Perspektive, die Waddington durch die Mathematisierung überwinden wollte, besteht trotz erster Übersetzungsversuche⁶⁶ tendenziell weiter.

Diesen Grenzen der Mathematisierung steht eine wachsende ikonographische Bedeutung der epigenetischen Landschaft in den Lebenswissenschaften gegenüber. Im Vergleich zu dieser werden Waddingtons theoretische Überlegungen vergleichsweise wenig rezipiert.⁶⁷ Waddingtons Chreode bleibt vom Bild seiner epigenetischen Landschaft überschattet.

Abbildungsnachweis

Abb. 1: Teil der epigenetischen Landschaft, aus: Conrad Hal Waddington: *The Strategy of the Genes: A Discussion of some Aspects of theoretical Biology*, London: Allen & Unwin 1957, S. 29.

Abb. 2: Komplexes Interaktionssystem der epigenetischen Landschaft, aus: Waddington: *The Strategy of the Genes*, S. 36.

⁶⁶ Vgl. Bock: „Ein integrierter Ansatz“ (Anm. 65), S. 142–149.

⁶⁷ Baedke: „The epigenetic landscape“ (Anm. 49), S. 769.

LISA BORLAND

A Synergetic Approach to the Dynamics of Financial Markets

Synergetics,¹ a fascinating interdisciplinary science initially proposed by Hermann Haken in the late 1960s, is a framework for understanding the interaction effects of very large complex systems, with an emphasis on explaining how self-organized macroscopic phenomena can emerge as a result of these underlying interactions. An especially exciting aspect is that entirely new and distinct properties of the system can emerge somewhat spontaneously. The approach has seen great success in a host of fields ranging from physics and chemistry to brain science and economics.

Commonalities of synergetic systems are such that they are open systems consisting of very many interacting sub systems. They are far from equilibrium, and there are often dynamics that emerge on different time scales so that slower moving patterns, or 'modes' can enslave or dominate, the faster moving dynamics. These dominant modes show up as the macroscopic organized patterns or behavior of the system and are therefore called order parameters. Self-organized macroscopic structure is not always present in the system but is usually brought on when an external variable called the control parameter (such as for example the temperature, energy flux, or some other characteristic of the environment) surpasses a critical threshold.

The most often used example to elucidate the general concepts of synergetics is that of laser light. Here, the interacting subsystems are the excited electrons of the atoms. All else equal, these will each transition from an outer to inner orbit independently of the others, and in aggregate white light will be emitted. But if energy is pumped into the system above a certain threshold, a coherent field emerges which interacts with the electrons in such way that they follow the coherent wave and all make lock-step transitions so that the light emitted is of the same wavelength, namely laser light. Another example comes from fluid dynamics. If a pan of oil is heated slowly from below, under certain conditions a hexagonal pattern will appear. It is almost as if the oil molecules know exactly where to line up in the pan to create this pattern. But in fact, it is again an example of a slower mode emerging under certain environmental conditions, which enslaves the faster dynamics of the system resulting in a macroscopic self-organized structure.

An additional interesting aspect of synergetics is the interplay between deterministic and random forces. Indeed, the presence of random fluctuations in the system allows for the macroscopic properties of the system to evolve into new (meta)stable states as the control parameter changes. What is actually happening is that the old state becomes unstable, much as a pencil balancing on its tip. The pencil can in principle stay on its tip if carefully set up, but small fluctuations will

¹ See Hermann Haken: *Synergetics: An Introduction*, Berlin/New York, NY: Springer 1977.

act upon it and it will ultimately fall in a certain direction that in fact depends on the fluctuations. In a similar fashion, the presence and structure of noise play essential roles in driving the evolution of a synergetic system.

Sometimes, as in the case of the laser, the self-organizing dynamics of the order parameter can be derived from microscopic first principles. In many other cases, however, this is not possible and instead, a high level description of the stochastic dynamics of the order parameter suffices. In yet other cases, an intermediate level of description can be attained, starting not with the very basic, most finely grained dynamics of the sub-systems, but with a slightly higher level of system dynamics, referred to as the mesoscopic level is possible. In this paper, the cooperative dynamics of financial markets will be discussed in such a context.

Indeed, financial markets exhibit all the properties of a synergetic system: Traders can be seen as the sub-systems, who all interact with each other and with external information so as to ultimately give rise to dynamics which determine the price of traded assets. Dynamics of the individual assets exhibit universal features in the structure of the noise (or ‘volatility’) of the prices. Then, under certain conditions when fear or uncertainty in the environment become large, the financial markets appear to behave in a self-organized, highly correlated fashion, giving rise to market panic.

The questions of synergetics as it pertains to the dynamics of financial markets (which is the focus in the present contribution) is related to – yet quite different from – the tantalizing discussion on the role of synergetics and economics. In recent years, we find quite a few articles discussing this topic. Those models are primarily concerned with explaining how a national economy can be interpreted from the point of view of synergetics. It is perhaps interesting to note that many of these articles stem from German and European authors² who are, probably for obvious reasons of locality, more exposed to the general ideas of synergetics. In the US, for example, we see fewer of these discussions; I believe there is also a terminology issue which does not necessarily mean that studies along the lines of Haken’s synergetics are not present, the author may be unaware of them or they may just not always be referred to by that name.

The Dynamics of Financial Markets

Financial markets represent perhaps some of the most complex systems in existence with the added pitfall that it is nearly impossible to perform experiments on or with them. In addition, the system is inherently highly non-stationary. The price formation process is clearly the result of both local and global interactions on a multitude of different time scales. Individuals all over the world (and, increasingly, their respec-

² See Viktor Yakimstov: “Theoretical Basis for Synergetics of Economic Processes”, in: *European Scientific Journal* 10 (2014) 4, pp. 83–89. Andreas Liening: “Synergetics – Fundamental Attributes of the Theory of Self-Organization and its Meaning for Economics”, in: *Modern Economy* 5 (2014), pp. 41–847.

tive algorithms) post orders to buy or sell a particular stock at a particular price. The motivation can be purely need based and utilitarian, but it can also be purely speculative, as with a trader who holds the view that the stock will go up or down over a certain time horizon. Some traders care about time horizons of months or years, while others are solely interested in time horizons on the order of microseconds. Transactions are then cleared at a certain price at a given time, either by passing through the hands of a specialist on the trading floor or automatically on the many electronic markets which have sprouted in recent years. Most of these transactions have been recorded for at least two decades on a tick by tick basis, and this has resulted in an ever-growing database of, among other things, the historical prices and traded volumes of assets. The 'price' of a stock at a given time is considered to be the price at which the most recent transaction occurred. Note that in a fragmented market (such as the foreign exchange market) or in markets where the flow of information occurs at varying speeds, there is not necessarily one single definition of the price available, but this interesting feature is not one we shall not delve into here.

Apart from the fundamental properties of the company whose stock is being traded, factors such as supply and demand clearly must affect the price of stocks, as well as general trends in the particular industry in question. Stock specific events, such as mergers and acquisitions, have a big impact, as do world events, such as wars, terrorist attacks, and natural disasters. Recent examples of this are the dramatic events seen in 2007 and 2008 which were perhaps caused by fundamental flaws in our credit-based economy. The European debt crisis is another example, as is government intervention.

Stocks are, for the most part, traded on a central limit order book, such as the New York Stock Exchange. Modeling the intricate dynamics and micro-structure of this order book is a field of study which has gained traction in recent years.³ If we borrow terminology from physics, this level of description could be seen as similar to the microscopic level. However, it is often more tractable to use a mesoscopic description which aims at describing the price process as a stochastic Langevin equation where the key feature is how to capture the volatility, or noise, that drives the process.

This is the most important effect since stock price changes (or returns) are essentially unpredictable from moment to moment. Therefore, the deterministic part of the equation is less interesting from a modeling point of view. This mesoscopic view fits well into the framework of description employed within the field of synergetics and constitutes the level of description that we shall explore here.

For many years and in a large body of the financial literature, the random nature of price time series was modeled as a simple Brownian motion by most. The first to

³ See Jean-Philippe Bouchaud/Yuval Gefen/Marc Potters/Matthieu Wyart: "Fluctuations and Response in Financial Markets: The Subtle Nature of Random Price Changes", in: *Quantitative Finance* 4 (2004), pp. 176–190. James Dooyne Farmer/Austin Gerig/Fabrizio Lillo/Mike Szabolcs: "Market Efficiency and the Long-Memory of Supply and Demand: Is Price Impact Variable and Permanent or Fixed and Temporary?", in: *Quantitative Finance* 6 (2006), pp. 107–112.

propose such a model was Louis Bachelier in his thesis in 1900, which lay largely undiscovered until much later when Fischer Black and Myron Scholes wrote their famous paper in 1973 based on a very similar model.⁴ They made important contributions in particular to the pricing of options, for which they received the Nobel Prize. Options are traded instruments that give the holder the right, not the obligation, to buy a stock at a later date at a certain price called the strike price. In Black's and Scholes's work, the log price is assumed to follow a Gaussian distribution. Even today, many trading assumptions and risk control notions are based off of that prior. However, in more recent years, there has been a large body of work documenting in quite some detail and with statistical accuracy (due largely to the vast amount of observations available) that the time series of financial market data show some intriguing statistical properties that deviate substantially from the Gaussian assumption. These features are referred to as stylized facts.⁵ It is interesting to note that many of the stylized facts appear to be universal, in the sense that they are exhibited by a variety of financial instruments relating to commodities as diverse as wheat, currencies (such as the Euro-Dollar rate), and individual stocks. Some are also exhibited over various periods in history (and can therefore be seen as stationary); others are exhibited on multiple time scales (and so can be seen as self-similar).

Other interesting properties pertain to the dynamics and statistics of the cross-section of financial instruments. Ultimately, the goal is to comprehend and model the joint stochastic process of the price formation dynamics of the collection of stocks across time. Therefore, investigating various statistical properties both across time and across stocks is essential. The challenge then lies in coming up with a model that captures the dynamics inherent in the data. In addition, it is desirable that such a model be somewhat intuitive, parsimonious, and somewhat easy to use from a mathematical point of view.

Next follows a brief review of a class of models that have been proposed in recent years, aimed at modeling the stock price dynamics in such a way as to capture as many of the statistical properties of real financial data as possible.⁶ It will be shown how these models could be used for important applications such as the pricing of options and other derivative instruments. In the first part of this article, the focus is on financial time series, and in the second part cross-sectional dynamics across a universe of stocks are discussed. In all cases, it becomes apparent that notions of nonlinear cooperative feedback appear to be essential ingredients in this very complex real-world system.

4 See Fischer Black/Myron Scholes: "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", in: *The Journal of Political Economy* 81 (1973), pp. 637–654.

5 See Jean-Philippe Bouchaud/Marc Potters: *Theory of Financial Risks and Derivative Pricing*, Cambridge: Cambridge University Press 2004. Parameswaran Gopikrishnan/Vasiliki Plerou/Luís A. Nunes Amaral/Martin Meyer/H. Eugene Stanley: "Scaling of the Distribution of Fluctuations of Financial Market Indices", in: *Physical Review E* 60 (1999), pp. 5305–5316.

6 See Lisa Borland: "A Theory of Non-Gaussian Option Pricing", in: *Quantitative Finance* 2 (2002), pp. 415–431. Lisa Borland/Jean-Philippe Bouchaud: "A Non-Gaussian Option Pricing Model with Skew", in: *Quantitative Finance* 4 (2004), pp. 499–514.

Stylized Facts across Time

The time series of stock returns, defined as relative price changes or log price changes, typically exhibits intermittent clusters of higher versus lower magnitude returns, as shown in the bottom part of figure 1. This phenomenon is known as volatility clustering. As a consequence, the probability distribution of these financial returns is typically fat-tailed. In fact, it has been shown that the distribution of both intra-day and daily returns can be very well fit by a power-law tail of about -3 (referred to by some as the cubic law of finance).⁷ This tail index is consistent with that of a Student's-t distribution with 3–5 degrees of freedom (equivalent to a so-called Tsallis distribution with index $q = 1.4$ – 1.5). This very same distribution fits to returns from a wide variety of financial instruments, such as stocks, currencies, and commodities, with much the same tail index (see figure 2). Because of this rather universal behavior, the non-Gaussian distribution is an important stylized fact. Therefore, any model of financial data should clearly try to capture at least this important feature. A related stylized fact is constituted by the observation that, as the time lag over which returns are calculated is increased, this power-law behavior of the distribution of returns persists for quite a while. In fact, the distribution only becomes Gaussian after the time lag approaches the order of a few months.⁶ This feature is a signature of long-range memory being involved in the process, implying that while the random innovations from event to event are uncorrelated, they are not necessarily independent.

Volatility is typically defined as the square root of the squared variation of returns. Obviously, this definition is not unique because one can choose to calculate the squared variation over an arbitrary period of time. But as it turns out, the statistical properties of volatility are not that sensitive to the exact choice of a time frame. If financial data were Gaussian distributed, then the volatility would be the standard deviation of that distribution. In fact, this assumption is still made both by practitioners and in theoretical works in mathematical finance, although there is increasing awareness about the shortfalls of such an assumption. In practice, for example, the devastating effects of the Gaussian assumption were seen in August of 2007 and October of 2008, when investors panicked claiming that '25-sigma events' were wiping them out. In fact, these types of statements are only true if the underlying distribution is assumed to be Gaussian. If a heavy-tailed distribution is assumed instead, then the behavior of the markets as we have seen them in recent years is to be expected with a probability of about one or two extreme events per decade. Clearly, it is extremely important for hedging and risk control purposes to have a richer understanding of volatility.

The time series of the volatility of the Dow Jones index for the past century exhibits clear periods of lower and higher volatility typically clustered together. Note

7 See Xavier Gabaix/Parameswaran Gopikrishnan/Vasiliki Plerou/H. Eugene Stanley: "A Theory of Power-Law Distributions in Financial Market Fluctuations", in: *Nature* 423 (2003), pp. 267–270.

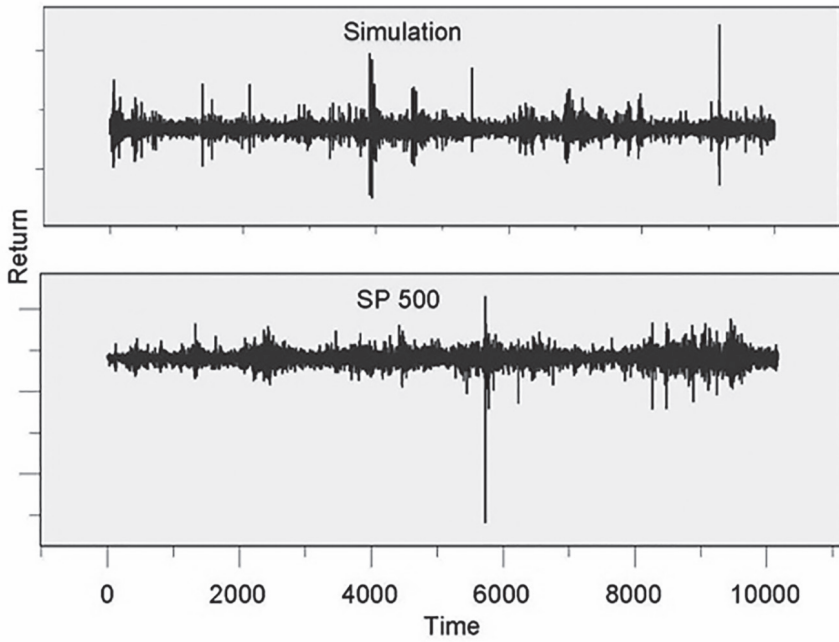


Figure 1: The time series of returns of the Dow Jones index since 1928 (bottom). The top shows the time series of returns resulting from a cooperative multi-timescale feedback model, which captures most of the interesting statistical features of real returns, such as the clustering of volatility.

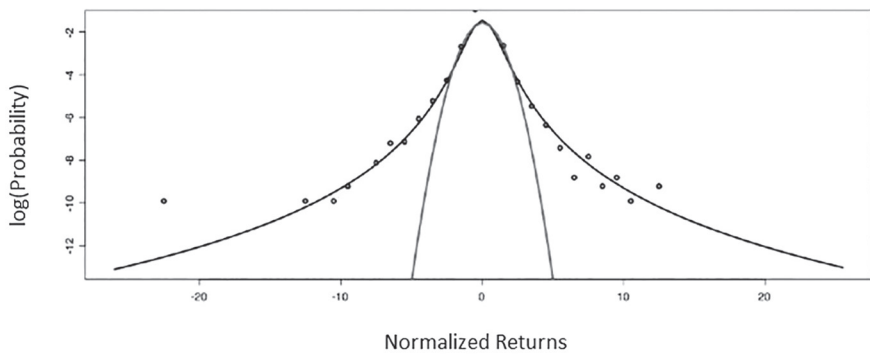


Figure 2: The empirical distribution of real market returns (dots) is shown together with a Gaussian distribution of the same standard deviation (red) and a fit with a fat-tailed Student's-t distribution with 5 degrees of freedom (Tsallis distribution of index $q = 1.5$) as shown by the black line.

that while the distribution of returns is fat-tailed, volatility itself follows a distribution that is close to log-normal. Interestingly, the same type of statistics is valid for volatility calculated either daily or every 5 minute within the day, implying a self-similar structure. The fact that volatility is self-similar on different time scales is a universal feature. The clustering feature that is observed is a signature that memory is inherent in volatility; if volatility is high, it will persist for a while. This memory can be quantified by looking at the how the autocorrelation of volatility persists over increasing lags in time. Causality is also a feature inherent in the structure of volatility. In other words, if you take a time series of volatility, the statistical properties of future volatility conditioned on the past are not the same as the properties of past volatility conditioned on the future. This reinforces the notion that volatility has a memory. There are some other interesting statistical features that relate to conditional volatility. Specifically, if you look at the probability of observing the volatility of a certain magnitude given that a volatility shock larger than a set threshold was just observed, what you will see translates into an instance of the Omori law for volatility⁸. Just as earthquakes are followed by aftershocks, volatility shocks are followed by other larger than normal shocks. Another stylized fact of volatility that exhibits some temporal asymmetry is the so-called leverage effect, which describes the positive correlation between negative returns and volatility: large negative price drops will give rise to subsequently higher volatility.

Stock Price Models

Several different models have been proposed in an attempt to capture fat tails and volatility clustering which do not exist in the Gaussian, Bachelier or Black-Scholes models. Popular approaches include Lévy processes⁸, which induce jumps and thus fat tails on short time scales, but convolve too quickly to the Gaussian distribution as the time scale increases. Stochastic volatility models, such as the Heston model⁹, where the volatility is assumed to follow its own mean-reverting stochastic process, reproduce fat tails, but do not account for the long-term memory observed in the data. The same holds true for the simplest of Robert Fry Engle's Nobel Prize winning GARCH models¹⁰ in which the volatility is essentially an autoregressive function of past returns. Multi-fractal stochastic volatility models (similar to cascade models of turbulent flow) reproduce many of the stylized facts and are thus promising candidates for more accurate representations of these phenomena with the

8 See Fabrizio Lillo/Rosario N. Mantegna: "Power law relaxation in a complex system: Omori law after a financial market crash", in: *Physical Review E* 68 (2003), DOI: 016119.

9 See Steven L. Heston: "A Closed-Form Solution for Options with Stochastic Volatility with Applications to Bond and Currency Options", in: *The Review of Financial Studies* 6 (1993), pp. 327–343.

10 See Tim Bollerslev/Robert Fry Engle/Daniel B. Nelson: "ARCH Models", in: Robert Fry Engle/Daniel L. McFadden (eds.): *Handbook of Econometrics*, Vol. 4, Amsterdam: Elsevier Science 1994, pp. 2961–3038.

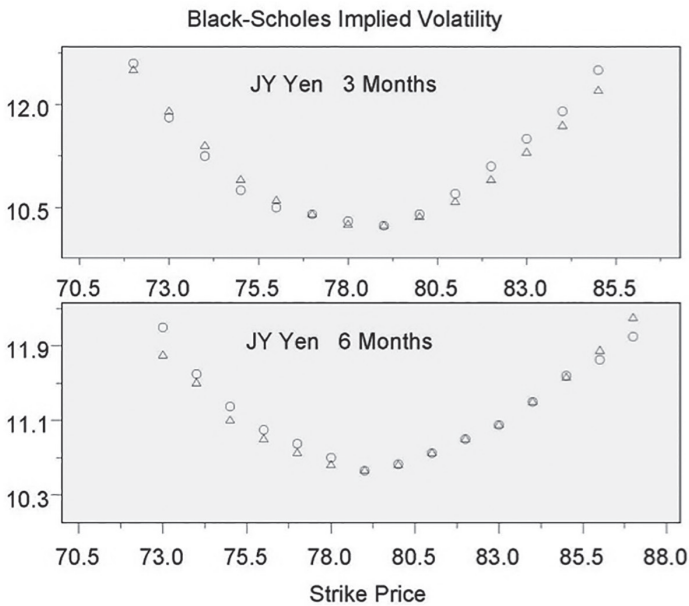


Figure 3: The Black-Scholes model for option pricing is based on a Gaussian distribution. The volatilities that need to be used with that model to capture real prices vary with the option strike price (the price at which the holder has the right to purchase the underlying stock) in such a way to compensate for tail effects. The non-Gaussian statistical feedback model takes into account nonlinear cooperative effects and yields option prices that closely match the market with just one volatility parameter. For comparative purposes, the implied Black-Scholes volatilities of that model (circles) are shown here with implied volatilities of real option prices (triangles).

limitation that they are strictly symmetric in terms of time reversal, a stark contrast to the empirical evidence.¹¹ In addition, most of the above-mentioned models are difficult if not impossible to deal with analytically. Analytic tractability is desirable for reasons such as efficiently calculating the fair price of options or other financial derivatives traded globally in high volumes.

A few years ago, a rather realistic model of stock returns based on a statistical feedback model was developed. It was inspired by ideas from non-extensive thermodynamics¹² that aimed at including cooperative effects in the spirit of synerget-

11 See Jean-François Muzy/Jean Delour/Emmanuel Bacry: "Modelling Fluctuations of Financial Time Series: From Cascade Process to Stochastic Volatility Model", in: *The European Physical Journal B* 17 (2000), pp. 537–548.

12 See Constantino Tsallis: *Introduction to Nonextensive Statistical Mechanics: Approaching a Complex World*, New York, NY: Springer 2009.

ics. In order to incorporate the afore-mentioned power-law statistics on the distributions of real returns, which are very stable over time scales ranging from minutes to weeks, and which only slowly converge to Gaussian statistics in very long time scales, it was proposed that the fluctuations driving stock returns could be modeled by a statistical feedback process. This was formulated in such a manner that the volatility at a given instant was inversely proportional to the probability of observing the most recent price, given an initial price level at time 0. Hence, unusually big (rare) returns lead to larger subsequent volatility, and vice versa, more normal returns lead to more subdued volatility.

Therefore, the statistical feedback term can be seen as capturing the market sentiment or collective behavior of market participants. Intuitively, this means that, if the market players observe unusually high deviations of the log price change, the effective volatility will be high due to general market panic. Conversely, traders will react more moderately if the price change is close to its more typical or less extreme values. As a result, the model exhibits intermittent behavior consistent with that observed in the effective volatility of markets. To incorporate the subtle effect of skew and the stylized fact known as the leverage effect, we further extended the stock price process to include asymmetries.¹³ This model was used to derive generalized formulae for pricing options in the presence of fat tails. The model exhibits remarkably good agreement with real option prices (figure 3).

The Multi-Timescale Model

Although very successful for pricing options, the statistical feedback model is still not entirely realistic. The main reason is that there is one single characteristic time in that model. In particular, the effective volatility at each time is related to the conditional probability of observing an outcome of the process at time t given what was observed at time $t = 0$. For option pricing, this is perfectly reasonable because one is interested in the probability of the price reaching a certain value at some point in the future based entirely on one's current knowledge. However, this is a shortcoming when it comes to modelling real stock returns. Particularly in real markets, traders drive the price of the stock based on their own trading horizon. There are traders who react to each tick the stock makes and others who react to what they believe to be relevant on the horizon of a year or more, and, of course, there is the entire spectrum in between. Therefore, an optimal model of real price movements should attempt to capture this existence of multiple time scales and long-range memories.

A natural extension of this model would mean generalizing its scope in order to include feedback over many time scales instead of just one.¹⁴

¹³ See Borland/Bouchaud: "A Non-Gaussian Option Pricing Model with Skew" (note 6).

¹⁴ See Lisa Borland/Jean-Philippe Bouchaud: "On a Multi-Timescale Statistical Feedback Model for Volatility Fluctuations", in: *The Journal of Investment Strategies* 1 (2011/2012), pp. 65–104.

If one assumes that the mean drift of the stock can be set to zero, then the random price return dy at time i is constructed as the product of a time-dependent volatility σ_i and a random variable ω_i of zero mean and unit variance:

$$dy_i = \sigma_i d\omega_i \quad \text{Equation 1}$$

The volatility for a given stock k is written to include feedback over multiple time scales i-j:

$$\sigma_i^k = \sigma_0 \left(1 + \sum_{j=1}^{\infty} g_{i-j} (y_j^k - y_i^k)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad \text{Equation 2}$$

where i and j correspond to time. Here, σ_0 is the baseline volatility and the parameter g is a coupling constant that controls the strength of the feedback. This coupling g scales as an inverse power of the time scale $g = g_0 (i-j)^{-\gamma}$, where γ determines the decay rate of memory in the system which represents the relative importance between short-term and long-term traders. The model can be calibrated to real stock data and the main stylized facts of stock returns are reproduced. In figure 1, a simulation of that model is shown. The process describes real data very well, with obvious periods of lower and higher volatility clustering together.

Another powerful class of processes which has recently been used to describe the arrival of clustered volatility events is the self-exciting Hawkes process.¹⁵ This is similar in spirit to the multi-timescale feedback model in that the intensity of arrival times of events is modeled by a function that contains a kernel which attributes the weights to be given to past events. Thereby, memory is captured in this process, a key feature of all realistic models of stock price innovations.

Statistical Signatures across Stocks: The Self-Organization of Correlation

Up until now, this text has focused on understanding and modeling the dynamics of stock returns across time. However, in order to grasp the properties of the full joint stochastic process driving markets, we turn our attention to the cross-sectional dynamics across a universe of stocks at any given point in time. Along these

¹⁵ See Alan G. Hawkes: "Point Spectra of Some Mutually Exciting Point Processes", in: *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)* 33 (1971), pp. 438–443. Vassil Chatalbashev/ Yifan Liang/Ari Officer/Nikolaos Trichakis: *Exciting Times for Trade Arrivals. MS&E Investment Practice Project Report*, Stanford University 2007, <http://users.iems.northwestern.edu/~armbruster/2007msande444/report1a.pdf> (accessed March 2015). Stephen J. Hardiman/Nicolas Bercot/ Jean-Philippe Bouchaud: "Critical Reflexivity in Financial Markets: A Hawkes Process Analysis", in: *The European Physical Journal B* 86 (2013), pp. 1–9.

lines, there have been several studies in recent years that focus on exploring the structure and dynamics of correlations across the different stocks that comprise the market.¹⁶ In particular, these models explore correlations during market stress or times of bubbles, panic, and crashes. This is important because in such extreme scenarios investors are at the highest risk; their usual models and world views might break down, and the results could be devastating as seen in August 2007, October 2008, or during the so called ‘Flash Crash’ of May 2010.

Some of the author’s contributions in this area have investigated whether there are any particular cross-sectional statistical signatures in these periods of market panic.¹⁷ To get a grasp on the cross-sectional distribution of stock returns at a given time point, one can look at moments such as the mean, standard deviation, skew, and kurtosis, as a function of time. The standard deviation of returns is widely referred to as dispersion. Calculated across 1500 United States stocks and plotted for the time period 1993–2009, the dispersion grows relatively big during the time periods of panic, in accordance with the discussion above. However, the more striking discovery comes when the cross-sectional kurtosis is plotted alongside the dispersion or together with market returns (figure 4). Even by eye, it is quite clear that there is a strong negative correlation between the two quantities, which is in fact about -25%. In times of panic, dispersion is high yet excess kurtosis practically vanishes. In more normal times, the dispersion is lower but the cross-sectional excess kurtosis is typically very high. The correlation of stocks over time was also studied, and can be captured by the variable s which is defined below in Equation 3. The empirical results show that during times of panic, correlations rise dramatically.

It is desirable to have a model that can explain all of these findings, namely, to preserve the fat-tailed time series properties of stocks, but which gives rise to the remarkable reduction in kurtosis and an increase in correlations cross-sectionally, which are characteristic of market panic. In such times, dispersion is high yet kurtosis is low, which implies that the data are more Gaussian in times of panic. This can be explained partially by the fact that the volatilities of the individual stocks are

16 See Tobias Preis/Dror Y. Kenett/H. Eugene Stanley/Dirk Helbing/Eshel Ben-Jacob: “Quantifying the Behavior of Stock Correlations under Market Stress”, in: *Nature* (2012), <http://www.nature.com/srep/2012/121018/srep00752/full/srep00752.html> (accessed March 2015). Fabrizio Lillo/Rosario N. Mantegna: “Variety and volatility in Financial Markets”, in: *Physical Review E* 62 (2000), pp. 6126–6134. Didier Sornette: *Why Stock Markets Crash: Critical Events in Complex Financial Systems*, Princeton, NJ: Princeton University Press 2002. Taisai Kaizoji: “Power Laws and Market Crashes – Empirical Laws on Bursting Bubbles”, in: *Progress of theoretical physics*, Supplement 162 (2006), pp. 165–172. Giacomo Raffaelli/Matteo Marsili: “Dynamic Instability in a Phenomenological Mode of Correlated Assets”, in: *Journal of Statistical Mechanics* 8 (2006), http://iopscience.iop.org/1742-5468/2006/08/L08001/pdf/1742-5468_2006_08_L08001.pdf (accessed March 2015).

17 See Lisa Borland: “Statistical Signatures in Times of Panic: Markets as a Self-Organizing System”, in: *Quantitative Finance* 12 (2012), pp. 1367–1379. Lisa Borland/Yoan Hassid: “Market Panic on Different Time-Scales”, in: *ArXiv e-prints* 1010.4917 (2010), <http://arxiv.org/abs/1010.4917> (accessed March 2015).

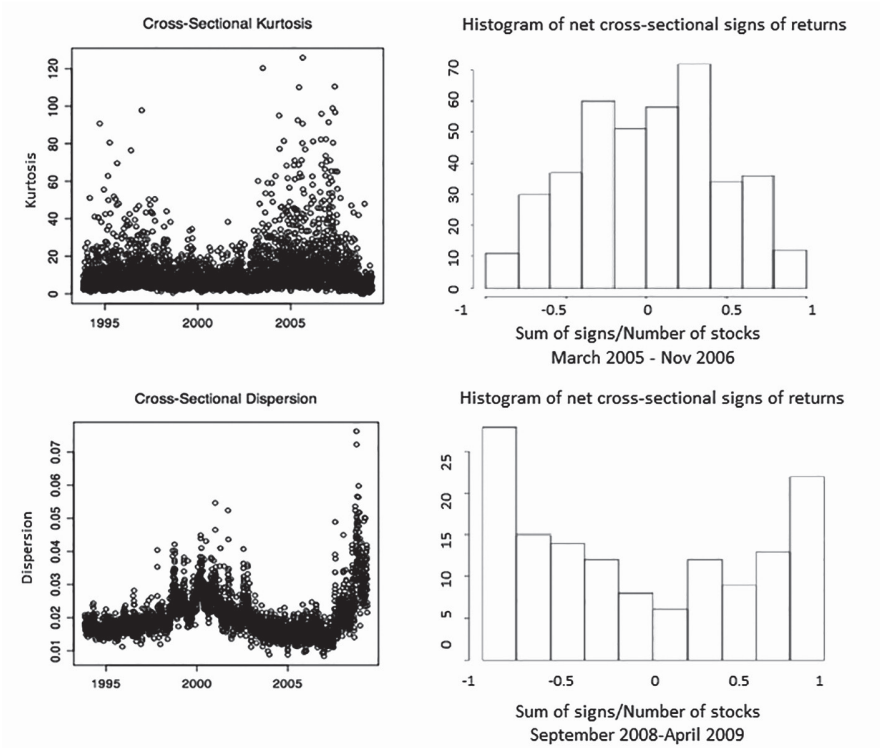


Figure 4: Left: Across the universe of stocks, the standard deviation (called dispersion) and the kurtosis are plotted over time. In times of perceived panic, dispersion is high while cross-sectional kurtosis is very low. The two quantities show strong negative correlation. Right: The empirical histogram of the quantity s (the ratio of the number of stocks that go up minus the number of stocks that go down, over the total number of stocks) is unimodal in normal times and bimodal in times of panic.

higher yet more alike in times of panic, which might be one contributing effect. However, it appears that the behavior of cross-sectional correlations is what drives the statistical signatures of markets in times of panic.

Now, in the full spirit of Haken’s synergetics, a proxy for the collective behavior of all stocks in the market is defined as

$$s_{up} = \frac{s_{up} - s_{down}}{s_{up} + s_{down}} \tag{Equation 3}$$

where s_{up} is the number of stocks that have positive returns over a given interval, and s_{down} is the number of stocks that have negative moves on that same interval (for example, over the course of one day). If $s = 0$, then roughly the same number

of stocks have moved up as have moved down, and the assumption is that the stocks had little co-movement and therefore were uncorrelated. If, however, all stocks move together, either up or down, the value of s will be $+1$ or -1 , and the stocks will have high correlation. By consequence, if $s = 0$, there is no correlation, and we are in a disordered state. But if $s \neq 0$, then there is correlation, and things are in an ordered state. Let us now make a leap and connect to some terminology from physics. We shall call s the order parameter. It is a macroscopic parameter that tells us whether there is order and correlation in a system. In physics, particularly in the field of non-equilibrium thermodynamics and synergetics, the concept of the order parameter is often used to describe systems that exhibit spontaneous self-organization. Examples range from chemical kinetics to laser dynamics, from fluid dynamics to biological systems, from collective behavior in both the animal and human world to cloud formation. To illustrate the concept, let us look at an example which should be familiar and intuitive to most, namely, magnetism.

In a ferromagnetic system, the total magnetic moment depends on the orientation of the individual magnetic spins comprising the system. It is proportional to the quantity

$$m_{up} = \frac{m_{up} - m_{down}}{m_{up} + m_{down}} \quad \text{Equation 4}$$

where m_{up} and m_{down} denote the number of spins lined up and down respectively. Depending on the value of T , the magnetic system will either be in an ordered state (all spins lined up) or a disordered state (spins in random directions). To describe the dynamics of the magnetic moment m , the framework of synergetics yields the following expression, the Langevin equation

$$\frac{dm}{dt} = -am - bm^3 + F_t \quad \text{Equation 5}$$

where F_t is thermal noise. The coefficient a can be written as $a = \alpha(T - T_c)$ where T_c is the so-called critical temperature. One can envision these dynamics as motion in a potential well V . If $T > T_c$, then the only minimum is the trivial one at $m = 0$ (spins in random directions). But for $T < T_c$, two real roots appear, yielding non-zero values of m . Clearly, m can be positive or negative, depending on which minima are reached by the system (spins all up or all down). This is referred to as symmetry breaking. Due to the noise, the dynamics can also drive m from one minimum to the other. Because the value of T determines whether the system is in the disordered state ($m = 0$) or the ordered state ($m \neq 0$), it is called the control parameter. The probability distribution of the system in the disordered state will be a unimodal one, while the probability distribution of m in the ordered state will be bimodal around $+m$ and $-m$. As T passes from above to below T_c , or vice-versa, there is clearly a phase transition: the state of the system is drastically altered. In this type of symmetric system, we are dealing with a second order phase transition.

In the current setting, we make an analogy between the variable s and the magnetic moment m . There are rather drastic changes in the cross-sectional distribution of stocks in times of panic versus more normal market conditions. Histograms of s in both periods show that in normal times, s is unimodal, centered around zero, and in panic times, a bimodal distribution is observed, consistent with the framework of a phase transition leading to self-organization in panic times (see figure 4).

The dynamics of s are modeled the same as the magnetic moment, namely

$$\frac{ds}{dt} = -as - bs^3 + F_t \quad \text{Equation 6}$$

with $a = \sigma_c - \sigma_0$, where F_t is a Gaussian noise term and σ_0 corresponds to the baseline volatility level of stocks. This volatility is assumed constant across all instruments and essentially measures the general uncertainty in the environment, in this sense acting much as the temperature in the magnetic system. Note that it is the feedback effects in the system which induce stock-specific variations in volatility over time and can largely explain most of the excess volatility observed in stock time series, whereas the parameter σ_0 is not driving the stock-specific dynamics, but simply describes a ‘global’ level of risk. The quantity σ_c would correspond to a critical level of uncertainty, below which the market is in a normal phase, and above which we have the onset of panic. Much as in the case of ferromagnetism, where the control parameter T can be tuned externally above or below the critical temperature, in this model the uncertainty level σ_0 captures the external environment. In a sense, it represents the general perception of risk in the public mind.

Following the notions of synergetics, the hypothesis is that financial markets appear to exhibit a phase transition from the disordered to the ordered state after crossing a critical level of risk perception. Putting the dynamics together, one has the multi-timescale feedback process for each stock k , namely,

$$dy_i^k = \sigma_i^k d\omega_i^k \quad \text{Equation 7}$$

with $k = 1 \dots N$, and the volatility of each stock k given by equation 2.

The random variables ω_i^k are drawn from a Gaussian distribution, uncorrelated in time, yet among themselves at a given time point i across stocks k , they are correlated with correlation $|s|$. The macroscopic order parameter s is therefore just a signature of the cross-stock correlations whose dynamic behavior manifests itself in the order parameter equation of equation 6.¹⁸

What do we expect to see from this model? We have already seen that across time (see for example figure 1), it models many properties of real financial time series very well. Across stocks, if $\sigma_0 < \sigma_c$, correlations fluctuate around $s = 0$, and we expect to see a unimodal distribution of S . The cross-sectional kurtosis should be rather high

¹⁸ We impose that the coefficients must always be such that $|s| \leq 1$.

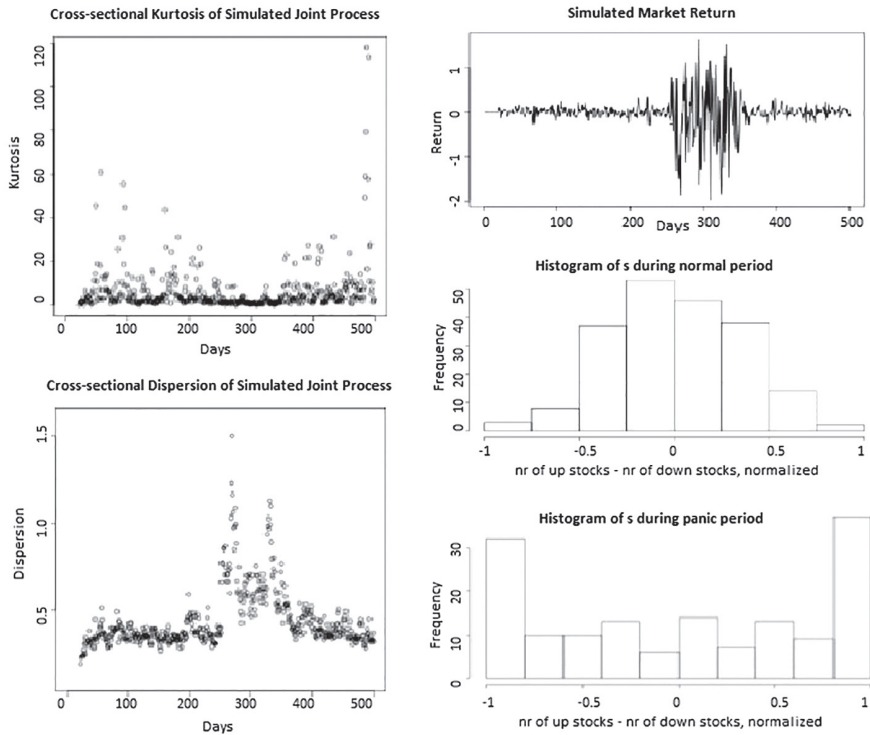


Figure 5: Results of a simulated synergetic model that captures the self-organizing behavior of the market in times of panic. Top right: A simple simulation of the aggregate market return based on a multi-timescale feedback model of the underlying stock returns. Middle and bottom right: The distribution of the order parameter s in normal times and during times of panic. Left: Cross-sectional kurtosis and dispersion of the simulated stock returns. The simulation reproduces the qualitative behavior of real markets.

since there is no mechanism to cause either stocks or stock volatilities to have any co-movement at all. Therefore, at each time point it is as if the cross-sectional returns are drawn from a Gaussian process with stochastic volatility, yielding a fat-tailed distribution as the superposition. Then, as the market crashes with $\sigma_0 > \sigma_c$, the system enters a phase transition. The order parameter s becomes $s \neq 0$ and the system enters the ordered phase with high co-movement. Because the random variables ω_i^k are now correlated across stocks, cross-sectional returns will be more similar and the distribution will have lower kurtosis. Additionally, due to the fact that the phase transition is triggered by an external shock in volatility, all stocks will tend to have higher volatilities and higher cross-sectional dispersion.

Indeed, simulations of the model confirm these expectations. In figure 5, results are shown using the realistic assumption that the baseline volatility is roughly

$\sigma = 20\%$, and at a certain time a volatility shock $\sigma_{shock} = 60\%$ (consistent with levels observed in the VIX volatility index¹⁹ in late 2008) is applied to the system. This external fear induces a phase transition from the disordered state where correlation among stocks is relatively low (centered at around zero) to a highly ordered state where the correlations are significantly different from zero, namely $|s| \approx 80\%$. When the shock subsides, the system slowly decays to the disordered state again.

As expected, the market volatility rises when s is in the ordered state, which corresponds to the panic phase. In addition, the cross-sectional dispersion rises during the market panic, while the cross-sectional kurtosis drops close to zero. The correlation between the two quantities in this example is -17% , consistent with empirical observations that also showed a strong negative correlation as well. Histograms corresponding to the distribution of the order parameter s in the normal market phase as well as in the panic phase are in excellent agreement with the empirical observations of the real market data, namely, unimodal in the normal phase and bimodal during panic.

Other Agent Based Models and Network Approaches

So far, we have mainly discussed a modeling approach to the dynamics of financial time series based on the mesoscopic level, namely, by way of stochastic equations for the evolution of price and volatility. Other approaches involve modeling the market participants as independent agents, interacting with each other according to certain rules and utilities. Although much of this research does not explicitly make reference to synergetics as a field, it is easy to see that the basic notions could be cast in such a framework since they have all the necessary ingredients: They all display local nonlinear interactions that lead to higher order macroscopic dynamics, which in turn mimic many properties of financial observables. One example is the body of work concerned with minority games.²⁰ Another interesting class of models that does directly utilize tools from synergetics are the heterogeneous agent models.²¹ Here, the market participants (or agents) are assumed to be in two main groups: fundamentalists and chartists. Fundamentalists believe that the asset price will revert back to its fundamental value; chartists on the other hand will either buy or sell depending on factors such as the prevailing price trend. Essentially, modeling the competition and interaction between these two groups of agents, these

19 Also known as the “fear index”. For explanations and further literature, see <http://en.wikipedia.org/wiki/VIX> (accessed March 2015).

20 See Damien Challet/Matteo Marsili/Yi-Cheng Zhang: *Minority Games: Interacting Agents in Financial Markets*, Oxford: Oxford University Press 2005.

21 See Cars H. Hommes: “Heterogeneous Agent Models in Economics and Finance”, in: Leigh Tesfatsion/Kenneth L. Judd (eds.): *Handbook of Computational Economics, Volume 2: Agent-Based Computational Economics*, Amsterdam: Elsevier Science 2006, pp. 1109–1186.

models employ ideas from synergetics research and result in informative models of price formation that capture many of the realistic features observed in actual financial markets.

Conclusion

We have reviewed the anomalous features inherent in financial data across time and across stocks that reflect the very complex and nonlinear interactions leading to price formation in financial markets. The approach proposes models that intuitively capture potential dynamics at play in financial markets. These models have been verified by testing whether they can reproduce the observed statistical signatures and stylized facts within a variety of market settings, including derivative markets such as options.

The common denominator in the various studies reviewed here is the presence of cooperative effects, memory and nonlinear feedback. Therefore, many interesting techniques from the field of statistical physics and synergetics can be applied. In particular, we described a model for the joint dynamics of stock price formation over time and across stocks, where the onset of market panic was described as a self-organized phenomenon. The correlations take on the role of the order parameter of the system. It was shown that in times of panic, there appears to be a phase transition from the disordered to the ordered state driven by the volatility and uncertainty perceived in the market. It has also been pointed out that various other bodies of work have been done to model the more direct interactions of market participants or agents. Inevitably, cooperative phenomena are key ingredients in these works as well.

As a continuously evolving and changing field, finance will certainly continue to pose interesting challenges for scientists and practitioners alike for years to come. In addition, it seems inevitable that tools from physics, in particular from the fields of synergetics and non-equilibrium statistical physics, will continue to make valuable contributions to motivating models and help guide our understanding of financial markets.

ZUKUNFTSPOTENTIALE

TATJANA PETZER

Moderne Synergoí in Wort und Tat

Russische Modelle

Im russischen Denken vollziehen sich um 1900 Transpositionen des Synergiebegriffs aus dem theologischen Diskurs, der sich durch seine Herkunft für eine universalistische Verwendung eignet. Dabei werden die Implikationen der gott-menschlichen *cooperatio* und des anthropologischen Transformationspotentials auf andere Relationen in Natur und Gesellschaft übertragen. Zudem haben zu Beginn des 20. Jahrhunderts holistische Modelle des Zusammenwirkens Konjunktur. Entsprechende synergetische Figuretionen in Religionsphilosophie, Kunst und Wissenschaft der russischen Moderne, ihre ambivalente Rezeption in frühsowjetischen Werken und das Wiederaufleben von Synergieparadigmen in der postsowjetischen Ära sind Gegenstand der folgenden Darstellung.

Patristisches Erbe des 19. Jahrhunderts

Die Ostkirche beschreibt die Verbindung und Kommunikation zwischen Gott und Mensch als eine synergetische, für die Erneuerung des *zoon theoumenon*¹ grundlegende Dynamik. Allein durch seine Mitwirkung an der Gnade Gottes könne der Mensch in seinem Glauben wachsen. Dadurch wandle er sich fortlaufend im Prozess der Deifikation bzw. Vergöttlichung (*théōsis, theopoiesis*).² Diese Vorstellung wurzelt in einer neutestamentarischen Figur – den θεοῦ συνεργοί (russ.: *sorabotniki*³ u *Boga*). Der gott-menschliche Synergismus wird allerdings in dogmatischen

1 Gregor von Nazianz sprach vom Menschen als ein zur Vergöttlichung fähigem Wesen. Vgl. Panayiotis Nellas: *Zoon theoumenon* (1979), engl.: *Deification in Christ: Orthodox Perspective on the Nature of the Human Person*, aus dem Griech. von Norman Russell, Crestwood, NY: St. Vladimir's Seminary Press 1987. Nach Dionysius Areopagita ist jedes Geschöpf dazu berufen, sich mit Gott zu vereinen. Diese Vereinigung bedeutet *sinergija* oder, übertragen ins Russische, *vzaimodejstvie* ‚Zusammenwirken‘ bzw. *sorabotničestvo* ‚Mitarbeit‘, vgl. Vladimir Lossky: *Die mystische Theologie der morgenländischen Kirche*, Graz/Wien/Köln: Styria 1961, S. 123, 250; in der Übersetzung beide Male mit ‚Zusammenwirken‘ wiedergegeben.

2 Vgl. Konrad Onasch: „Vergottung und Erlösung“, in: ders.: *Einführung in die Konfessionskunde der orthodoxen Kirchen*, Berlin: de Gruyter 1962, S. 231–237. Norman Russell: *Fellow Workers With God: Orthodox Thinking on Theosis*, Crestwood, NY: St. Vladimir's Seminary Press 2009.

3 Im allgemeinen Sprachgebrauch steht heute ‚sotrudnik‘ für ‚Mitarbeiter‘. Bei der Übersetzung des griech. *synergós* mit ‚sorabotnik‘ ist auf den Unterschied hinzuweisen, den das Russische bei der Verwendung von ‚trud‘ (menschliche ‚Arbeit‘, ‚Mühe‘, ‚Tätigkeit‘, ‚Werk‘) und ‚rabota‘ (natürliche, maschinelle ‚Arbeit‘) trifft; letzteres ist etymologisch mit ‚rab‘ (‚Sklave‘) verbunden. In der Neuzeit wurde ‚rabota‘ aus christlich-orthodoxer Perspektive noch als ‚svjatoe delo‘ (heiliges

Texten selten ausformuliert und systematisch behandelt. Vielmehr spielt er in der monastischen Literatur und in den Unterweisungen des durch den Hesychasmus⁴ geprägten Starzentrums eine tragende Rolle. Auch wenn sich die akademische von der monastischen Theologie unterscheidet, kennt das Ostchristentum keine scharfe Trennlinie zwischen Mystik und Theologie, zwischen persönlichem Erleben und dogmatischer Lehre.⁵

Die russischen Eliten, die ihre Seelenführer unter den Starzen wählten, waren von der byzantinischen Denktradition beeinflusst,⁶ die im Wesentlichen von der *Philokalia*, der ‚Liebe zur (inneren, geistigen) Schönheit‘ inspiriert war.⁷ Unter diesem Titel ließ der Athos-Mönch Nikodemos Hagioreites (1748–1809) 1782 in Venedig Texte des Hesychasmus drucken. Seine dogmatische Stütze fand der Hesychasmus durch die Kanonisierung der Energien-Lehre des Gregor Palamas (1296–1359).⁸ Der apophatischen Tradition seit dem Corpus Areopagiticus (Anfang 4. Jh.) und Maximus Confessor (7. Jh.) folgend, bedeutet *théōsis* bei Palamas die Vereinigung mit den Energien, nicht aber mit dem Wesen Gottes, welches unfassbar bleibe. Das ungeschaffene göttliche Licht, das Taborlicht,⁹ das auf den ostkirchlichen Ikonen durch Aureolen zur Darstellung gebracht wird, könne in der Gebetsmeditation erlebt werden. Die Texte der *Philokalia* enthalten daher insbesondere praktische Anleitungen zum Jesusgebet,¹⁰ das in tiefster Versenkung an das Herz,

Werk) betrachtet, vgl. Nikolaj Gogol: „Trud“, in: ders.: *Duchovnaja proza* (Geistliche Prosa), Moskva: Russkaja kniga 1992, S. 437. Abweichend von der Bibelübersetzung findet sich auch die Übertragung von *synergós* mit ‚sodelatel‘, wobei *delatel* nicht nur eine Person bezeichnet, die etwas erschafft, sondern auch den Praktiker im Glauben und Gebet, vgl. Aleksej Losev: „Problemy filosofii imeni (1919–1929)“ (Fragen der Namensphilosophie), in: ders.: *Sobranie sočinenij v 9-i tomach (jubilejnoe)*, Bd. 8: *Ličnost' i Absolut*, Moskva: Mysl' 1999, S. 54–90, hier S. 72 Fn.

4 Der Hesychasmus, abgeleitet von griech. *hēsychia* ‚Stille‘, ist eine spirituelle Tradition der byzantinisch-orthodoxen Kirche, dessen Zentrum das Mönchtum auf dem heilige Berg Athos ist. Für die religiöse Askese der Hesychasten ist die Praxis des Jesusgebets wesentlich.

5 Vgl. Lossky: *Die mystische Theologie der morgenländischen Kirche* (Anm. 1), S. 12–14.

6 Vgl. Britta Müller-Schauenburg: „Hesychasmus und Starzentrum“, in: *Europäische Geschichte Online* (EGO), hg. vom Leibniz-Institut für Europäische Geschichte (IEG), Mainz 2014-05-27, <http://www.ieg-ego.eu/muellerschauenburgb-2014-de> (Stand März 2015).

7 Zur Rezeption der Philokalia vgl. Andrew Louth: „The Influence of the *Philokalia* in the Orthodox World“, in: Brock, Bradley Nassif (Hg.): *The Philokalia: A Classic Text of Orthodox Spirituality*, New York, NY: Oxford University Press 2012, S. 50–60.

8 Vgl. dazu den Beitrag von Georgi Kapriev in diesem Band. Die mitteilbaren Energien des Wesens Gottes sind u. a. in der Schau der göttlichen Doxa erfahrbar, vgl. Susanne Hausammann: *Das lebensschaffende Licht der unauflösbaren Dunkelheit. Eine Studie zum Verständnis von Wesen und Energien des Heiligen Geistes und der Schau des göttlichen Lichtes bei den Vätern der Orthodoxen Kirche von Origines bis Gregor Palamas*. Neukirchen-Vluyn: Neukirchener Verlagsgesellschaft 2011.

9 Der Hesychasmus folgt der Idee, dass Gott in einem unzugänglichen Licht wohnt (1 Tim 6,16) – nach der Geschichte der Verklärung Christi (Mk 9,2–8) auch Taborlicht genannt.

10 Im hesychastischen Gebet geht es weniger um eine konkrete Gebetstechnik oder Gebetsworte, sondern gemäß des Apostelworts 1 Kor 12,3 um die glaubensvolle Anrufung des rettenden Namens Jesu Christi. Susanne Hausammann: „Zur hesychastischen Gebetspraxis in den Orthodoxen Kirchen seit der Mitte des 14. Jahrhunderts“, in: dies.: *Wege und Irrwege zur kirchlichen Einheit im Licht der orthodoxen Tradition*, Göttingen: V&R unipress 2005, S. 67–132.

die Mitte des psycho-physiologischen Organismus, adressiert ist.¹¹ Seit Mitte des 19. Jahrhunderts intensiviert sich nun mit der verstärkten Übersetzungstätigkeit und Herausgabe patristischer Literatur auch die Rezeption der auf Erfahrungen im asketischen Lebensvollzug gestützten monastischen Theologie, insbesondere der Lehre über die Gottebenbildlichkeit und die Vergöttlichung, in der russischen Kultur, Philosophie und Literatur. Mit Makarij von Optina (Makarij Optinskij, 1788–1860) und Feofan dem Klausner (Feofan Zatvornik, bürgerlich: Feofan Govorov, 1815–1894) sollen zwei Starzen genannt werden, die als Übersetzer und als Theologen zur Verbreitung der patristischen Lehre vom Synergismus beigetragen haben.¹²

Markarij, der 1834 in das Optina Kloster (Optina Pustyn') umsiedelte, arbeitete in Methoden- und Übersetzungsfragen eng mit Ivan Kireevskij (1806–1856) zusammen – einem führenden Kopf der Slavophilen, die großes Interesse an der russisch-orthodoxen Kirche und der Idee von Moskau als ‚Drittem Rom‘ zeigten. Makarijs Schriften verstehen sich als ‚aktive‘ Väterlehre und geben asketische Unterweisungen weiter. In diesem Zusammenhang schätzte er insbesondere die beiden heiliggesprochenen Mönche Dorotheos von Gaza (ca. 510–ca. 580) und Johannes Klimakos (ca. 579–ca. 649). Dorotheos legte im Zusammenhang mit seinen Darlegungen über die Natur und Freiheit des Menschen ein Synergiekonzept vor, das die wechselseitige Abhängigkeit von Mensch und Gott unterstreicht: Das irdische Werk könne nur mit der Hilfe und „Mitwirkung (συνέργεια) Gottes“ gedeihen, daher müsse der Mensch Gott bitten und „mit ihm zusammenarbeiten (συνεργῆσαι)“.¹³ Auch wenn die Arbeit des Menschen, der im Kleinen wirkt, und die Gottes, der das Ganze trägt, nicht gleichwertig seien, wäre ihr Zusammenwirken doch unerlässlich, denn weder die Gnade Gottes noch die Mühen des Menschen allein bewirkten Gutes. Johannes Klimakos erläuterte dieses Wechselverhältnis in Anlehnung an Röm 8,28 weiter und betont: „[Gott wirkt] jedoch mit jedem mit (συνεργία), der sich für das Gute entscheidet“.¹⁴ Aber um Gutes zu wirken, so Johannes, müsse sich der Mensch zunächst von der Krankheit der Leidenschaften heilen und sein Heil in die Hände eines die Seele leitenden ‚Arztes‘ legen, der von Gott das Charisma erhalten habe, als ‚Steuermann‘ nicht nur das Leben zu lenken, sondern aufgrund einer geistigen Kraft auch zu heilen und andere vor dem Untergang erretten zu können.¹⁵ Im Anschluss an die Kirchenväter versteht Markarij die Heiligung synergistisch als wechselseitiges Abhängigkeitsverhältnis von Glaube

11 Johannes Meyendorff: *Die orthodoxe Kirche gestern und heute*, Salzburg: Otto Müller 1963, S. 229.

12 Beide stehen in der Tradition des Paisij Veličkovskij (1722–1794), dessen wichtigstes Werk die kirchenslavische Übersetzung der *Philokalia* war. Paisijs *Dobrotoljubie*, so der Titel in Übersetzung, erschien in Moskau 1793 und in einer erweiterten Ausgabe 1822 in zwei Bänden.

13 Vgl. Dorotheos von Gaza, Brief 6, § 135, FC 37, 484, Z. 10–16; zit. nach Heinrich Michael Knechten: *Monastische Väterliteratur und ihre Rezeption durch Makarij von Optima*, Waltrop: Hartmut Spinner 2002, S. 58.

14 Vgl. Johannes Klimakos: Stufe 5, PG 88, 780D; zit. nach Knechten: *Monastische Väterliteratur* (Anm. 13), S. 74.

15 Vgl. Johannes Klimakos: *An den Hirten* 1, PG 88, 1165B; zit. nach Knechten: *Monastische Väterliteratur* (Anm. 13), S. 86.

und Werken. Das orthodoxe Denken grenzte er in diesem Punkt entschieden vom Lutherismus ab, demzufolge die Rechtfertigung des Menschen nur aus dem Glauben erfolgt.¹⁶

Die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts ist wesentlich von Feofan geprägt, der nach einer Karriere in Wissenschaft (1857 zum Rektor der Geistlichen Akademie in St. Petersburg ernannt) und Kirche (1859–1866 als Bischof tätig) seine Ämter niederlegte und sich 28 Jahre dem Gebet sowie seiner schriftstellerischen und übersetzerischen Tätigkeit widmete. Feofan erweiterte die übersetzte *Philokalia* (*Dobrotoljubie*), das Herzstück der russischen mystisch-asketischen Frömmigkeit und Spiritualität, auf eine fünfbändige Gesamtausgabe. Diese erschien 1877 auf dem heiligen Berg Athos, Nachdrucke wurden ab 1883 in Moskau herausgegeben. Feofan tritt als Erneuerer der hesychastischen Theologie und synergetischen Praxis in Erscheinung.¹⁷ Entsprechend der Heilsökonomie (*domostroitel'stvo spasenija*) Feofans beginne der Weg zur Gemeinschaft mit Gott in der ontischen Einheit des Täufelings mit Christus, die zur Voraussetzung für die innere Umgestaltung des Menschen wird.¹⁸ Die intensivste Stufe der Bemühung, sich mit Gott zu vereinigen und an seiner *doxa* (Schönheit, Güte, Kraft, Gerechtigkeit, Weisheit, Lichthaftigkeit) teilzuhaben, ist im palamitischen Hesychasmus das Jesus- bzw. Herzensgebet.¹⁹ Durch das kontemplative, bildlose Gebet (das von der in Bildern verhafteten Meditation abgegrenzt wird), das Gebet der Ekstase, könne die Schau des göttlichen Lichts erzielt werden. Diese Erfahrung sei dabei kein Verdienst des Menschen, sondern reine Gnade des sich durch seine Energien offenbarenden Heiligen Geistes – ein Vorgeschmack der künftigen Vollendung und Vergöttlichung im jen-

16 [Makarij Optinskij]: *Sobranie pism blažennyja pamjati Optinskago starca ieroschimonača Makarija (Pis'ma k mirskim osobam)* (Die gesammelten Briefe des seeligen Hieroschimönchs Makarij, Starez von Optina (Briefe an weltliche Personen)), Moskau: Lavrov 21880, 2–8, Br. 2, 17.6.1840. Vgl. den mittelalterlichen Synergismus-Streit, der gegen den Pelagianismus (Überbetonung der Möglichkeiten des Menschen) gerichtet ist. Thomas Kaufmann: „Synergismus I (Reformationszeit und Orthodoxie)“, in: Gerhard Müller/Horst Balz/Gerhard Krause (Hg.): *Theologische Realenzyklopädie*, Berlin: de Gruyter 2001, Bd. 32, S. 508–518. Jörg Dierken: „Synergismus II (Neuzeit)“, in: ebd., S. 518–524.

17 Vgl. Heinrich Michael Knechten: *Rechtfertigung und Synergie bei Theophan dem Klausner: Ein Beitrag russisch-orthodoxer Theologie zum ökumenischen Gespräch*, Waltrop: Hartmut Spenner 1998. Diakon Michail Legeev: „Učenie o sinergii svjatitelja Feofana Zatvornika: dve asketiko-bogoslovskie paradigmy vosstanovlenija čelovečeskoj prirody v svjatootečeskom bogoslovii“ (Die Synergielehre des Heiligen Feofan dem Klausner: zwei asketisch-theologische Paradigmen zur Wiederherstellung der menschlichen Natur in der Theologie der Kirchenväter), in: *Cerkov' i vremja* (Kirche und Zeit) 64 (2013) 3, <https://mospat.ru/church-and-time/1161> (Stand März 2015).

18 Jan Pryszmont: „Christus im Leben des Christen nach Feofan dem Klausner“, in: Peter Hauptmann (Hg.): *Unser ganzes Leben Christus unserm Gott überantworten: Studien zur ostkirchlichen Spiritualität. Fairy von Lilienfeld zum 65. Geburtstag*, Göttingen: Vandenhoeck und Ruprecht 1982, S. 371–383.

19 Saint Théophane le Reclus: *L'Art de la prière* (1976), dt.: *Schule des Herzensgebetes. Die Weisheit des Starez Theophan*, aus dem Franz. von Fides Buchheim, mit einer Einführung von Josef Sudbrack, Salzburg: Otto Müller 21989. Episkop Feofan: *Put' ko spaseniju ili kratkij očerk asketiki* (1868), dt.: Hl. Theophan der Klausner: *Der Weg zur Rettung. Eine Anleitung*, aus dem Russ. von Johannes A. Wolf, Aperlern: Wolf 2004.

seitigen Leben, welche nur mit ganzer Willenskraft und aktiver Mitwirkung seitens des Menschen verwirklicht werden könne.

Synergie – Anthropourgie – Theurgie

Der bedeutendste russische Religionsphilosoph des 19. Jahrhunderts, Vladimir Solov'ev (1853–1900), knüpfte in seinem Frühwerk direkt an die hesychastische Gebetsauffassung als wichtigste Form der synergetischen Gemeinschaft mit den göttlichen Energien an, in welchem sich anthropourgisches, geistiges Schaffen manifestiert.²⁰ In den 1878 in St. Petersburg gehaltenen öffentlichen „Vorlesungen über das Gottmenschentum“ („Čtenija o bogočelovečestve“) deutete Solov'ev Synergie mit seiner synkretistischen Sophienidee, die sich aus biblischen, patristischen, mystischen, kabbalistischen, gnostischen und idealistischen Elementen speiste. Neben der ostchristlichen Deutung des Wesens der Weisheit (σοφία) als Attribut für die gemeinsame Energie der Trinität sowie des weiblichen Aspekts des fleischgewordenen Logos wird Solov'ev insbesondere durch seine persönliche mystische Vision der Sophia bestärkt, die er in Gedichtform festhält.²¹ Sophia ist Gottesoffenbarung, ideelle Menschheit, All-Einheit. Sie wirkt der zersetzenden Kraft der Materie entgegen, durchdringt den Menschen, der sich aus der Materie löst und Gott hinwendet, mit dem ‚himmlischen Leib‘.²² Allein die mystische Sophien-Erfahrung ermögliche demnach ein vertieftes Eindringen in das Geheimnis der göttlichen Schöpfung. Und die Erneuerung des Kerngedankens des Synergismus durch das anthropologische Konzept des Gottmenschentums als „innere Vereinigung und die gegenseitige Verschmelzung [vzaimodejstvie, besser: ‚Zusammenwirken‘] der Gottheit mit dem Menschen“²³ sollte den Glauben bestärken, dass der Mensch dazu berufen sei, aktiv an der Umgestaltung der gesamten Menschheit im Geiste Christi mitzuwirken.

20 Henrieke Stahl: „Vladimir Solov'evs synergetischer Individualismus: Das Gebet als Kommunion mit Sophia“, in: Forum SynergieWissen ZfL Berlin, 01.09.2012, www.zflprojekte.de/synergie/doku.php?id=features:sophiologie (Stand März 2015). Stahl bezieht sich auf Solov'evs „Gebet an Sophia“ (um 1874) und seine unvollendet gebliebene Skizze über das „Geistige Tun“ (1879), die nach einem gemeinsam mit Fedor Dostoevskij unternommenen Besuch im Optina-Kloster (Optina pustyn'), Zentrum des russischen Hesychasmus, begonnen wurde.

21 Vladimir Solov'ev: „Tri svidanija“ (1898), dt.: Wladimir Solowjew: „Drei Begegnungen“, in: ders.: *Deutsche Gesamtausgabe der Werke, Ergänzungsband: Solowjewes Leben in Briefen und Gedichten*, hg. von Ludolf Müller/Irmgard Wille, München: Erich Wesel Verlag 1977, S. 267–275.

22 Vgl. Henrieke Stahl: „Vladimir Solov'evs synergetischer Individualismus“ (Anm. 20). Pavel Florenskij führte die Sophia-Idee bei Solov'ev auf den Erzpriester-Philosophen Fedor A. Golubinskij zurück, dessen Vorlesungen Solov'ev an der Moskauer Geistlichen Akademie (1873–74) besuchte, vgl. Michael Silberer: *Die Trinitätsidee im Werk von Pavel A. Florenskij*, Würzburg: Augustinus 1984, S. 26.

23 Vladimir Solov'ev: „Istoričeskie dela filosofii“ (Die historischen Taten der Philosophie, 1880), dt.: Wladimir Solowjoff: *Das Befreiungswerk der Philosophie*, Antrittsvorlesung an der Universität St. Petersburg gehalten am 20. November 1880, aus dem Russ. von Ernest Keuchel, Berlin: Verlag des Sozialistischen Bundes 1911, S. 13.

Möglichkeiten für die religiöse Praxis erschlossen sich Solov'ev, der vorzeitig seine Studien der Naturwissenschaften beendete, um an der Historisch-Philosophischen Fakultät Moskau und an der Moskauer Geistlichen Akademie zu studieren, auch aus der modernen (monistischen) Naturforschung. Die Auseinandersetzung mit der östlichen und westlichen Philosophie und Theologie führte Solov'ev zum Entwurf eines umfassenden Welterklärungs- und Erlösungsmodells: der christlichen ‚Sophiologie‘, deren Stärke gerade darin liegt, die Möglichkeit einer Synthese aufzuzeigen. Die Sophiologie kombiniert in sich Ideen der Naturphilosophie (die Konzeption der Welt als ‚lebendige Einheit‘, eng verbunden mit dem Prinzip der Welt-Seele, bzw. ein ‚biozentrisches‘ Weltverständnis), der Anthropologie (die Relation des Menschen und des Mysteriums des menschlichen Geists zur Natur und dem Absoluten) sowie der Göttlichkeit der Welt (das, was die ideale Sphäre der Welt mit dem – nach Plotin – ‚Jenseits des Seins‘ verbindet).²⁴ Das synthetisierende Denken begründete die russische „kulturelle Renaissance“ zu Beginn des 20. Jahrhunderts; ein „angespanntes religiöses Fragen“ und das „Ringeln nach Rechtgläubigkeit“ bestimmten Poesie und Philosophie.²⁵ Diese geistige Suche begann, wie oben erwähnt, mit dem Aufsuchen der Starzen²⁶ und der Lektüre ihrer Schriften. In Moskau und St. Petersburg versammelten sich die Suchenden in eigens begründeten religiös-philosophischen Gesellschaften, die eine große Öffentlichkeit hatten. Es entstand eine eigenständige religiöse Philosophie, die geistige *und* gesellschaftliche Fragen umspannte.

Im Gegensatz zum Marxismus und Neukantianismus beantwortete diese religiöse Philosophie die epistemologische Frage nach dem Verhältnis von Wissen und Glauben integrativ; für sie war der Glaube (das Irrationale) ein unentbehrliches Werkzeug menschlicher Erkenntnis.²⁷ Solov'evs zwischen 1881 und 1884 entstan-

24 V[asilij] V. Zenkovsky: *A History of Russian Philosophy*, aus dem Russ. von George L. Kline, London: Routledge & Kegan Paul Ltd 1953, Bd. 2, S. 841. Die sophiologische Einheit beruht auf dem Prinzip des *Alles in allem*, das auf Plotin und Proklos zurückgeht. In die christliche Lehre ging es etwa durch Nikolaus von Kues ein, in den philosophischen Systemen von Leibniz, Hegel und Schelling dient es, wie in der russischen Philosophie auch, zur ontologischen Bestimmung der Einheit als Vielheit bzw. All-Einheit.

25 Nikolaj Berdjaev: *Russkaja ideja: osnovnye problemy russkoj mysli XIX veka i načala XX veka* (1946), dt.: *Die russische Idee. Grundprobleme des russischen Denkens im 19. Jahrhundert und zu Beginn des 20. Jahrhunderts*, eingeleitet und aus dem Russ. von Dietrich Kogler, Sankt Augustin: Hans Richard 1983, S. 203, 217. Nikolaj Berdjaev: „Russkij duchovnyj renessans načala XX veka i žurnal „Put“ (Die russische geistige Renaissance zu Beginn des 20. Jahrhunderts und die Zeitschrift „Der Weg“), in: *Put' – Voie. Revue religieuse russe* 49 (Okt–Dez 1935), S. 3–22.

26 Sehr beliebt war in dieser Zeit der Einsiedlermönch Serfim Sarovskij (1759–1833). Vgl. die Essays von Autoren dieser Epoche: Dmitri Mereschkowski/Wassili Rosanow/Margarita Woloschina/Maximilian Woloschin: *Der letzte Heilige. Seraphim von Sarow und die russische Religiosität*, aus dem Russ. von Heike Jaschke-Tonikjan, Einf. von Karen Swassjan, Stuttgart: Urachhaus 1994.

27 Vgl. Vladimir Belov: „Glaube und Wissen in den philosophischen Polemiken in Russland um 1900“, in: Stefan Plaggenborg/Maja Soboleva (Hg.): *Alexander Bogdanov. Theoretiker für das 20. Jahrhundert*, München: Otto Sagner 2008, S. 26–38. Manch russischer Denker, der sich zuvor am marxistischen Positivismus oder an einem unpragmatischen Neukantianismus orientiert hatte, wandte sich der Religionsphilosophie zu – dem Versuch, auf der Grundlage des christlich-orthodoxen Glaubens eine genuin russische Philosophie zu schaffen.

dene Schrift *Die geistigen Grundlagen des Lebens* beschreibt das Prinzip der Einheit, die organisierende Kraft Gottes in der physischen und metaphysischen Sphäre, die letztlich zur Inkarnation des Logos und zur allumfassenden Harmonie bzw. All-Einheit (*vseedinstvo*) führt. Damit wird auch der Sinn des menschlichen Daseins bestimmt:

Wie in der physischen Welt das göttliche Prinzip der Einheit zuerst in der Kraft der Gravitation erscheint, die die Körper durch einen blinden Drang miteinander verbindet, sodann in der Kraft des Lichtes, die ihnen wechselweise ihre Eigenschaften offenbart, und endlich in jener Kraft des organischen Lebens in der das bildende Prinzip die Materie durchdringt und nach einer langen Reihe von Bildungen den vollkommenen physischen Organismus des Menschen hervorbringt, – genauso verbindet auch in dem darauffolgenden historischen Prozeß das göttliche Prinzip zuerst durch die Kraft geistiger Gravitation die getrennten menschlichen Wesen zur Einheit des Stammes, dann erleuchtet es sie durch das ideale Licht der Vernunft, und endlich dringt es in das Innere der Seele selbst hinein, vereint sich mit ihr in organischer, konkreter Weise und wird so als der neue geistliche Mensch geboren.²⁸

Der ostchristliche Synergiebegriff ist eine Quelle des russischen All-Einheitsdenkens. Die Vereinigung menschlicher und göttlicher Energien bedeutet, dass geschöpfliches Sein transzendiert werde. Insofern führt der Synergiediskurs, so Sergej Choružij, Ontologie und Anthropologie zusammen und hebt letztlich die Grenze zwischen theologischem bzw. religionsphilosophischem und naturwissenschaftlichem Wissen auf.²⁹ Solov'evs religiöse Metaphysik der All-Einheit knüpfte zwar darüber hinaus an die Neuplatoniker, Nikolas von Kues und nicht zuletzt an die Naturphilosophie Schellings an, der am trinitarischen Gottesverständnis festhält und die Idee des *Ganzen* zum Ziel allen Strebens und als Zugang zum Absoluten (Gott) erklärt.³⁰ Doch allein der Osten sei dazu berufen, die fortschreitende Zerstückerung des Lebens durch die Trennung von Theologie, Philosophie und Wissenschaft, die einen Fortschritt des Wissens unmöglich mache, zu überwinden.

28 Vladimir Solov'ev: *Duchovnye osnovy žizni* (1881–1884), dt.: Wladimir Solowjew: „Die geistigen Grundlagen des Lebens“, aus dem Russ. von Ludolf Müller, in: ders.: *Deutsche Gesamtausgabe*, Bd. 2: *Una Sancta. Schriften zur Vereinigung der Kirchen und zur Grundlegung der universalen Theokratie. Erster Band*, hg. von Wladimir Szyłkarski, Freiburg im Breisgau: Erich Wewel 1957, S. 7–152, hier S. 83–84.

29 Sergej Choružij: *Posle pereryva. Puti russkoj filosofii* (Nach der Pause. Wege russischer Philosophie), Sankt-Petersburg: Aletejja 1994, S. 11.

30 An Schellings Naturphilosophie orientierte sich ebenfalls der Physiologe und Philosoph Daniil Vellanskij, der in seiner Schrift *Proljuzija k medicinie kak osnovatel'noj nauke* (Prolusion zur Medizin als Grundwissenschaft) von 1805 dafür eintrat, die medizinische Wissenschaft auf naturphilosophischer Grundlage neu zu konzipieren. Vgl. Thomas Bach (Hg.): *Schelling in Rußland. Die frühen naturphilosophischen Schriften von Daniil Michajlovič Vellanskij (1774–1847)*, Marburg: Basiliken-Press 2005. Um 1825 erreichte die Schelling-Rezeption einen Höhepunkt in der Geschichts- und Kunstphilosophie. Vgl. dazu Vladimir Odoevskijs philosophisches Prosawerk *Russkie noči* (1844), dt.: Fürst Wladimir F. Odojewskij: *Russische Nächte*, aus dem Russ. von S. A. Tzvetkow und Johannes von Guenther, hg. und mit einem Nachwort von Heinrich A. Stammeler, München: Heinrich Ellermann 1970.

Für Solov'ev galt es, die drei Sphären bzw. Ausdrucksweisen der Sophia zu vereinen: die „freie Theurgie“ (als ethischer Auftrag der mit Mystik und Technik vereinigten Kunst), die „freie Theosophie“ (als Synthese christlicher Theologie, Philosophie und Wissenschaft) und die „freie Theokratie“ (ökumenischer und nach den Geboten Gottes verwalteter Staat, der die Synthese von Kirche, Staat und örtlicher Selbstverwaltung vorsieht). In der Nachfolge Solov'evs wird das Dreieinigkeitsprinzip zum Dreh- und Angelpunkt jeder Wissenschaft. Das all-einheitliche Leben sollte auf der trinitarischen Synthese der entsprechenden Konzepte von Schönheit, Wahrheit und Tugend gründen.³¹ Um diese herbeizuführen, forderte Solov'ev eine „neue Religion“, diese sollte in Anlehnung an die antike Theurgie (*bogodejstvie*)³² „aktives Gottwirken (θεουργία) werden, das heißt gleichzeitiges Wirken von Gottheit und Menschheit zum Umschaffen [peresozdanie] der letzteren aus einer fleischlichen oder natürlichen in eine geistige und göttliche. Dies ist nicht Schöpfung aus dem Nichts, sondern *Umschaffen* [pretvorenie]³³ oder Wandlung der Materie in Geist, des fleischlichen Lebens in göttliches.“³⁴

Auch Nikolaj Fedorov (1823–1903), der als ‚Moskauer Sokrates‘ verehrte Bibliothekar im Moskauer Rumjancev-Museum und Gesprächspartner Solov'evs, fokussierte mit seiner Lehre, die postum unter dem Titel *Philosophie des gemeinsamen Werks* (*Filosofija obščego dela*, 1906/1913) herausgegeben wurde, synergetisches

31 Vgl. Alexander Koschewnikoff: „Die Geschichtsphilosophie Wladimir Solowjew“, in: *Der Russische Gedanke. Internationale Zeitschrift für russische Philosophie, Literaturwissenschaft und Kultur* 1 (1929–1930), S. 305–324, hier S. 310–311.

32 Zu Solov'evs Theurgie-Verständnis vgl. aus historischer Perspektive: Wladimir Solowjew: „Proklus der Diadoche – Prokl“, in: ders.: *Deutsche Gesamtausgabe*, Bd. 6: *Philosophie – Theologie – Mystik. Grundprobleme und Hauptgestalten*, hg. von Wladimir Szyłkarski/Ludolf Müller, Freiburg im Breisgau: Erich Wewel 1965, S. 501–507.

33 Auch bei Friedrich Nietzsche finden wir den *um-schaffenden* Künstler als Sprach- und damit Welt-Schöpfer. In den Nachlassfragmenten aus den 1880er Jahren heißt es: „Alles Schaffen ist Umschaffen.“ Friedrich Nietzsche: „Nachgelassene Fragmente“ (1883), in: *Sämtliche Werke, Kritische Studienausgabe in 15 Bänden*, hg. von Giorgio Colli und Mazzino Montinari, München/New York, NY: de Gruyter 1980, Bd. 10, S. 371. Unter „Zukünftiges“ ist vermerkt: „Man soll nicht mit künstlerischen Formeln spielen: man soll das Leben umschaffen, daß es sich nachher formulieren muß.“ Friedrich Nietzsche: „Nachgelassene Fragmente“ (1887), ebd., Bd. 13, S. 132. Die russische wie sowjetische Nietzsche-Rezeption ist ambivalent und reicht von Solov'evs Polemik in der *Kurzen Erzählung vom Antichrist* (*Kratkaja povest' ob antichriste*, 1900) bis zur Modellierung des sozialistischen Übermenschen. Vgl. B. Glatzer Rosenthal: *Nietzsche in Russia*, Princeton, N. J.: Princeton University Press 1986. Hans Günther: *Der sozialistische Übermensch. M. Gor'kij und der sowjetische Heldenmythos*, Stuttgart u. a.: Metzler 1993. Urs Heffrich/Gerhard Ressel (Hg.): *Vladimir Solov'ev und Friedrich Nietzsche. Eine deutsch-russische kulturelle Jahrhundertbilanz*, Frankfurt a. M. u. a.: Peter Lang 2003.

34 Wladimir Solowjew: „Die geistigen Grundlagen des Lebens“ (Anm. 28), S. 7–152, hier S. 102. Vgl. auch Robert Slesinski: „V. S. Solov'ev's Unfinished Project of Free Theurgy“, in: *Diakonia* 29 (1996) 2, S. 138–141. Die anthropologische Konzeption des Theologen Sergej Bulgakov (1871–1944), der an Solov'evs Sophiologie anknüpfte, unterschied zunächst die theurgische Kraft, die vom Menschen empfangen wird, vom anthropourgischen Schaffen. In seinem Spätwerk ließ er aber nur noch den Begriff der Synergie gelten. Vgl. Archiprêtre Serge Boulgakoff: *L'Orthodoxie* (1932), dt.: Sergej Bulgakov: *Die Orthodoxie. Die Lehre der orthodoxen Kirche*, übersetzt und eingeleitet von Thomas Bremer, Trier: Paulinus 2004, S. 184–185. Vgl. dazu auch Regula M. Zwahlen: *Das revolutionäre Ebenbild Gottes*, Berlin u. a.: LIT 2009, S. 344–345.

Umgestalten.³⁵ Fedorov entwarf das Konzept einer verbrüdernten Menschheit, die sich zum „gemeinsamen Werk“ (*obščee delo*), nämlich dem auf wissenschaftlichen Methoden gegründeten Projekt einer „Auferweckung (*voskrešenie*) der Toten“ zusammenschloss.³⁶ Dabei stützte er sich auf die neuesten Forschungen in Naturwissenschaft und Technik und integrierte in sein Auferweckungsprojekt biotechnologische, meteourgisch-wettersteuernde und raumfahrttechnische Aufgaben,³⁷ die für den russischen Kosmismus grundlegend wurden.³⁸

Im Gegensatz zu anderen wissenschaftlich-technischen Entwürfen und Technologiephantasmen seiner Zeit ging Fedorov aber von einer gesamtgesellschaftlichen und globalen Kooperation im Dienst an der Gemeinschaft aus und gründete seine Lehre auf einer am Ahnenkult orientierten religiösen Praxis.³⁹ Dem vereinten Tun legte Fedorov ein traditionelles Liturgie-Verständnis zugrunde, das nicht nur die organische Gesamtheit gottesdienstlicher Kultur, sondern eben auch die Bedeutung von λειτουργία als ‚öffentlicher Dienst‘ oder ‚Gemeinschaftswerk‘ einschloss.⁴⁰ Unter der Führung der Theologie sollten künstlerisch-schöpferische mit

35 Vgl. dazu Sergej Bulgakov: „Zagadočnyj myslitel (N. F. Fedorov)“ (Ein rätselhafter Denker), in: ders.: *Dva grada: Issledovanija o prirode obščestvennyh idealov*, Moskva: Put' 1911, Bd. 2, S. 260–277. Nikolaj Berdjaev: „Religija voskrešeniya. ‚Filosofija obščego dela‘ N. F. Fedorova“ (Religion der Auferweckung. N. F. Fedorovs „Philosophie des gemeinsamen Werks“), in: *Russkaja mysl' (Der Russische Gedanke)* 36 (1915) 7, S. 75–120.

36 Allgemein zu Fedorov und dessen posthumer Rezeption vgl. die wegweisenden Studien von Michael Hagemeyer: *Nikolaj Fedorov. Studien zu Leben, Werk und Wirkung*, München: Sagner 1989. Ders.: „Nikolaj Fedorov und der ‚russische Kosmismus‘“, in: Franz Josef Klehr/Eberhard Müller (Hg.): *Russische religiöse Philosophie. Das wiedergewonnene Erbe: Aneignung und Distanz*, Stuttgart: Akademie d. Diözese Rottenburg-Stuttgart 1992, S. 159–170. Ders.: „Russian cosmism in the 1920's and today“, in: Bernice G. Rosenthal (Hg.): *The Occult in Russian and Soviet Culture*, Ithaca, NY/London: Cornell University Press 1997, S. 185–202. Vgl. auch Wolfgang Eismann: „Technischer Fortschritt und Wiedererweckung der Toten. Eine russische Utopie im Kontext russischer universalistischer Denktradition“, in: Götz Pochat/Brigitte Wagner (Hg.): *Utopie. Gesellschaftsformen, Künstlerträume*, Graz: Akademische Druck- und Verlagsanstalt 1996, S. 169–185.

37 Vgl. Nikolaj F. Fedorov: „Vopros o bratstve, ili rodstve, o pričinah nebratskogo, nerodstvennogo, t. e. nemirnogo, sostojanija mira i o sredstvach k vosstanovleniju rodstva“ (Die Frage der Bruderschaft oder der Verwandtschaft, der Ursachen des unbrüderlichen und unverwandtschaftlichen, d. h. des unfriedlichen Weltzustandes und der Mittel der Wiederherstellung der Verwandtschaft), in: ders.: *Sobranie sočinenij v četyrech tomach* (Gesammelte Werke in vier Bänden), hg. von Anastasija G. Gačeva, Moskau: Progress 1995, Bd. 1, S. 35–308, hier S. 259.

38 Zur Kanonisierung Fedorovs und des genuin russischen Kosmismus, auch als Formel einer neuen russischen Eschatologie, vgl. Svetlana G. Semenova/Anastasija G. Gačeva (Hg.): *Russkij kosmizm. Antologija filosofskoj mysli* (Der russische Kosmismus. Antologie des philosophischen Denkens), Moskva: Izd. Pedagogika 1993.

39 Vgl. Nikolaj Fedorov: „Vopros o bratstve, ili rodstve“ (Anm. 37), S. 69. Ders.: „Religija – kul't predkov i voskrešenie“ (Die Religion – Ahnenkult und Auferweckung), in: ders.: *Sobranie sočinenij v četyrech tomach*, Moskau: Progress 1995, Bd. 2, S. 42–44.

40 Dabei sollten Gottesdienst, die „kirchliche Liturgie“ (*chramovaja liturgija*), und das Leben, die „außerkirchliche Liturgie“ (*vnechramovaja liturgija*), letztere auch eine „Liturgie des Brüderschaffens“ (*liturgija bratovtorenija*), wieder in Einklang gebracht werden; vgl. Fedorov: „Vopros o bratstve, ili rodstve“ (Anm. 37), S. 89, 119 u. *passim*. Zu Fedorovs Liturgie-Verständnis vgl. auch Valentin A. Nikitin: „Der Kultakt als Synthese der Künste. Theoretische Überlegungen von Priester Pawel Florenski und Nikolai Fjodorow zur orthodoxen Sakralkunst“, in: *Stimme der Orthodoxie* 11 (1988), S. 29–36.

wissenschaftlich-technischen Tätigkeiten vereint und die Wissenschaften zu „geistigen, einen heiligen Dienst verrichtenden Organen“, die Wissenschaftler zum neuen „Klerus“ werden.⁴¹ Fedorovs „kosmotellurische Wissenschaft und Kunst“⁴² sah die Umwandlung molekularer, genetischer, biomedizinischer und astrophysikalischer Informationen in eine hybride liturgisch-rituelle Archivtechnologie zur Errichtung einer kosmischen Arche vor. Um das globale Anliegen zu verwirklichen, bestand eine der wichtigsten Aufgaben der Zeit im „Umwandeln von Wissen in Handeln“.⁴³ Die theurgische Praxis musste dazu in eine „theoanthropourgische“ und „theoanthropophysische“ umgestaltet werden.⁴⁴ Fedorov kritisierte in diesem Zusammenhang Kant, der ihm zufolge das Theologische (*bogoslovskoe*) dort sehe, wo sich das Theurgische (*bogodejstvennoe*) vollziehe.⁴⁵ Für Kant war der christliche Kult größtenteils Theurgie, ein „schwärmerischer Wahn“, der Raum für das Erfühlen von übersinnlichen Wesen und deren Beeinflussung gibt.⁴⁶ Im Gegensatz dazu gehe es der Theurgie, so Fedorov, nicht um ‚bogoslovie‘, nicht um das Wort (*slovo*), sondern um die Tat (*delo, dejstvie*). Das moderne ‚bogodejstvie‘ (Gott-Wirken) sei eine synergetische Praxis – Theoanthropourgie. Fedorovs Transformationsgedanke, der Wort und Tat radikal in eins setzte, wird als eigenwilligste Ausprägung des Theurgie-Modells in der russischen Religionsphilosophie gewertet.⁴⁷

„Unser Körper muss unser Werk sein“ lautete Fedorovs programmatische Forderung. Der Mensch müsse lernen, seinen Körper selbst zu konstruieren und seinen Organismus zu vervollkommen, indem er Organe schaffe, die neue Fähigkeiten ermöglichen und die Vitalität stärken.⁴⁸ Der naturgegebene Körper – ein „Werk der blinden und unbewussten Evolution“⁴⁹ – solle radikal umgestaltet und im Pro-

41 Nikolaj F. Fedorov: „Muzej, ego smysl i naznačenie“, dt.: „Das Museum, sein Sinn und seine Bestimmung“ (Auszug), in: Boris Groys/Michael Hagemester (Hg.): *Die Neue Menschheit. Biopolitische Utopien in Russland zu Beginn des 20. Jahrhunderts*, aus dem Russ. von Dagmar Kassek, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 2005, S. 127–232, hier S. 213.

42 Vgl. Fedorov: „Vopros o bratstve, ili rodstve“ (Anm. 37), S. 290. Diese Bezeichnung ist ein Hinweis auf die philosophische Verschränkung des orthodox-christlichen *energeia*-Verständnisses mit physikalischen Energiekonzepten, wie sie bspw. Theodor Hoh in *Elektricität und Magnetismus als kosmotellurische Kräfte* (1887) darlegte.

43 Nikolaj F. Fedorov: „Die Frage der Bruderschaft oder der Verwandtschaft, der Ursachen des unbrüderlichen und unverwandschaftlichen, d. h. des unfriedlichen Weltzustandes und der Mittel der Wiederherstellung der Verwandtschaft“ (Auszug), in: Boris Groys/Michael Hagemester (Hg.): *Die Neue Menschheit. Biopolitische Utopien in Russland zu Beginn des 20. Jahrhunderts*, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 2005, S. 70–126, hier S. 71.

44 Vgl. „teurgičeskoe dolžno stať teoantropourgičeskim, teoantropofizičeskim“. Nikolaj Fedorov, „Zametki k rabote ‚Vopros o bratstve, ili rodstve...‘“ (Anmerkungen zum Werk „Die Frage der Bruderschaft oder der Verwandtschaft...“), in: ders.: *Sobranie sočinenij v četyrech tomach*, hg. von Anastasija G. Gačeva, Moskva: Progress 1997, Bd. 3, S. 300–304, hier S. 303.

45 Vgl. Fedorov: „Zametki k rabote“ (Anm. 44), hier S. 303.

46 Vgl. Immanuel Kant: „Kritik der Urteilskraft“, in: ders.: *Kants Werke. Akademie-Textausgabe*, Berlin/New York, NY: de Gruyter 1968, Bd. 5, S. 459.

47 S[vetlana] G. Semenova: „Filosofija voskresenija N. F. Fedorova“, in: Fedorov: *Sobranie sočinenij*, 1 (Anm. 37), S. 5–33, hier S. 7.

48 Vgl. Fedorov: „Vopros o bratstve, ili rodstve“ (Anm. 37), S. 82, 255.

49 Nikolaj F. Fedorov: „Bessmertie kak privilegija sverščelovekov (Po povodu staťi V. S. Solov'eva o Lermontove)“, in: ders.: *Sobranie sočinenij*, 2 (Anm. 39), S. 136–140, hier S. 138.

zess der kosmotellurischen Patrofikation, der synthetischen Kunst des Vaterschaffens (*otcetvorenje*), als buchstäbliches Kunst-Werk (*chudožestvennoe proizvedenie*) neu belebt werden. Auch darin bleibt Fedorovs unorthodoxe/r ästhetisch-korporale/r Auferweckungskult/ur in der orthodoxen Ekklesiologie verankert, welche die auf den Gottmenschen gerichtete Christologie fortschreibt: Die Kirche verkörpere den Leib Christi, sie bilde einen lebendigen, gottmenschlichen Organismus, in dem die Lebenden und die Toten integriert sind. Fedorovs Theoanthropurgie betont den konkreativen Impuls, der vom Menschen ausgehen könne, um die passive *Auferstehung* (*voskresenie*) in eine aktive, durch die liturgische Gemeinschaft initiierte *Auferweckung* (*voskrešenie*) umzuwandeln. Er verglich das kosmotellurische Kunst-Werk mit großen Dichtungen, denen der Plan zur Veränderung des Lebens innewohne,⁵⁰ und verstand die Ästhetik als eine Wissenschaft der „Wiederherstellung“ (*vossozdanje*) des Vergangenen, von der auch der schöpferische Impuls der Auferweckung ausgehe.⁵¹ Die Grundlage dafür sah Fedorov in der kirchlich-medialen Synthese der Künste.⁵² Die organische Geschlossenheit verleihe der Kunst die Kraft, sich der Erdanziehung entgegenzustellen, Chaos in Kosmos zu transformieren.⁵³

Derartige religionsphilosophische Kulturmodelle, die eine neue all-einige Menschheit postulierten, werden von Boris Groys zu den Vorläufern der sozialutopischen Programme gezählt, die unter den veränderten gesellschaftlichen Bedingungen der Sowjetmacht zur biopolitischen Praxis wurden.⁵⁴ Thomas Tetzner setzt

50 Vgl. Nikolaj F. Fedorov: „Muzej, ego smysl i naznačenie“, in: ders.: *Sobranie sočinenij*, 2 (Anm. 39), S. 370–430, S. 399.

51 Vgl. Nikolaj F. Fedorov: „Iskusstvo podobij (mnimogo chudožestvennogo vosstanovlenija) i iskusstvo dejstvitel'nosti (dejstvitel'noe voskrešenie)“ (Die Kunst der Ähnlichkeit (der imaginären künstlerischen Wiederherstellung) und die Kunst der Wirklichkeit (wirkliche Auferweckung)), in: ders.: *Sobranie sočinenij*, 2 (Anm. 39), S. 230–231, hier S. 231. Der russische Diplomat, Philosoph und Publizist Valerian Murav'ev (1885–1930/31) knüpfte an Fedorov an und entwarf eine Produktionswissenschaft, die mittels ‚anthropotechnischer‘ und ‚anthropourgischer‘ Verfahren der ‚Anastatik‘ den Menschen im wissenschaftlichen Labor umgestalten bzw. neu erschaffen sollte. Vgl. Michael Hagemester: „Valerian Nikolaevič Murav'ev (1885–1931) und das ‚prometheische Denken‘ der frühen Sowjetzeit“, in: *Valerian N. Murav'ev: Ovladenie vremenem* (1924), dt.: *Die Beherrschung der Zeit*, Nachdruck nebst einer einführenden Studie von Michael Hagemester, München: Sagner 1983, S. 1–27.

52 Diese stehe im Gegensatz zum säkularen Gesamtkunstwerk, das nur Untergang und Verderben darstelle, so Fedorovs Kritik an Arthur Schopenhauer, Richard Wagner und Friedrich Nietzsche; vgl. Nikolaj F. Fedorov: „Tragičeskoe i vakhičeskoe u Šopengauéra i Niče (1913)“, in: ders.: *Sobranie sočinenij*, 2 (Anm. 39), S. 159–160. Ders.: „Ob ob'edinenii iskusstv (1913)“, in: ebd., S. 160 f.

53 An Fedorov anknüpfend, entwarf der Maler Vasilij Čekrygin (1897–1922) eine Kunsttheorie der Auferweckung als einer Synthese der lebendigen Künste: *O Sobore voskrešajuščego muzeja. O buduščem iskusstve: muzyki, živopisi, skulptury i slova* (Über die Kathedrale des auferweckenden Museums. Die Kunst der Zukunft: Musik, Malerei, Skulptur und das Wort), Moskva 1921. Vgl. auch Wassili Rakitin: *Wassili Tschekrygin, Mystiker der russischen Avantgarde: aus der Geschichte des russischen Expressionismus*, Ausstellungskatalog, Köln: Galerie Gmurzynska 1992.

54 Boris Groys: „Unsterbliche Körper“, in: ders./Michael Hagemester (Hg.): *Die Neue Menschheit. Biopolitische Utopien in Rußland zu Beginn des 20. Jahrhunderts*, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 2005, S. 8–18. Michael Hagemester: „Unser Körper muss unser Werk sein.“ *Beherrschung der Natur*

diese ideengeschichtliche Auseinandersetzung fort und spannt in seiner Säkularisierungsgeschichte den Bogen vom christlichen Konzept des ‚neuen Menschen‘ zum revolutionären, sozialistischen Menschenbild. Die Idee des ‚neuen Menschen‘, eine „*korporative* Verheißung“⁵⁵, richte sich an den Einzelnen, ziele aber auf die kultische Vereinigung im „*alleinigen Leib Christi*“. Tetzner spricht vom „Motiv einer *synergetischen* und daher *korporalen* Vergöttlichung“, das in die Idee eines Kollektivwesens mit göttlichen Zügen mündet. Diese Göttlichkeit, so Tetzners ambivalentes Fazit, sei ein ‚Synergieeffekt‘: „Die Verklärung des Ganzen umfasst auch seine Teile.“⁵⁶

Nun läuft eine Engführung des russischen religionsphilosophischen Synergismus mit der frühsowjetischen Anthro(po)soziogenese und deren sozialtechnologischen Umsetzungsversuchen Gefahr, die dünne Trennlinie zwischen christlicher und weltlicher Soteriologie zu verwischen. Dagegen ist festzuhalten, dass ein „Pathos des Schaffens“⁵⁷ sowohl die religiöse Renaissance als auch den materialistischen Revolutionsgeist prägte. Beide Denktraditionen räumten der Kunst ein hohes Transformationspotential ein: Mit der Kunst könne der Mensch auf die Wirklichkeit einwirken und diese umwandeln.⁵⁸ Nikolaj Berdjaev betonte daher in seiner im Pariser Exil veröffentlichten kleinen Schrift *Der Mensch und die Technik*, dass Fedorovs Entwurf weder mit kommunistischer Eschatologie zu vergleichen sei, noch etwas mit der aufkommenden technokratischen Eschatologie – einer auf den Kopf gestellten christlichen Eschatologie – gemein habe.⁵⁹ Im Ostchristentum gilt Technik ganz allgemein als entscheidender Kulturfaktor, der ein fest im Glauben verwurzelt planmäßiges und ethisches Handeln erfordert.⁶⁰ Die Herausforderung der russischen Religionsphilosophie um 1900 bestand folglich darin, dem christlichen Auftrag zur Selbsttransformation im gesellschaftlichen Wandel gerecht

und Überwindung des Todes in russischen Projekten des frühen 20. Jahrhunderts“, in: ebd., S. 19–67. Der ‚neue Mensch‘ ist Motiv und Leitbild im Text und Subtext ästhetischer, religiöser und naturwissenschaftlicher Diskurse der europäischen Moderne. Gottfried Küenzlen: *Der Neue Mensch. Eine Untersuchung zur säkularen Religionsgeschichte der Moderne*, München: Fink 1994.

55 Thomas Tetzner: *Der kollektive Gott. Zur Ideengeschichte des „Neuen Menschen“ in Russland*, Göttingen: Wallstein 2013, S. 18.

56 Ebd., S. 271.

57 Regula M. Zwahlen: *Das revolutionäre Ebenbild Gottes. Anthropologien der Menschenwürde bei Nikolaj A. Berdjaev und Sergej N. Bulgakov*, Berlin u. a.: LIT 2010, S. 24–25.

58 Vgl. Verena Krieger: *Kunst als Neuschöpfung der Wirklichkeit. Die Anti-Ästhetik der russischen Moderne*, Köln/Weimar/Wien: Böhlau 2006, S. 19–23.

59 Nikolaj Berdjaev: *Čelovek i mašina* (1933), dt.: Nikolai Berdjajew: *Der Mensch und die Technik*, Berlin/Bielefeld: Cornelsen 1949, S. 57–64.

60 Vgl. die technikphilosophischen Schriften von Petr K. Engel'mejer (1855–1941): „Technika kak faktor sovremennoj kultury“ (Die Technik als zeitgenössischer Kulturfaktor), in: *Mir Božij* (Die Welt Gottes) (1907) 7, S. 70–82. Ders.: *Der Dreiakt als Lehre von der Technik und der Erfindung*, Berlin: Heymann 1910. Vgl. Vitaly G. Gorokhov: *Technikphilosophie und Technikfolgenforschung in Russland*, Bad Neuenahr-Ahrweiler: Europ. Akad. zur Erforschung von Folgen wiss.-techn. Entwicklungen 2001, S. 24. Zum partizipatorischen Technikkonzept vgl. auch Sergey S. Horuzhy: „Der Prozeß der Vergöttlichung des Menschen und die Technik im Ostchristentum“, in: Peter Koslowski (Hg.): *Natur und Technik in den Weltreligionen*, München: Fink 2001, S. 75–98.

zu werden und angesichts des schnellen naturwissenschaftlich-technischen Fortschritts ein neues religiöses, sprich: synergetisches Bewusstsein (wieder) zu erwecken.

Im russischen Symbolismus, auf den der Funken von Solov'evs theurgischer Kunstphilosophie und Zukunftsästhetik übersprang,⁶¹ figurierte demnach fortan der Künstler-Theurg als moderner *synergós*, der mit ästhetisch-(sprach-)performativen Mitteln am ‚Umschaffen‘ des Menschen zum Gottmenschen und durch die Synthese der Künste an der Verwirklichung der All-Einheit aktiv und schöpferisch mitwirkte. Diese Konzeption von Kunst als einer wirklichkeitsverwandelnden Kraft, die sich auf Zukünftiges richtet, verstand unter ‚Zukunft‘ jedoch nicht eine zeitliche Modalität oder setzte sie gar mit ‚Fortschritt‘ gleich (Fedorov polemisierte resolut gegen diese Vorstellung). Vielmehr versuchte sie, jene Vollkommenheit zu erreichen, die sich durch die Heilige Schrift als eine „im Vergleich zu der vergänglichen Gestalt dieser Welt höhere Realität“⁶² offenbarte. Wie Solov'ev sahen viele Denker des Silbernen Zeitalters (zwischen Jahrhundertwende und Revolution) die Kunst als Vermittlerin zwischen Natur und künftigem Leben. Durch Theurgie werde die bestehende Kultur überwunden, denn sie erschaffe, so der russische Religionsphilosoph Nikolaj Berdjaev (1874–1948) in seiner Schrift *Der Sinn des Schaffens*, „nicht Kultur, sondern neues Sein; die Theurgie ist überkulturell. [...] In der Theurgie wird die Kunst zur Macht.“⁶³ Die Schöpfungsmacht resultiert dabei aus der Parallelisierung von Theurgie und Synergie: „In der Theurgie wird das Wort Fleisch. [...] Theurgie ist gemeinschaftliches Wirken des Menschen mit Gott, – Gott-wirken, gottmenschliches Schöpfertum.“⁶⁴

Wortführer des russischen Symbolismus wie Vjačeslav Ivanov (1866–1949) und Andrej Belyj (1880–1934) knüpften an das Theurgiekonzept an und nahmen insbesondere die erhabene Transformation, die Transfiguration (*preobraženie*) in den Blick.⁶⁵ Der Schöpfungsakt ist bei Ivanov eine sakrale künstlerische Handlung (*chudožestvenoe dejstvo*) – das Handeln in der Welt (*dejstvije*) werde durch die got-

61 Vgl. Tatjana Petzer: „Symbol und Theurgie. Zur Transformationsästhetik der russischen Moderne“, in: *Poetica* 45 (2013) 3–4, S. 347–375.

62 Pavel Florenskij: *Stolp i utverždenie istiny* (1914), dt.: „Der Pfeiler und die Grundfeste der Wahrheit“ (gekürzt), in: Nikolai von Bubnoff/Hans Ehrenberg (Hg.): *Östliches Christentum. Dokumente. II: Philosophie*, aus dem Russ. von Nikolai von Bubnoff, München: C. H. Becksche Verlagsbuchhandlung 1925, S. 28–194, hier S. 142.

63 Nikolaj Berdjaev: *Smysl tvorčesta* (1916), dt.: Nikolaj Berdiajew: *Der Sinn des Schaffens: Versuch einer Rechtfertigung des Menschen*, aus dem Russ. v. Reinhold von Walter, Tübingen: Mohr 1927, S. 263. Vgl. auch Alexei Rybakov: „Theurgie vs. Autonomie. Kultur und Kunst im Denken von Nikolaj Berdjaev“, in: *Forum für osteuropäische Ideen- und Zeitgeschichte* 7 (2003) 2, S. 13–59, hier S. 24.

64 Nikolaj Berdiajew: *Der Sinn des Schaffens* (Anm. 63), S. 263.

65 John Milbank: „Sophiology and Theurgy: The New Theological Horizon“, in: Adrian Pabst/Christoph Schneider (Hg.): *Encounter Between Eastern Orthodoxy and Radical Orthodoxy: Transfiguring the World Through the Word*, Farnham: Ashgate 2009, S. 45–86. Viktor Byčkov: *Russkaja teurgičeskaja estetika*. Moskva: Ladomir, 2007. Uri Daigin: „Magical-theurgical Language Theories of the Russian Symbolists“, in: *Kabbalah* 14 (2006), S. 115–150.

tesdienstliche Handlung (*dejstvo*) komplementiert.⁶⁶ Anders als im ursprünglichen Theurgie-Verständnis sei der moderne Theurg nicht mehr ein dienender, sondern ein bewusst handelnder Mittler zwischen dinglich-realem Sein und der metaphysischen Wahrheit. Diese Funktion wird programmatisch in Ivanovs Losung „a realibus ad realiora“ formuliert.⁶⁷ Demzufolge habe Kunst die Aufgabe, die verborgene höhere Realität zu symbolisieren und sei dabei, selbst in Religion aufzugehen. Ihre Funktion bestehe darin, Religion – verstanden als Wissen und als Verbindung zur Realität – lebendig zu halten. Auch für Belyj lag der „Sinn der Kunst“ („Smysl iskusstva“, 1907) in der Kategorie des *pretvorenie* (Umgestaltung). In einem weiteren Essay über die „Kunst der Zukunft“ („Buduščee iskusstvo“, 1907) spitzte er dieses Vorhaben auf die „Transfiguration der Persönlichkeit“ (*preobraženie ličnosti*) zu. Die Wirklichkeit sollte durch Bewusstseinsveränderungen des Einzelnen, der im „schöpferischen Mitvollzug“ Arbeit am Symbol (der Einheit) leistet, umgestaltet werden.⁶⁸ Der religiöse Kern des mythopoetischen Symbolismus⁶⁹ besteht in der außerliturgischen *sympatheia* zum Göttlichen. Im Modus symbolischen Erkennens, Darstellens und Handelns offenbare sich gott-menschliches Zusammenwirken, mit Belyjs Worten: „Syn-ergeia ist auch ‚Sym-bolie‘.“⁷⁰

Diese angestrebte Transformation der Person (*ličnost*)⁷¹ folgt der spezifischen Solov'evschen Anthropologie, die in jedem Menschen einen potentiellen Gottmenschen sah bzw. die Spezifik des Menschseins in der Befähigung zum Gottmenschentum verstand. Der Mathematiker und Theologe Pavel Florenskij (1882–1937), der an der Physikalisch-Mathematischen Fakultät der Moskauer Universität u. a. bei Belyjs Vater, dem Mathematiker Nikolaj Vasil'evič Bugaev (1837–1903), studierte, untermauerte das Konzept des *zoon theoumenon* durch die wissenschaftlich-symbolische Verschränkung von Mathematik und Moral-Theologie. Seine Überlegungen zu Wesen und Entwicklungspotential des Menschen legte Florenskij

66 Vgl. Krieger: *Kunst als Neuschöpfung der Wirklichkeit* (Anm. 58), S. 101.

67 Diesem lag eine besondere Dialektik von Aufstieg und Abstieg zugrunde: Der Mensch steige von dem Wirklichen (*a realibus*) zum Wirklicheren (*ad realiora*) auf, der Künstler dagegen müsse wieder zurück zum Wirklichen absteigen. Florenskij vollzog in Hinblick auf die Ikonostase die gleiche Unterscheidung. Berdjaev dagegen konnte dieser Dialektik nicht folgen, er ließ nur den Aufstieg zu.

68 Vgl. Andrej Belyj: „Émblematika smysla: Predposylki k teorij simvolizma“ (Die Emblematik des Sinns: Voraussetzungen für eine Theorie des Symbolismus), in: ders.: *Sobranie sočinenij v 9-i tomach*, Bd. 5: *Simvolizm. Kniga statej*, Moskva: Kul'turnaja revoljucija, Respublika, 2010, S. 57–119, hier S. 82: „Edinstvo est' Simvol“ (Die Einheit ist das Symbol).

69 Nach der Klassifikation des Slavisten Aage Hansen-Löve folgte der mythopoetische Symbolismus dem Frühsymbolismus (diabolischen Symbolismus) der älteren Symbolistengeneration, deren Kunstauffassung sich mehr am französischen Vorbild orientierte.

70 Andrej Belyj: *Počemu ja stal simvolistom i počemu ja ne perestal im byt' vo vseh fazach moego idejnogo i chudožestvennogo razvittija* (Warum ich ein Symbolist wurde, und warum ich es in allen Phasen meiner ideellen und künstlerischen Entwicklung geblieben bin, 1928), dt.: *Ich, ein Symbolist. Eine Selbstbiographie*, aus dem Russ. von Sigrun Bielfeldt, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 1987, S. 153.

71 Zur Philosophie der Person, die sich im christlich-orthodoxen Denken des 19. und 20. Jahrhunderts unter Rekurs auf die Patristik herausbildete, vgl. Nikolaj Plotnikov/Alexander Haardt (Hg.): *Gesicht statt Maske. Philosophie der Person in Russland*, Berlin u.a.: LIT 2012.

in seinem Essay „Über Wachstumstypen“ („O tipach vozrastanija“, 1906) dar, der im *Bogoslovskij Vestnik* (*Theologischer Bote*), der Zeitschrift der Moskauer Geistlichen Akademie, abgedruckt wurde. Darin knüpfte Florenskij konzeptionell an eine vorangegangene Veröffentlichung zu Georg Cantor, „Über Symbole der Unendlichkeit“ („O simvolach bezkonečnosti. Očerk idej G. Kantora“, 1904) an. Ausgehend von der Mengenlehre sollte nun die Synthese als Grundfunktion des Bewusstseins dargestellt und mit der mathematischen Formel „ $y=f(x)$ “ – einer einfachen Funktion, die in ihrem monotonen Wachstum der Unendlichkeit zustrebt⁷² – formale Bedingungen für die Persönlichkeitsentwicklung im Prozess der Vergöttlichung abgebildet werden. Mithilfe des Kurvenverlaufs dieser einfachen Wachstumsfunktion ließe sich die *synergetische* Mitwirkung des Menschen an der Gnade Gottes und damit die potentielle Entwicklung einer Person, als Verhältnis von Qualität und Quantität, Ousia und Hypostase, Name und Zahl symbolisch darstellen. Das Streben zur Unendlichkeit, zum Überfaktischen, Absoluten, zu Gottesbegegnung und Gotteserkenntnis, verwandele sich Florenskij zufolge, sobald es zur tiefen seelischen Erfahrung geworden sei, „in Theosophie und Theurgie oder, bei Widerstand gegen das ABSOLUTE, in Okkultismus und Magie.“⁷³ Wie zuvor Belyj unterschied Florenskij die Theurgie von der Magie; allein die Theurgie sei an die göttliche Offenbarung des Christentums gekoppelt und befähige zum (sich selbst) (er-)leuchtenden religiösen Handeln in der modernen Welt.⁷⁴ Am Anfang des menschlichen Wirkens in der Welt stehe auch hier das Wort: „Das Wort ist synergetisch: Energie“ (*Slovo sinergetično: energija*).⁷⁵

Florenskij systematisierte seine sprach- (im Kern: religions-)philosophischen Betrachtungen im Kontext des Athos-Streits um die Onomatodoxie (*imjaslavie*), einer theologischen Polemik, die 1907–1918 zwischen russisch-orthodoxen Mönchen auf dem Heiligen Berg und dem Heiligen Synod über der Frage entbrannte, ob Gott in der Anrufung seines Namens selbst gegenwärtig sei. Die Namensverehrer (*imjaslavcy*) setzten Gottes Namen mit Gott gleich.⁷⁶ Der Heilige Synod verurteilte diesen Glauben als Häresie und ging 1913 militant gegen die Namensverehrer vor. Unter den Theologen, Philosophen und Dichtern, die Partei für letztere ergriffen, war Florenskij. Ausgehend von der hesychastischen Namenspraxis entwickelte er seine Theorie des Namens, der er ein syn/energetisches Sprachwirkungs-

72 Pawel Florenski: „Über Wachstumstypen“ (Auszüge), in: Andrej Bely, ders.: „...nicht anders als über die Seele des anderen“: *Der Briefwechsel*, übers. und mit einem Vorwort von Fritz Mierau, hg. von Sieglinde Mierau/Fritz Mierau, Ostfildern: Ed. Tertium 1994, S. 146–180, hier S. 154.

73 Florenski: „Über Wachstumstypen“ (Anm. 72), S. 156.

74 Vgl. Andrej Belyj: „O Teurgii“ (Über die Theurgie), in: *Novyj put'* (Der Neue Weg) 1 (1903) 9, S. 101–123, hier S. 102.

75 Pavel Florenskij: „Magičnost' slova“ (1920), dt.: Pawel Florenski: „Die Magie des Wortes“, in: ders.: *Werke in zehn Lieferungen*. 3. Lieferung: *Denken und Sprache*, aus dem Russ. von Fritz Mierau, hg. von Sieglinde Mierau/Fritz Mierau, Berlin: Kontext 1993, S. 207–236, hier S. 222.

76 Zum sprachtheoretischen Problem vgl. Holger Kuße: „Von der Namensverehrung zur Namensphilosophie“, in: ders. (Hg.): *Name und Person. Beiträge zur russischen Philosophie des Namens*, München: Otto Sagner 2006, S. 77–110.

konzept zugrunde legte.⁷⁷ Wirksam werde das Wort durch die göttliche Einwirkung und durch die menschliche Mitwirkung an den freigesetzten Energien Gottes:⁷⁸ „Die Vereinigung der Energien trägt den Namen synergeia, gemeinsame Energie (der ganze Heilsprozeß ist synergetisch). Das Wort ist die Synergie des Erkennenden und der Sache, besonders in der GOTTESerkenntnis. Die menschliche Energie ist die Umgebung, die Bedingung für die Entfaltung der höheren Energie – GOTTES.“⁷⁹ Wie im Gottesnamen manifestiere sich Florenskij zufolge im Symbol also das höhere Sein. Das Leugnen des Namens wäre somit die Leugnung der Möglichkeit des Symbols.⁸⁰

Um die syn/energetische Wirkkraft des Wortes darzustellen, griff Florenskij in seinen Überlegungen nicht nur auf die christlich-orthodoxe Energien- und Synergielehre und auf Wilhelm von Humboldts an Aristoteles anknüpfende Auffassung von Sprache als ‚wirkender Kraft‘, als ‚Thätigkeit (Energeia)‘⁸¹ zurück, sondern auch auf moderne Energiekonzepte aus Physik und Elektrotechnik bis hin zu Wilhelm Ostwalds *Energetik*, der den naturwissenschaftlichen Begriff auf weltanschaulich-philosophische und kulturwissenschaftliche Wissensfelder übertrug.⁸² Aus physikalischer Perspektive ließe sich nun Florenskij zufolge das Zusammen-Wirken von göttlichen und menschlichen Energien („συνέργεια“/„synérgeia“) als Resonanzphänomen par excellence beschreiben, analog zu Erreger und Resonator, durch deren Wechselwirkung im elektromagnetischen Schwingungskreis Resonanz („sinérgija“/„Synergie“) erzeugt wird.⁸³ Mit dem Begriff der Resonanz bemühte er auch das musikästhetische Konzept der Symphonie, das seit der Mitte des 19. Jahrhunderts für das Ganzheitliche, Absolute, Harmonische steht. Um 1900 wurde

77 Vgl. Tatjana Petzer: „Pavel und Aleksej, Narren um Christi willen. Zur psychophysischen Wirksamkeit von Namen bei Pavel Aleksandrovič Florenskij“, in: dies./Sylvia Sasse/Franziska Thun-Hohenstein/Sandro Zanetti (Hg.): *Namen. Benennung – Verehrung – Wirkung*, Berlin: Kadmos 2009, S. 121–141. Aus dem *imjaslavie* entwickelte sich auch das weltverwandelnde Programm des *imjadejstvie* (Namen-Wirken), durch welches das Schöpfungswerk Gottes fortgesetzt und vollendet werden sollte, vgl. Michael Hagemeister: „Imjaslavie – imjadejstvie: Namensmystik und Namensmagie in Russland (1900–1930)“, in: ebd., S. 77–98

78 Vgl. Florenskij: „Die Magie des Wortes“ (Anm. 75), S. 222.

79 Pavel Florenskij: „Ob imeni Božiem“ (1921), dt.: Pawel Florenskij: „Über den Namen Gottes“, in: ders.: *Werke*, 3 (Anm. 75), S. 291–236, hier S. 300. Zum Palamismus im Namen-Streit vgl. auch Bernhard Schultze: „Die Bedeutung des Palamismus in der russischen Theologie der Gegenwart“, in: *Scholastik* 26 (1951) 3, S. 390–412.

80 Florenskij: „Über den Namen Gottes“ (Anm. 79), S. 294.

81 Wilhelm von Humboldt: „Über die Verschiedenheit des menschlichen Sprachbaus und ihren Einfluß auf die geistige Entwicklung des Menschengeschlechts“ [1830–1835], in: ders.: *Wilhelm von Humboldt Werke*, Bd. 7/1. Hälfte, Photomechanischer Nachdruck von 1907, Berlin: de Gruyter 1968, S. 1–344, hier S. 46.

82 Vgl. u. a. Wilhelm Ostwald: *Studien zur Energetik*, 2 Teile, Leipzig: Hirzel 1891 und 1892. Ders.: *Energetische Grundlagen der Kulturwissenschaft*, Leipzig: Klinkhardt 1909. Ders.: *Der energetische Imperativ*, Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1912.

83 Vgl. Pavel Florenskij: „Imeslavie kak filosojskaja predposylka“ (1922), in: ders.: *Sočinenija v četyrech tomach*. Moskva: Mysl' 2000, Bd. 3 (1), S. 252–287, hier S. 257. Dt.: Pawel Florenskij: „Namensverehrung als philosophische Voraussetzung“, in: ders.: *Werke*, 3 (Anm. 75), S. 237–290, hier S. 244–245.

Resonanz zur wissenschaftlichen Beschreibung von Energieübertragungen in biologischen ‚Kompositionen‘ verwendet.⁸⁴ Dass alle schwingenden Systeme der Natur und Kultur (Elektromagnetismus und Musik sind Spezialfälle) in Resonanz treten, um stabile Einheiten zu bilden (im Gegensatz zur dissonanten Instabilität), hat der Biogeochemiker Friedrich Cramer Ende des 20. Jahrhunderts zu einer allgemeinen Resonanztheorie verdichtet.⁸⁵ Aus dieser universellen Perspektive setzt Florenskij Resonanz und Symphonie synonym mit Synergie. Symphonie erwache aus ‚vollkommener‘ Liebe oder aus ‚unendlicher‘ Demut: Schon das Starzentrum, als synergetisches Handeln, sei in diesem Sinne eine Form der Symphonie.⁸⁶

Aus Synergie resultiere, so Florenskij, etwas emergent Neues, das, ontologisch gedacht, „mehr [ist] als die Summe der Seinsenergie der Selbstoffenbarung beider Eltern“.⁸⁷ Diese Argumentation stellt Florenskij in die Tradition der aristotelischen Substanzontologie, die das „einheitliche Ganze“ anhand sprachlicher Komplexität, der Übersummativität einer Silbe gegenüber den in ihr enthaltenen Lauten exemplifiziert.⁸⁸ Gerade das Symbol lasse sich in dieser Weise antinomisch definieren, und zwar als „ein Sein, das mehr ist als es selbst“, das etwas zur Erscheinung bringt „was nicht es selbst ist, was größer ist, aber sich durch das Symbol wesentlich offenbart.“⁸⁹ Florenskij bündelt seine Vorstellung eines schöpferischen Energetismus im Begriff ‚Magizität‘ (*magičnost*)⁹⁰: Der Sprechende als Träger gerichteter Energien schaffe, so Florenskij, mit dem magizistischen Wort (*logos*) einen „neuen Augenblickszustand der Wirklichkeit“.⁹¹ Der Sprechakt sei Willensbekundung und Partizipation am Schöpfungswerk Gottes, der Name sei formbildende Kraft.

Florenskijs symbolistische Philosophie kulminiert im logostheologischen Prozessdenken. Wie in komplexen Selbstorganisationsprozessen strebt der Logos zur höchsten Stabilität und damit – gegen die Entropie als logische Konsequenz des zweiten Gesetzes der Thermodynamik – zu einer höheren Ordnung. Der Logos, so Florenskij, sei ein „Prinzip der Ektropie“ („Logos – načalo ektropii“), das sich gegen

84 Kyung-Ho Cha: „Zusammenleben. Zum musikologisch-biologischen Denkstil im Fin de siècle (Paul Kammerer, Alma und Gustav Mahler)“, in: Karsten Lichau/Viktoria Tkaczyk/Rebecca Wolf (Hg.): *Resonanz. Potenziale einer akustischen Figur*, München: Fink 2009, S. 123–141.

85 Friedrich Cramer: *Symphonie des Lebendigen – Versuch einer allgemeinen Resonanztheorie*, Frankfurt a. M.: Insel 1998.

86 Florenskij: „Der Pfeiler und die Grundfeste der Wahrheit“ (Anm. 62), S. 164. Bubnoff überträgt Starzentrum (*starčestvo*) mit „Greisentrum“.

87 Florenskij: „Namensverehrung als philosophische Voraussetzung“ (Anm. 83), S. 243.

88 In der Metaphysik des Aristoteles bezieht sich diese Aussage auf ein Ganzes, dessen Bestandteile „nicht nach Art eines Haufens, sondern wie eine Silbe“ zusammengesetzt sind (Metaphysik 1, V).

89 Pawel Florenskij: „Namensverehrung als philosophische Voraussetzung“ (Anm. 83), S. 246.

90 Die Wiedergabe von *magičnost* mit ‚Magie‘ (*magija*) in der deutschen Übersetzung, „Magie des Wortes“ (Anm. 75), greift zu kurz, da Florenskij mit ‚Magizität‘ die energetische Eigenschaft des Wortkörpers betont, welche überhaupt erst die Voraussetzung für magische Effekte bzw., mit den modernen Disziplinen gesprochen, psychophysische und psychophysiologische Prozesse ist, die durch Sprache ausgelöst werden können.

91 Pawel Florenskij: „Obščelovečeskije korni idealizma“ (1908), dt.: Pawel Florenskij: „Die allgemeinmenschlichen Wurzeln des Idealismus“, in: ders.: *Leben und Denken*, aus dem Russ. v. Fritz Mierau, hg. v. Fritz Mierau/Sieglinde Mierau, Ostfildern: Ed. Tertium 1995, Bd. 1, S. 169–200, hier S. 188.

das „Gesetz des Chaos“ richte.⁹² Das ektropische Prinzip charakterisiert energetische Systeme, die nicht der steigenden Entropie unterliegen, sondern negative Entropie anhäufen. So auch die Einheit von Logos und Mensch, letzterer zeichne sich unter allen anderen Spezies dadurch aus, dass er eigene innere und äußere fremde Energien an sich binden könne, statt diese zu zerstreuen. Er baue dabei unterschiedliche Energieniveaus auf, statt diese zu nivellieren.⁹³ Denn nur eine positive Energiebilanz bewahrt vor dem Erlöschen. Folglich ist Kultur „der bewußte Kampf mit der universalen Nivellierung: Kultur bedeutet Isolieren als ein Bremsen des Nivellierungsprozesses im Universum, bedeutet die Erhöhung der Spannung in allen Bereichen als Bedingung des Lebens im Gegensatz zur Gleichheit, dem Tod“.⁹⁴ Florenskijs Konzeption des ektropischen Logos betont das Zukunftspotential von Synergie – verstanden als universales Naturgesetz und als kulturelles Wissen über das (sprachliche, religiöse, metaphysische, soziale) Zusammenwirken. Dem *zoon theoumenon* dient das Synergiekonzept als Instrument der Erkenntnis und Selbsttransformation sowie als Handlungsorientierung zur Weltgestaltung.

Integration – Organisation – Noosphäre

Wilhelm Ostwald, dessen Schriften sich in Russland einer breiten Rezeption erfreuten,⁹⁵ leitete aus den Energiegesetzen der Natur im Sinne des Monismus zwei Bedingungen für die kulturelle Evolution ab: zum einen die Notwendigkeit von Organisation und Planung, damit die Teile des Ganzen harmonisch zusammenwirken, und zum anderen die Elementarumwandlung niedriger, d. h. physischer Energie in ihre höhere, d. h. psychische und geistige Energieformen (Verstand, Willen).

92 Svjaščenic Pavel A. Florenskij: „Avtoreferat“ (1926), in: ders.: *Sočinenija v četyrech tomach*, Moskva: Mysl' 1994, Bd. 1, S. 37–43, hier S. 39. Dt.: „Autorreferat“, in: Florenski: *Leben und Denken*, 1 (Anm. 91), S. 32–38, hier S. 34.

93 Die These, dass der Mensch aufgrund seines Ektropismus eine kosmische Sonderstellung einnimmt, vertraten in Deutschland vor allem der Publizist Georg Hirth und Felix Auerbach, Professor für theoretische Physik an der Universität Jena. Vgl. Georg Hirth: *Energetische Epigenesis und epigenetische Energieformen, insbesondere Merksysteme und plastische Spiegelungen*, München/Leipzig: G. Hirth 1898. Seine „Programmschrift für Naturforscher und Ärzte“ veröffentlichte Hirth im eigenen Verlag. Felix Auerbach: *Ektropismus oder die physikalische Theorie des Lebens*, Leipzig: Engelmann 1910.

94 Pawel Florenski: „Autorreferat“ (Anm. 92), S. 34.

95 Zwischen 1888 und 1913 erschienen etwa 30 Publikationen in zeitnaher russischer Übersetzung. Der in Riga geborene Ostwald ging 1887 nach Leipzig, es folgte ein reger Austausch zwischen den Universitäten, der auch die schnelle Verfügbarkeit der neusten Veröffentlichungen erklärt. Zur Rezeption vgl. Heinz Setzer: „Die Bedeutung der Energielehre für die Literaturkonzeption Maksim Gor'kij's“, in: *Welt der Slaven* 25 (1980) 1, S. 394–427. Charlotte Douglas: „Energetic Abstraction: Ostwald, Bogdanov, and Russian Post-Revolutionary Art“, in: Bruce Clarke/Linda Henderson (Hg.): *From Energy to Information: Representation in Science and Technology, Art, and Literature*, Stanford: Stanford University Press 2002, S. 76–94. Leonid Heller: „Les destinées russes de l'énergétisme 1. Ostwald, Bogdanov, Malévich“, in: Danièle Ghesquier-Pourcin (Hg.): *Énergie, science et philosophie au tournant des XIXe et XXe siècles*, Bd. 2: *Les formes de l'énergétisme et leur influence sur la pensée*, Paris: Hermann 2010, S. 23–36.

Einen Beweis für die Möglichkeit dieser Höherentwicklung sah Ostwald in der Kunst.⁹⁶ Aber nicht der Künstler, sondern der Organisator repräsentierte für ihn den zukunftsreichsten Persönlichkeitstyp. In den frühen 1910er Jahren antizipierte er eine Zunahme von Organisation, verstanden als ganzheitliches Zusammenwirken einzelner Elemente in komplexen (Wirtschafts-, Staats-, Forschungs-) Systemen mit nachhaltiger Gewinnmaximierung,⁹⁷ und sprach von der „kollektivistische[n], soziale[n] und organisatorische[n] Denk- und Handlungsweise des 20. Jahrhunderts“.⁹⁸ Die monistische Weltanschauung wurde zu einer wichtigen Signatur der russischen und sowjetischen „integralistischen“⁹⁹ Moderne. Parallel zum zeitgenössischen religionsphilosophischen Synergiediskurs entstanden holistische Entwürfe zur gesamtgesellschaftlichen Umgestaltung mit einer quasi-mereologischen, kosmistischen und globalen Perspektive auf den als *homo creator*, *homo faber*, *homo oeconomicus*, *homo kyberneticus* und letztlich *homo synergeticus* konzipierten Menschen. Als prominente Beispiele dafür dienen hier Aleksandr Malinovskij alias Bogdanov (1873–1928) und Vladimir Vernadskij (1863–1945), deren Ansätze im Folgenden kurz skizziert werden.

Der Physiologe, Philosoph, Politiker und Schriftsteller Bogdanov knüpfte in seiner *Allgemeinen Organisationslehre (Tektologie)*, 1913–1922 in drei Teilen publiziert und bald ins Deutsche übersetzt, methodisch an den Monismus an.¹⁰⁰ Mit der ‚Tektologie‘ sollte die Wende zur universalen „Meta-Wissenschaft“ der organisiert-produktiven Menschheit eingeleitet werden; als solche ist sie Modernekritik und Modernisierungsprogramm zugleich.¹⁰¹ Das Anliegen einer *Allgemeinen Organisationslehre*, so ein anonymes Rezensent von Bogdanovs erstem Band, sei die „Philosophie als reine Lehre des Zusammenwirkens globaler Faktoren“.¹⁰² Bogdanov zitiert

96 Vgl. Wilhelm Ostwald: *Vorlesungen über Naturphilosophie*, Leipzig: Veit & Comp. 2 1902, S. 431, S. 433.

97 Vgl. Wilhelm Ostwald: „Über Organisation und Organisatoren. Erster Teil: Allgemeine Theorie (Auszug)“ (1912), in: Günther Lotz/Lothar Dunsch/Uta Kring (Hg.): *Forschen und Nutzen. Wilhelm Ostwald zur wissenschaftlichen Arbeit*, Berlin: Akademie-Verlag 1978, S. 103–107.

98 Wilhelm Ostwald: „Organisation als Kunst und Wissenschaft“ (1913), in: Lotz/Dunsch/Kring (Hg.): *Forschung und Nutzen* (Anm. 97), S. 101–102, hier S. 101.

99 Zur Kennzeichnung der Moderne zieht der Osteuropahistoriker Stefan Plaggenborg den Begriff ‚integralistisch‘ den strukturtheoretischen Begriffen ‚holistisch‘ und ‚total‘ vor, dadurch werden Divergenzen und Ausdifferenzierungsprozesse nicht vereinheitlicht. Vgl. Stefan Plaggenborg: *Experiment Moderne. Der sowjetische Weg*, Frankfurt a. M.: Campus 2006, S. 366.

100 Bogdanov wurde zunächst von Wilhelm Ostwald beeinflusst, von dem er sich später distanzierte. Seine Erkenntnistheorie, dargelegt in der dreibändigen Schrift *Empiromonismus* (Empiromonizm, 1904, 1906), knüpft an Richard Avenarius und Ernst Mach an, deren Empiriokritizismus er einer Kritik unterwirft und weiterentwickelt. Vgl. Maja Soboleva: *Aleksandr Bogdanov und der philosophische Diskurs in Russland zu Beginn des 20. Jahrhunderts: Zur Geschichte des russischen Positivismus*, Hildesheim/Zürich/New York, NY: Georg Olms 2007.

101 Vgl. Maja Soboleva: „Die ‚Leidenschaft zum Monismus‘: Schwerpunkte des Systemdenkens bei Bogdanov“, in: Stefan Plaggenborg/dies.: *Alexander Bogdanov. Theoretiker für das 20. Jahrhundert*, München: Sagner 2008, S. 80–97, hier S. 91. Plaggenborg/Soboleva: „Einführung“, in: ebd., S. 9–25, hier S. 23.

102 Russ.: „filosofija kak čistoe učenie o vzaimodejstvii mirovych faktorov“, zit nach A[leksandr] A. Bogdanov: „Predislovie k 1-my izdaniju II časti“ (Vorwort zur ersten Ausgabe des zweiten Teils),

diese Definition in seinem Vorwort zum zweiten Teil und distanziert sich lediglich von der getroffenen Zuordnung der Organisationslehre zur Philosophie. Die Tektologie sei nicht Sache von Philosophen, sondern von Wissenschaftlern und Praktikern, ihre nächste Verwandte unter den Wissenschaften sei die Mathematik.¹⁰³

Für seine Lehre übernahm Bogdanov Ernst Haeckels Begriff der ‚Tektologie‘ (als eine auf das biogenetische Grundgesetz zugespitzte „Strukturlehre der Organismen“¹⁰⁴), gebrauchte den Begriff, den er mit „Lehre vom Aufbau“ (*učenie o stroitel'stve*)¹⁰⁵ übersetzte, aber umfassender und synonym zum modernen Verständnis von ‚Organisation‘. Die Grundidee der Tektologie lag in der Vereinheitlichung und Verallgemeinerung von natur- und gesellschaftswissenschaftlichen Erkenntnissen zur Relationalität zwischen dem Systemganzen und seinen Teilen, dem systeminternen Zusammenwirken von Elementen (Strukturen) und die Wechselwirkung von System und Umgebung. Sie sollte die Organisationsmethoden in der Natur und der menschlichen Tätigkeit empirisch, strukturell-beschreibend und experimentell untersuchen. Gleichzeitig sei Tektologie eine ‚Universalwissenschaft‘ zur Steuerung des dynamischen Weltsystems. Durch Sprache, der „ursprüngliche[n] tektologische[n] Methode“,¹⁰⁶ werde auch das Denken organisiert. Für die disziplinenübergreifende Verallgemeinerung soll dabei die neutrale Formelsprache der Mathematik dienen, welche die unterschiedlichen Formen der Organisation – verstanden als zweckmäßige Kombination von natürlichen Prozessen oder Aktivitäten/Arbeitshandlungen (beides ‚Energien‘) – und damit den Mehrwert von kooperativen und integrativen Strukturen – abbilden könne, die sich durch die zunehmende Organisation herausbilden.

Dass die kombinatorische Wirkung nicht bei jeder Form der Zusammenarbeit übersummativ ist, veranschaulicht Bogdanov exemplarisch anhand der Interferenz von zwei gleichen Lichtwellen: Treffen Wellenberg und Wellental aufeinander, so löschen sie sich gegenseitig aus („ $1+1=0$ “), sind Wellenberg und Wellental beider Lichtwellen beim Zusammenstoß identisch, wird ihre Lichtstärke vervierfacht („ $1+1=4$ “). Zwischen diesen Grenzfällen der Desorganisation und Organisation liegt die neutrale, also phasenverschobene Vereinigung der Lichtwellen, die der arithmetischen Addition entspricht („ $1+1=2$ “).¹⁰⁷ Eine konkrete mathematische Methode unterbreitet Bodanovs Tektologie indes nicht. Nicht unbekannt dürfte ihm jedoch der mathematisch-energetische Ansatz des Physiologen Nikolaj Belov (1878–1926) zur Bestimmung des Zusammenwirkens (*vzaimodejstvie*) in Biosysteme-

in: ders.: *Tektologija, vseobščaja organizacionnaja nauka*. 2 Bde., Nachdruck der 3., erw. Ausgabe von 1925. Moskva: Ekonomika 1989, S. 54–59, hier S. 57. Bogdanov zufolge erschien diese Rezension in der Zeitschrift *Russkoe Bogatstvo* im Dezember 1913. In der deutschen Übersetzung (vgl. Anm. 103) fehlt die entsprechende Passage.

103 Aleksandr Bogdanov: *Tektologija, vseobščaja organizacionnaja nauka* (1913), dt.: A[lexander] Bogdanov: *Allgemeine Organisationslehre, Tektologie*, aus dem Russ. von Rudolf Lang, Berlin: Organisation Verlagsgesellschaft 1926, Bd. 1, S. 57 f.

104 Ernst Haeckel: *Prinzipien der generellen Morphologie der Organismen* (1866, Teilabdruck), Berlin: Georg Reimer 1901, S. 101.

105 Bogdanov: *Allgemeine Organisationslehre*, 1 (Anm. 103), S. 59

106 Ebd., S. 57.

107 Ebd., S. 69.

men gewesen sein. Belov untersuchte u. a. die Wirkung von Arzneimitteln auf den menschlichen Organismus. Anhand der physisch-chemischen Struktur organischer Wesen erforschte er zudem den gesetzmäßigen Selbsterhalt des Organismus durch Anpassung an veränderte Umweltbedingungen.¹⁰⁸

Die Prämisse von Bogdanovs Tektologie, wonach – in Anlehnung an die Biologie – ein organisiertes Ganzes „mehr als die Summe seiner Teile“ sei,¹⁰⁹ dominierte bereits frühere Schriften. 1904 veröffentlichte Bogdanov in der Zeitung *Pravda* einen Beitrag über „Die Integration des Menschen“ („Sobiranje čeloveka“). Darin zeichnet er die Notwendigkeit und die Möglichkeit auf, den Menschen, ein anatomisch-physiologisch, psychisch und sozial komplexes Ganzes, das durch Individualisierung, Hierarchisierung und Spezialisierung zunehmend fragmentiert worden sei, wieder in eine dynamische Ganzheitlichkeit zu integrieren. Der erneuerte Mensch bilde eine kollektive Kraft. Mit der einhergehenden Transformation zum kameradschaftlichen und vielseitigen Menschentyp werde Harmonie an die Stelle von Konflikt und Konkurrenz treten, die nicht, wie traditionell ruhenden Systemen zugeschrieben, zum Stillstand, sondern zum Qualitätssprung durch Kontinuität, Wachstum und dynamische Entwicklung führen würde.¹¹⁰

Abweichend von der Marx'schen Dialektik des Klassenkampfes maß Bogdanov dem beständigen Prozess der Synthese und der Harmonisierung von Subjekten einen größeren konstruktiven Wert bei als dem Kampf. Er lehnte die Übertragung des biologischen Konkurrenzbegriffs auf die Ökonomie und Soziologie entschieden ab, da eine derartige Analogisierung den Blick auf gemeinsame Organisationsprinzipien in Natur und Gesellschaft verdunkelte.¹¹¹ Damit trat Bogdanov in Opposition zu Lenins Ideologie. Lenin nutzte Bogdanovs Nähe zu Protagonisten des ‚Gottesbauertums‘ (*bogostroitel'stvo*),¹¹² um gegen ihn politisch zu intervenieren. Bogdanov wurde schrittweise aus der Führungsspitze der Bolschewiki und der (Kultur-)Politik verdrängt. Seine *tektologische* Methode konnte daher die anvisierte gesamtgesellschaftliche Wirksamkeit nicht entwickeln.

108 N[ikolaj] A. Belov: „Vozrastnaja izmenčivost' kak sledstvie vzaimodejstvija častej organizmov“ (Wachstumsvariabilität als Resultat des Zusammenwirkens der Teile von Organismen), in: *Voprosy izučenija i vospitanija ličnosti* (1922) 4–5, S. 608; zit. nach Georgij Gloveli: „Bogdanovs ‚Tektologie‘ im Kontext der Systemideen zu Beginn des 20. Jahrhunderts“, in: Plaggenborg/Soboleva: *Alexander Bogdanov* (Anm. 101), S. 107.

109 Vgl. Bogdanov: *Allgemeine Organisationslehre*, 1 (Anm. 103), S. 61 f.

110 Bogdanovs Tektologie zielte auf die Erbauung der proletarischen Zukunftsgesellschaft, wie sie in seiner Science-Fiction-Utopie *Krasnaja zvezda* (1908) auf dem Mars bereits verwirklicht ist. Ein führender Marsingenieur, der Erde 200 bis 300 Jahre voraus, erläutert darin einem russischen Mathematiker und Revolutionär das Organisationsprinzip: „Sie wissen, daß überall, wo Leben besteht, das Ganze größer ist als seine einzelnen Teile, und so ist denn auch der lebendige menschliche Körper größer als dessen einzelne Glieder.“ Alexander A. Bogdanow: *Der rote Stern*, aus dem Russ. von Hermynia zur Mühlen, Frankfurt a. M.: Makol 1972, S. 30.

111 Bogdanow: *Allgemeine Organisationslehre*, 1 (Anm. 103), S. 51.

112 Eine Gruppe undogmatischer Marxisten, die in einer pseudoreligiösen Sprache von Gott als Kollektivwerk des tätigen Volkes sprachen. Vgl. Raimund Sesterhenn: *Das Bogostroitel'stvo bei Gor'kij und Lunačarskij bis 1909. Zur ideologischen und literarischen Vorgeschichte der Parteschule von Capri*, München: Sagner 1982, S. 6.

Kurzzeitige praktische Anwendung fand Bogdanovs Tektologie im Rahmen von Experimentalanordnungen zur psychophysischen Selbsttransformation in der Proletkult'-Bewegung (1917–1920er Jahre) und zur physiologischen Verbrüderung durch wechselseitige Bluttransfusion (1924–1926). Diese können mit Margarete Vöhringer als „Organisation von Wissen durch Erfahrung“ und als Grundlage für das Erzielen von „Synergie durch Propfung“ verstanden werden.¹¹³ Die zu Lebzeiten Bogdanovs wenig beachtete Organisationslehre beruhte auf der Erkenntnis allgemeiner Gesetzmäßigkeiten in organischen und anorganischen Verbindungen, wie sie zeitgenössische Untersuchungen zu ‚lebenden Kristallen‘ und ‚künstlichen Zellen‘ nahelegten. Mit ihren Fragen nach den ordnungsbildenden Interaktionen von Elementen in einem organisiertem Ganzen wird sie heute noch im Kontext von Kybernetik, Struktur- und Systemtheorien rezipiert, denn sie nimmt den systemtheoretischen Lebensbegriff vorweg.¹¹⁴ Darüber hinaus zeigte Bogdanov im zweiten Band der *Tektologie* strukturelle Zusammenhänge zwischen den einzelnen planetaren Sphären auf, wonach die Erde als Ganzes, als ganzheitlicher, selbstregulierender Organismus funktioniere, und antizipierte damit die Gaia-Hypothese, der viele System- und Selbstorganisationstheoretiker folgen sollten.¹¹⁵

Mit dem Geochemiker und Philosophen Vladimir Vernadskij (1863–1945) ist ein weiterer Vorläufer dieses globalen Denkens benannt,¹¹⁶ sein Konzept der Noosphäre (von griech. νοῦς ‚Geist‘, ‚Vernunft‘) greift aus heutiger Perspektive der Idee des Anthropozäns voraus.¹¹⁷ Vernadskijs Ausgangspunkt ist der Prozess der vollständigen Besiedlung und Transformation der Biosphäre¹¹⁸ durch den Menschen, ein Prozess, der infolge der modernen Transport- und Kommunikationstechniken

113 Margarete Vöhringer: *Avantgarde und Psychotechnik. Wissenschaft, Kunst und Technik der Wahrnehmungsexperimente in der frühen Sowjetunion*, Göttingen: Wallstein 2007, S. 209. Dies.: „Synergie durch Pfropfung. Aleksandr Bogdanovs Einsatz in Philosophie, Kunst und Medizin“, in: Forum SynergieWissen ZfL Berlin, 01.11.2011, www.zflprojekte.de/synergie/doku.php?id=features:bogdanov (Stand März 2015).

114 Vgl. Georgij Gloveli: „Bogdanovs ‚Tektologie““ (Anm. 108), S. 89–115.

115 Bogdanov charakterisiert die Erde als „Divergenzsystem“ mit supplementären Korrelationen zwischen den Lebensformen, zwischen Organischem und Anorganischem, zwischen den planetaren Sphären. A[lexander] Bogdanov: *Allgemeine Organisationslehre: Tektologie*, Berlin: Organisation Verlagsgesellschaft 1928, Bd. 2, S. 21–23. Zur Vorwegnahme der Gaia-These vgl. Gloveli: „Bogdanovs ‚Tektologie““ (Anm. 106), S. 110.

116 Wolfgang Hofkirchner: „Vladimir I. Vernadskij – Klassiker des Globalen Denkens“, in: Vladimir Vernadskij: *Der Mensch in der Biosphäre. Zur Naturgeschichte der Vernunft*, hg. von Wolfgang Hofkirchner, aus dem Russ. von Felix Eder und Peter Krüger, mit Einleitungen von Wolfgang Hofkirchner und Rolf Löther, Frankfurt a. M. u. a.: Peter Lang 1997, S. 7–34.

117 Vgl. Paul J. Crutzen: „Die Geologie der Menschheit“, in: ders. u. a.: *Das Raumschiff Erde hat keinen Notausgang. Energie und Politik im Anthropozän*, Berlin: Suhrkamp 2011, S. 7–10, hier S. 7.

118 Den Begriff ‚Biosphäre‘ übernahm Vernadskij ab 1914 von dem österreichischen Geologen Eduard Suess (1831–1914), der diesen in seiner Schrift *Das Antlitz der Erde* (1883) prägte. Vernadskijs Forschung knüpfte darüber hinaus unmittelbar an seinen Lehrer Vasilij Dokučev (1846–1903), Begründer der naturwissenschaftlichen Bodenkunde in Russland, an. Dieser forderte bereits, die Zusammenhänge zwischen der organischen und anorganischen Natur zu erforschen, da die Wechselwirkungen zwischen biogenen und abiotischen Faktoren die Konstitution des Bodens bestimmen.

wie auch der Schaffung künstlicher Landschaften – der Agro- und der Technosphäre – beschleunigt wurde. Über die komplexe Dynamik des planetarischen Systems schreibt er: „Das Leben der Menschheit ist, bei all seiner Verschiedenartigkeit, unteilbar geworden. Ein Ereignis, das im abgelegensten Winkel eines beliebigen Kontinents oder Ozeans vonstatten ging, zieht Folgen nach sich und hat an einer Reihe anderer Orte, überall auf der Erdoberfläche, Auswirkungen – große oder kleine“.¹¹⁹ Die Biosphäre sei seit dem 19. Jahrhundert und insbesondere zu Beginn des 20. Jahrhunderts in eine neue evolutionäre Phase eingetreten, und zwar „dank des Umstands, daß er [der Mensch] eine neue geologische Kraft geschaffen hat – das wissenschaftliche Denken der gesellschaftlichen Menschheit“.¹²⁰ Das beschleunigte Wachstum wissenschaftlicher Arbeit als neue ‚planetare‘ Erscheinung resultiert also in der Entstehung einer neuen Erdhülle: der Sphäre des Denkens.

Der Begriff der Noosphäre geht auf die 1920er Jahre zurück, als Vernadskij während seines Aufenthalts in Paris mit zwei unorthodoxen katholischen Denkern, dem Mathematiker und Bergson-Schüler Édouard Le Roy (1870–1954) sowie dem Jesuitenpater und Gelehrten Pierre Teilhard de Chardin (1881–1955), einen intensiven Dialog über die evolutionäre Entwicklung einer neuen, die Biosphäre transzendierenden Sphäre führte. Beide waren Vertreter historischer Wissenschaften, der Geologie und der Paläontologie, und von der entscheidenden Rolle des Denkens bzw. der Wissenschaft in der Evolutionsgeschichte der Erde und bei der Bildung einer neuen Bewusstseinssphäre überzeugt, und beide gingen schließlich davon aus, dass die Evolution des Universums ein zielgerichteter, und zwar auf die Entwicklung intelligenten Lebens ausgerichteter Prozess sei. Die daraus resultierenden und von Vernadskij und Teilhard etwa zeitgleich niedergeschriebenen Noosphäre-Konzepte fallen dennoch sehr verschieden aus.¹²¹ Während Vernadskij seine Auffassung über den Menschen als Schlüsselfigur der Evolution streng naturwissenschaftlich zu begründen sucht, ist für Teilhard Gott Triebkraft und Garant dieser Evolution: Durch Gott vollziehe sich die Spiritualisierung und Synthese der Menschheit in der Noosphäre, die sich letztlich in einem ‚Gott-Omega‘ konzentriere.¹²² Teilhards theozentrische Perspektive hat viele Berührungspunkte mit Solov’evs Anthropologie und Kosmologie.¹²³ Für das naturphilosophische Konzept

119 Vladimir Vernadskij: „Naučnaja mysl’ kak planetarnoe javlenie“ (1942), dt.: „Das wissenschaftliche Denken als planetare Erscheinung“, in: ders.: *Der Mensch in der Biosphäre* (Anm. 116), S. 35–238, hier S. 51.

120 Ebd., S. 44.

121 Vernadskij entwickelte sein Noosphäre-Konzept 1936–1939 in der unvollendet gebliebenen Schrift *Naučnaja mysl’ kak planetarnoe javlenie*, die erst 1977 in einer zensierten (gekürzten) Ausgabe erschien. Teilhard schrieb seine Überlegungen 1938–1940 in *Le Phénomène Humain* nieder, das postum 1955 erschien. Vgl. Jesse P. Hiltz/George Levit: „The Biosphere and Noosphere: Vladimir Vernadsky and Teilhard de Chardin“, in: Forum SynergieWissen ZfL Berlin, 15.10.2012, www.zflprojekte.de/synergie/doku.php?id=features:noosphaere (Stand März 2015).

122 Vgl. Pierre Teilhard de Chardin: *Le groupe zoologique humain* (1956), dt.: *Die Entstehung des Menschen*, aus dem Franz. von Günther Scheel, München: Beck 1961, S. 123–129.

123 Vgl. Karel Vladimir Truhlar: *Teilhard und Solowjew. Dichtung und religiöse Erfahrung*, Freiburg/München: Alber 1966.

Vernadskijs, der in den 1920er Jahren mit Florenskij im Briefverkehr stand, könnte die russische Religionsphilosophie durchaus impulsgebend gewesen sein. Florenskij schrieb dem Geochemiker von seinen Überlegungen zur „Pneumatosphäre“ (von griech. πνεῦμα ‚Geist‘), definiert als ein „besonderer Stoffbereich [...], der in den Kreislauf der Kultur oder, genauer, den Kreislauf des Geistes einbezogen [ist]“.¹²⁴ Florenskijs Sphäre des Geistes (*pneuma*, lat. *spiritus*) beginnt beim Kult und dem Menschen als ‚geistigem‘ Faktor, Vernadskijs Sphäre des Geistes (*nous*, lat. *intellectus*) dagegen bei der Kultivierung durch den Menschen als ‚geologischem‘ Faktor.

Vernadskijs Schriften offenbaren keine religiösen Bezüge. Er gehörte zur Kerngruppe einer zu humanistisch-aufklärerischen Zielen und zur gegenseitigen geistigen Unterstützung verpflichteten ‚Bruderschaft‘ (*Bratstvo Prijutino*). In studentischen Tagen war der Kreis der angehenden liberalen Akademiker vom Gedankengut Lev Tolstojs (1828–1910) und dem 1885 auf dessen Landsitz weilenden William Frey (eigentlich: Vladimir Geins, 1839–1888), einem nach Amerika ausgewanderten Utopisten, Autor der Schrift *Vegeterianism in connection with the religion of humanity* (1875), inspiriert worden.¹²⁵ Dass explizite Verweise auf die Gruppe in Vernadskijs Aufzeichnungen fehlen, könnte der Zensur geschuldet sein. Dafür geben Veröffentlichungen zur Geschichte und gegenwärtigen Aufgabe der Wissenschaft bereits Aufschluss über den Stellenwert, den Vernadskij der geistig-wissenschaftlichen Kollaboration beimaß.¹²⁶ Diese wurde am Vorabend des Zweiten Weltkriegs, als Vernadskij sein Konzept der Noosphäre einführte, zum Programm. Sein Plädoyer galt der Biosphäre, die „im Interesse der frei denkenden Menschheit als ein einheitliches Ganzes“ umzugestalten sei.¹²⁷ Seine Kritik richtete sich gegen die Vergeudung des menschlichen Potentials für desintegrierende und selbstvernichtende Handlungen, auch in Hinblick auf die Natur, deren ökologisches Gleichgewicht Vernadskij durch die planlosen Eingriffe der Menschheit in komplizierte symbiotische Systeme gefährdet sah. Er war davon überzeugt, dass, nachdem sich die utopischen Potentiale

124 Pawel Florenski: „Brief an Wladimir Wernadski“ (21. 9. 1929), in: ders.: *Leben und Denken*, aus dem Russ. von Fritz Mierau, hg. von Fritz Mierau/Sieglinde Mierau, Ostfildern: Edition Tertium 1996, Bd. 2, S. 209–214, hier S. 214.

125 Die Prijutino-Bruderschaft vereinte von 1886–1941 zehn bis zwölf Mitglieder, Wissenschaftler liberaler Gesinnung und deren Gefährtinnen. Sie ist aus einem St. Petersburger Studentenkreis um den Orientalisten und Buddhismus-Forscher Sergej Ol'denburg (1863–1934) entstanden. Vgl. die Erinnerung von Vernadskijs Sohn George Vernadsky: „The Prijutino Brotherhood (Preliminary communication)“, in: Dietrich Gerhardt/Wiktor Weintraub/Hans-Jürgen Winkel (Hg.): *Orbis scriptus. Dmitrij Tschizewskij zum 70. Geburtstag*, München: Fink 1966, S. 857–863. Marco Bischof: „Vernadsky's Noosphere and Slavophile Sobornost'. Some early concepts of field phenomena in social life“, in: L[ev] V. Beloussov/V[ladimir] L. Voeikov/V[ictor] S. Martynyuk (Hg.): *Biophotonics and Coherent Systems in Biology*, Berlin/New York, NY: Springer 2007, S. 279–297, hier S. 282–285.

126 Vernadskij leitete von 1921–1932 die sowjetische „Kommission zur Geschichte des Wissens“, zu seiner Tätigkeit vgl. V[ladimir] M. Orel/G[alina] I. Smagina (Hg.): *V. I. Vernadskij i komissija po istorii znaniy. K 150-letiju so dnja roždenija V. I. Vernadskogo* (V. I. Vernadskij und die Kommission zur Geschichte des Wissens. Zum 150. Geburtstag von V. I. Vernadskij), Moskva/Sankt Petersburg: Rostok 2013.

127 Vladimir I. Vernadskij: „Einige Worte über die Noosphäre“, in: ders.: *Der Mensch in der Biosphäre* (Anm. 116), S. 239–249, hier S. 246 f.

von Religion, Philosophie und Politik als zu schwach erwiesen hatten, allein die von der Vernunft geleitete, schöpferisch tätige „Internationale der Wissenschaftler“ eine Verantwortung als überzeitliche „planetare Führungskraft“ wahrnehmen könne.¹²⁸ Mit dem religionsphilosophischen Diskurs teilt dieser monistische Holismus die utopistische Idee, durch die Neukonzeptualisierung des Menschen an einer universalen Einheit synergetisch mitwirken zu können. Die Bedeutung der transformierenden Kraft der Wissenschaft (als Technik und Kunst) wurde auch von den russischen Kosmisten, denen Vernadskij oft zugerechnet wird, betont.¹²⁹ In Hinblick auf die Natur vertritt der Kosmismus, wie das orthodoxe Denken im Allgemeinen, eine apophatische Einstellung: Was die Wissenschaft letztlich nicht ergründen kann und dennoch erfahrbar ist, bleibt religiöses Wissen.¹³⁰

Auch wenn, wie anzunehmen ist, der fachsprachliche Begriff der ‚Synergie‘ (*sinergija*) Bogdanov und Vernadskij bekannt gewesen sein dürfte,¹³¹ geht dieser nicht als strukturanaloger Universalbegriff in ihre globalen Theorien ein – möglicherweise aufgrund seiner Bedeutung für die russisch-orthodoxe Religionskultur. Außerhalb des theologisch-religionsphilosophischen Kontextes trat der Synergiebegriff sowohl in Russland um 1900 als auch in westlichen Fachdiskursen der Chemie und Medizin¹³² eher marginal auf, beispielsweise in der Terminologie des russischen Neuropathologen Grigorij Rossolimo (1860–1928), dem Erfinder zahlreicher Diagnoseapparaturen, darunter des ‚Synergometers‘ (*sinergometry*), eines Gerätes zur Messung funktionaler Synergien (bzw. Asynergien) zwischen Rumpf, Muskelgruppen und Extremitäten.¹³³ Das zitierte medizinische Nachschlagewerk verweist darüber hinaus auf die Unterscheidung zwischen additiven (summativen) und supraadditiven (potenzierten) Wirkungseffekten zur näheren Charakteristik

128 Vgl. Vernadskij: „Das wissenschaftliche Denken als planetare Erscheinung“ (Anm. 119), S. 69, 102.

129 Vgl. Tatjana Petzer: „Kultakte der Wissenschaft. Synergie und Synthese im russischen Kosmismus“, in: Nadežda Grigor'eva/Schamma Schahadat/Igor' Smirnov/Irina Wutsdorff (Hg.): *Das Konzept der Synthese im russischen Denken. Künste – Medien – Diskurse*, München/Wien: Sagner 2010, S. 171–192.

130 Vgl. Alexei V. Nesteruk: „Faith and scientific knowledge in Russian religious thought of the 19th/20th century“, in: Jitse M. van der Meer/Scott Mandelbrote (Hg.): *Nature and Scripture in the Abrahamic Religions*, Bd. 2: *1700–Present*, Leiden/Boston: Brill 2008, S. 371–404, hier S. 400. Johannes Schelhas: *Schöpfung und Neuschöpfung im theologischen Werk Pavel A. Florenskijs (1882–1937)*, Berlin u. a.: LIT 2003, S. 115.

131 Igor Polianski betrachtet ‚Monismus‘ und ‚Weltanschauung‘ als Doppelgänger des für das holistische Denken stehenden Synergiebegriffs. Der Monismus, so das „Glaubensbekenntnis“ Haeckels in seiner gleichnamigen Schrift von 1909, bildete wiederum das „Band zwischen Religion und Wissenschaft“. Vgl. Igor Polianski: „Synergie, Monismus und Weltanschauung im Kontext der russischen Moderne“, in: Forum SynergieWissen ZfL Berlin, 01.11.2011, www.zflprojekte.de/synergie/doku.php?id=features:monismus (Stand März 2015).

132 Vgl. Beitrag von Georg Toepfer im vorliegenden Band.

133 Vgl. Aleksandr N. Bakulev (Hg.): *Bol'saja medicinskaja enciklopedija* (Große medizinische Enzyklopädie), Bd. 29: *Rikor-Svjazki*, Moskva: Sovetskaja enciklopedija 1934, S. 341. Die Messgröße ‚Synergie‘ bezieht sich insbesondere auf Phänomene wie die Armtonusreaktion bzw. die Abweichreaktion der Arme zur Diagnose von Kleinhirnaffektionen (nach Untersuchungen des Neurophysiologen Max Heinrich Fischer) und Koordinationsstörungen (*flexion combinée*). Im neurophysiologischen Fachdiskurs um 1900 wurde auch von der ‚asynergie cérébelleuse‘ gesprochen.

vorliegender Synergie. Diese Differenzierung systemischer Teil-Ganzes-Relationen ist, wie oben erwähnt, auch bei Bogdanov anzutreffen. Konzeptionell orientierten sich religiöse wie säkulare Modelle der russischen Moderne an einer epistemologischen Ganzheit(lichkeit) (*celostnost'*). Die Wissenssynthese beider Ansätze ermöglichte – in jeweils spezifischer Weise – eine neue Perspektive auf das Transformationspotential des mit seiner Umgebung interagierenden Menschen und Neufigurationen (kooperativer) Mitwirkung.

Postsowjetische synergetische Perspektiven

Die Leere, die der Wegfall der kommunistischen Ideologie im postsowjetischen Russland hinterlassen hat, löste vielerorts eine Rückbesinnung auf die russisch-orthodoxe Religionskultur aus. Mit großem Interesse wurden die russischen Theologen der Emigration rezepiert, die an vorrevolutionäre Diskurse anknüpften. Da in Sowjetrussland religiöses (wie allgemein auch nicht-marxistisches Denken) verboten und verfolgt wurde, hatte sich nach 1918 die theologische Arbeit ins Ausland verlagert, vor allem an das Pariser Institut St. Serge und das St. Vladimir's Theological Seminary in Crestwood, New York, wo sie sich auf die kirchliche Erfahrung (liturgische und asketische Praxis) konzentrierte. In diesem Rahmen entwickelte Nikolaj Afanas'ev (1893–1966) seine Konzeption der „eucharistischen Ekklesiologie“,¹³⁴ formulierte Georgij Florovskij (1893–1979) sein Programm der „Neopatristischen Synthese“,¹³⁵ unterschied Vladimir Losskij (1903–1958) anhand der kulturtypologischen Bedeutung der Filioque-Frage¹³⁶ die Dogmatiken der Ost- und Westkirche, und beförderte nicht zuletzt John Meyendorff (*1926) mit seinen Arbeiten zu Gregorios Palamas den Neopalamismus.¹³⁷ Daran anschließend wird die Frage nach der heutigen Aktualität der Patristik und insbesondere der Synergielehre für die orthodoxe Theologie aufgeworfen.¹³⁸

Während Anfang des 21. Jahrhunderts russische Künstler mit religions- und kirchenkritischen Werken für Aufmerksamkeit sorgten, bevor sich ihr oppositionelles Aufbegehren in Glaubensvielfalt zerstreute,¹³⁹ bezieht der Moskauer Künst-

134 Vgl. Karl Christian Felmy: *Einführung in die orthodoxe Theologie der Gegenwart*, Berlin u. a.: LIT³2014, S. 198–206.

135 Programmatische ‚Rückkehr‘ zu den Kirchenvätern, um neue Wege für eine nicht-scholastische Theologie und lebendige Kirche für die Gegenwart zu öffnen. Vgl. Georgij V. Florovskij: *Puti russkago bogoslovija* (Wege der russischen Theologie), Paris: YMCA 1937.

136 Glaubenszusatz der Westkirche, dass der Heilige Geist vom Vater ‚und vom Sohn‘ (lat.: filioque) ausgeht. Zu Losskij's Argumentation vgl. Bernd Oberdorfer: *Filioque. Geschichte und Theologie eines ökumenischen Problems*, Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht 2001, S. 447–460.

137 Jean Meyendorff: *St Grégoire Palamas et la mystique orthodoxe*, Paris: Éd. du seuil 1959.

138 Vgl. Legeev: „Učenie o sinergii svjatitelja Feofana Zatvornika“ (Anm. 17).

139 Die Ausstellungen „Ostorožno, religija!“ (2003, Achtung, Religion!) und „Zapretnoe iskusstvo – 2006“ (Verbotene Kunst – 2006) im Moskauer Sacharov-Zentrum wurden geschlossen und die Kuratoren strafrechtlich verfolgt. Scheinbar im Einklang mit Staat und Kirche steht dagegen die 2007 von Oleg Kulik (*1961) kuratierte Ausstellung „Verju“ (Ich glaube). In diesem Rahmen ver-

die Namen verwendete Farbe ist ein intensives Rot,¹⁴² das aus einem blendenden Weiß hervorkommt. Čachals dynamische Begriffswolke zeigt das Bild des unaussprechlichen, aber verbal durchlebten Raums des Göttlichen, in den der Gläubige schaut.

Die Lichtvision des an der göttlichen Gnade Teilhabenden ist auch Gegenstand der Installation „Stufen“ („Stupeni“) von 2005. (Abb. 2) Auf einer Projektionsfläche erscheinen mittels Flash-Animationstechnik die Worte des Trisagion (von griech. τρις ‚dreimal‘ und ἅγιον ‚heilig‘), einer der ältesten christlichen Hymnen, die noch heute in der orthodoxen Kirche verbreitet ist: „Heiliger Gott, Heiliger Starker, Heiliger Unsterblicher, erbarme Dich unser.“ Im Gebet wird diese Formel dreimal wiederholt, bei Čachal wird der Transformationsraum des Gebets durch drei übereinander angeordnete, spiralförmig rotierende konzentrische Kreise visualisiert. Die vertikale Anordnung der Gebetskreise entspricht dem Prozess des geistigen Aufstiegs, den aufwärtsgerichteten Stufen zum Absoluten. Was im Gebet vor dem inneren Auge geschieht, wird vom Künstler medial nach außen gekehrt. Die visualisierende Interpretation der inneren Kontemplation wird dabei auf den Betrachter übertragen, dessen Aufmerksamkeit sich in der (hypnotisierenden) Rotationsbewegung der Kreise versenkt, die sich zum aufleuchtenden Kreismittelpunkt hin verengen. Eine derartige Technisierung des ‚geistigen Tuns‘ und des mystischen Erlebens der *synergoi* wird in konservativen Kreisen der russischen Orthodoxie kritisch betrachtet,¹⁴³ die von der Mittlerrolle der Kunst zur religiösen Praxis wenig halten.

Die anthropologische Wende in der russisch-orthodoxen Theologie um 1900, die – vermittelt durch die Übersetzung der *Philokalia* – mit der verstärkten Rezeption des Hesychasmus einsetzte und einen zweiten Höhepunkt in der patristischen Exiltheologie erfuhr, offenbart wesentliche Differenzen zu westlichen Anthropologien. In diese Tradition stellte Sergej Choružij (*1941, auch: Khoruzhy, Horujy) sein Konzept der ‚synergetischen Anthropologie‘ (*sinergijnaja antropologija*). Zu Sowjetzeiten betrieb der auf dem Gebiet der Quantenphysik habilitierte Physiker theologische und religionsphilosophische Studien im Untergrund, seit den 1990er Jahren ist er als Philosophieprofessor an der Russischen Akademie der Wissenschaften (RAN) in Moskau tätig. Zur systematischen Erforschung seines von der mystisch-asketischen Erfahrung des Ostchristentums inspirierten Konzepts, das eine nichtklassizistische Vorstellung vom Menschen als ein energetisches Phänomen vertritt, gründete Choružij 2005 das unabhängige „Institut für synergetische

142 Nach der Vier-Farben-Lehre der Ikonenmalerei wird ein dunkleres Rot für die Attribute des Göttlichen, ein helleres für Attribute des Märtyrers verwendet.

143 Vgl. Theresa Pasterk: „Gor Chahal: Die Hundert Namen Gottes und der Versuch, orthodoxe Bildtradition und Computerkunst zu verbinden“, in: *Kunst und Kirche. Ökumenische Zeitschrift für zeitgenössische Kunst und Architektur* 75 (2012) 2, S. 53–58. Zu Čachals Verknüpfung von medialer Bildenergetik und ostkirchlicher Bildtheologie vgl. Johannes Rauchenberger: „Wie inspiriert eigentlich christliche Bildlichkeit die Kunst der Gegenwart?“, in: Silvia Henke/Nika Spalinger/Isabel Zürcher (Hg.): *Kunst und Religion im Zeitalter des Postsäkularen: Ein kritischer Reader*, Bielefeld: transcript 2012, S. 21–42, hier S. 38–40.



Abb. 2: Gor Čachal: Stufen (Trisagion), Still aus Videoinstallation, 2005
 © Courtesy der Künstler

Anthropologie“.¹⁴⁴ Bestrebt, Trennlinien zwischen Ost und West, religiös und säkular aufzuheben, setzt er u. a. Michel Foucaults ‚Technologien des Selbst‘ mit Praktiken des Hesychasmus in Beziehung und erkennt darin in Hinblick auf die Subjektkonstruktion vergleichbar radikale Ansätze.¹⁴⁵

Parallel zum theologisch-anthropologischen Synergieparadigma etablierte sich, ebenfalls an der Moskauer RAN, eine naturphilosophische synergetische Position, von der sich Choružij entschieden abgrenzt.¹⁴⁶ Gemeint ist die Moskauer Schule der Synergetik, die aus der Rezeption von Hermann Hakens Konzept und der Kooperation mit dessen Stuttgarter Zentrum für Synergetik hervorging. In Elena Knjazeva (*1959), die bis 2013 am Akademie-Institut für Philosophie beschäftigt war, fand die Moskauer Synergetik eine eifrige Protagonistin.¹⁴⁷ Ihre Wegbereiter waren der Physiker Jurij Klimontovič (1924–2002), der wie Haken zur Laserphysik arbeitete,¹⁴⁸ und der Physiker Sergej Kurdjumov (1928–2004), der am Institut für angewandte Mathematik zum Verhalten offener nichtlinearer und dissipativer (d. h. Energie zerstreuer) Systeme sowie Prozesse der Koevolution forschte. Dass die Synergetik keinen fachspezifisch definierten und experimentell gestützten Synergiebegriff hervorgebracht hat, scheint den weltanschaulichen Universalismus in der russischen Theoriebildung befördert zu haben.¹⁴⁹ Besonders marxistische

144 Vgl. Sergej Choružij: *Očerki sinergijnoj antropologii* (Studien zur synergetischen Anthropologie), Moskva: Institut filosofii, teologii i istorii Sv. Fomy 2005. Zur Arbeit des Instituts vgl. <http://synergia-isa.ru/wordpress/> (Stand März 2015). Zu Choružij's Ansatz vgl. Kristina Stöckl: „A new anthropology: Sergej S. Khoružij's search for an alternative to the Cartesian subject in ‚Očerki sinergijnoj antropologii““, in: *Studies in East European Thought* 59 (2008) 3, S. 237–245.

145 Sergej Choružij: „Praktiki sebja i duchovnye praktiki: dve paradigmy neklassičeskoj antropologii“ (Praktiken des Selbst und geistige Praktiken: zwei Paradigmen der nichtklassischen Anthropologie), in: ders. (Hg.): *Fonar' Diogena. Proekt sinergijnoj antropologii v sovremennom humanitarnom kontekste* (Laterne des Diogenes. Das Projekt der synergetischen Anthropologie im zeitgenössischen geisteswissenschaftlichen Kontext), Moskva: Progress-Tradicija 2010, S. 74–239.

146 Sergej Horujy [Sergej Choružij]: „Synergia as a Universal Paradigm: Its Meaning(s), Discursive Links and Heuristic Resources“, Vortrag gehalten am 30.06.2011 im Rahmen des Internationalen Workshops „Synergie. Konzepte – Techniken – Perspektiven“ am ZfL Berlin, auf: http://synergia-isa.ru/wp-content/uploads/2011/07/hor_berl_syn_talk.pdf, 16 S., hier S. 2. (Stand März 2015).

147 Vgl. dazu den Beitrag von Helena Knjazeva (Elena Knjazeva) im vorliegenden Band.

148 Jurij L. Klimontovič: *Kvantovye generatory sveta i nelinejnaja optika* (1966), dt.: *Laser und nichtlineare Optik*, aus dem Russ. von W. Schmidt, wiss. Red. K. Unger. Leipzig: Teubner 1971.

149 Zu weltanschaulichen Implikationen vgl. Elena N. Knjazeva/Sergej P. Kurdjumov: *Osnovanija Sinergetiki. Sinergetičeskoe mirovidenie* (Die Grundlagen der Synergetik. Die Synergetische Weltanschauung) 3., erweiterte Aufl., Moskva: Kniznyj dom „Librokom“ 2010, insbes. Kap. 5. Michail Šterenberg, eine kritische publizistische Stimme, die gegen den Deutungs- und Gestaltungsanspruch der Synergetik opponiert, versucht diese sowohl als wissenschaftlichen Irrtum, als auch als Versuch zu werten, in der Nachfolge des russisch-belgischen Physikochemikers und Philosophen Ilya Prigogine eine Pseudoreligion mit dem Menschen als Schöpfer im Zentrum zu etablieren. Vgl. Michail Šterenberg: *Sinergetika: Nauka? Filosofija? Pseudoreligija?* (Synergetik: Wissenschaft? Philosophie? Pseudoreligion?), Moskva: Academia 2007, S. 61, 150. Šterenberg bezieht sich auf folgende Veröffentlichung: Il'ja Prigožin: „Filozofija nestabil'nosti“, in: *Voprosi filosofii* (1991) 6, S. 46–52. Dabei handelt es sich um Prigogines Vortrag „Philosophy of Unstability“, den er zur Versammlung des Club of Rome anlässlich dessen 20-jährigen Bestehens vom 24.–28. Oktober 1988 in Paris hielt.

Philosophen wandten sich der Synergetik zu, die aufgrund ihres Ursprungs als physikalische Selbstorganisationstheorie hervorragend geeignet scheint, Weltbilder naturwissenschaftlich zu begründen.¹⁵⁰ Die Synergetik tritt quasi die Nachfolge der sowjetischen Kybernetik an, welcher in der nachstalinistischen Ära eine gesellschaftsmodellierende und ökonomische Kontrollfunktion zugesprochen wurde. Die interdisziplinäre Synergetik verspricht Prognostik und Krisenmanagement, sie ist zukunfts-gestaltende Wissenschaft, Metatheorie und Zukunftsphilosophie.¹⁵¹ In diesem Sinne stellte sie Knjazeva, über die Differenzen der verschiedenen Synergieansätze hinwegsehend, auch in die Tradition der russischen Kosmisten.¹⁵²

Nicht zuletzt wird die Konjunktur, die begriffliche Synergie-Verpflanzungen in die russische Fach- und Alltagssprache der Gegenwart erleben, aus linguistischer Perspektive gestützt. Um Sprache ganzheitlich zu erfassen, knüpft die zeitgenössische russische Linguistik nicht nur an systemisch-funktionalistische Ansätzen an, die mit der wissenschaftsphilosophischen Ausrichtung der Synergetik vergleichbar sind. Entscheidender noch ist die sprachkulturelle Bedeutung für das Russische, die der Soziolinguist Vladimir Žuravlev (1922–2010) in einer kurzen Ausführung über den Gräzismus *sinergija*¹⁵³ suggeriert. Žuravlev rückt dabei die wissenschaftlich-philosophische Synergetik (als Kulmination idealistisch gedeuteter Lehren der Selbstorganisation und Kosmologien des Zusammenwirkens) in eine Chronologie mit dem tragenden Konzept des Hesychasmus: der Synergie (gott-menschlicher Konkreativität). Bindeglied ist für ihn Vernadskij und dessen Vision der Wissensintegration, die letztlich durch die Kontinuität der synergetischen Konzeptionen ermöglicht wurde.¹⁵⁴ Dass sich das moderne Synergieparadigma demnach in erster Linie als wissenschaftliche Methode der Synthese herausgebildet hat, findet sich in den Schlaglichtern auf ein Theologie, Philosophie, Ästhetik und Wissenschaft übergreifendes Streben nach Ganzheit bestätigt. Die russische Wissenskultur, so könnte abschließend resümiert werden, ist wesentlich geprägt vom symbolischen,

150 Vladimir Belov: „Moderne russische Philosophie. Von der Marginalität zum realen Pluralismus“, in: *IABLIS Jahrbuch für europäische Prozesse* 3 (2004), S. 185–201.

151 G[eorgij] G. Malineckij: *Buduščee Rossii v zerkale sinergetiki* (Die Zukunft Russlands im Spiegel der Synergetik), Moskva: KomKniga 2006.

152 Helena Knjazeva: „Das holistische synergetische Denken und seine Vorgänger im russischen Kosmismus“, in: O[leg] J[akovlevič] Gelich (Hg.): *Das Neue Denken im Westen und Osten. Sammelband*, St. Petersburg: Nestor 2000, S. 37–53, auch unter: <http://spkurdyumov.narod.ru/Knjazeva2.htm> (Stand März 2015). Vgl. auch Aleksandr S. Kamenev: „Sinergetičeskie aspekty učenij russkich kosmistov“ (Synergetische Aspekte in den Lehren der russischen Kosmisten), auf: <http://www.mgpu.ru/download.php?id=4110> (Stand März 2015).

153 Die Lexikographie stuft das Wort 1983 als Neologismus ein, d. h. es muss seit den 1970er Jahren in neuer Bedeutung im russischen Sprachgebrauch aufgetreten sein. Vgl. Nadežda Kotelova: *Novye slova i slovari novykh slov* (Neue Wörter und Wörterbücher neuer Wörter), Leningrad: Nauka 1983, Bd. 2, S. 214.

154 Vgl. V[ladimir] K. Žuravlev: „Russkij jazyk russkij nacional'nyj charakter i oblik russkogo učenogo“ (Die russische Sprache, der russische Nationalcharakter und die Gestalt des russischen Wissenschaftlers), in: V[iktor] A. Vinogradov (Hg.): *Semiotika, lingvistika, poetika: k 100-letiju so dnja roždenija A. A. Reformatskogo*. Moskva: Jazyki slavjanskoj kul'tury 2004, S. 36–46, hier S. 44–46.

diskursiven und performativen Ausdruck des Wortes *synergiein*. Darin findet sich auch ein religiöses/weltanschauliches Echo auf die ontologisch und epistemologisch orientierten, transformativen Figurationen des *synergós* in der russischen Moderne.

HELENA KNYAZEVA

The Idea of Co-evolution

Towards a New Evolutionary Holism

The Evolutionary Whole

The main principle of holism – “the whole is more than the sum of its parts” – can be traced back to ancient philosophical studies. Although the term itself was coined by Jan Christiaan Smuts in 1926, the earliest formulations can already be found in Taoism, in the philosophy of Lao Tzu, as well as in Aristotle’s *Metaphysics*. However, a complete and profound sense of the principle has only been revealed in such theories as Gestalt psychology (Kurt Koffka, Max Wertheimer and others), the general systems theory (Ludwig von Bertalanffy), and the theory of complexity (synergetics) as formulated by the Moscow school of synergetics (Sergey Pavlovich Kurdyumov), to name just a few.

Thinking in this direction, from the whole to the parts (subsystems), is quite unusual for classical science which, in its course of analysis, usually moves from distinct parts to the whole. In synergetics, according to Hermann Haken, order parameters determine how parts (subsystems) of complex systems behave.¹ A select few order parameters, as Haken says, encompass the complex behavior of diverse parts and, therefore, lead to enormously reducing the complexity in a description of a given system.

The classical principle of superposition is not valid in the non-linear world we live in, where the sum of partial solutions does not add up to the solution of an equation that would allow us to describe an entire system. The whole is not equal to the sum of its parts. Generally speaking, it is neither more nor less than the sum of parts. Rather, it is qualitatively different from the parts that it integrates. In addition, an emerging whole alters the parts. For instance, when a family is created, both a man and a woman who marry become different; new obligations and benefits follow from living together.

The co-evolution of different systems implies a transformation of all subsystems through different mechanisms of system coordination and correlation between them.

Thus, the modern theory of complexity reveals new principles of organization regarding the evolutionary whole and its parts as well as new principles on the formation of complex structures from simple ones. From this point of view, holism

¹ Hermann Haken/Helena Knyazeva: “Arbitrariness in Nature: Synergetics and Evolutionary Laws of Prohibition”, in: *Journal for General Philosophy of Science* 31 (2000) 31, pp. 57–73, here p. 59.

itself obtains an evolutionary character.² The emerging complex structure integrates structures from ‘different periods’, that is, structures at different stages of evolutionary development. The principles governing the integration of these structures from ‘different periods’ are gradually being discovered by researchers from the Moscow school of synergetics. The integration of relatively simple structures into a more and more complex one occurs by establishing a common rate of development in all unified parts (fragments, simple structures). Due to the formation of a united structure, structures of ‘different periods’ start to co-exist in one and the same tempo-world.³

The notion of evolutionary holism in itself includes an understanding of the emergent properties of the whole, of an integrated structure that forms in the course of self-organization and evolution. Self-organization and emergence are usually considered as conjoined notions. Emergence should not be understood in a simplistic way: it is not merely a matter of spontaneous and unpredictable appearances of new properties for the whole structure. If we focus on the unpredictability and incomprehensibility of the appearance of something new, we are only underlining the epistemological aspect of novelty. Emergence, as a creative potential, is rooted in reality and has an ontological basis. Emergence relates to the irreducibility of the properties of the whole (a system) to the properties of its parts (elements or subsystems). This irreducibility constitutes the difference between the highly organized to the less organized, of the complex to the simpler, of a higher order in the hierarchy to a lower one. Evolution consists of qualitative leaps, phase transitions, and emergent transformations, through which formerly unknown properties come into existence. Emergence is how novelty is born within the evolutionary process of nature and of society.

Co-evolution as an “Art of Living Together”

The German professor Hermann Haken, one of the founders of synergetics, understands synergetics as a study of interaction (*Lehre vom Zusammenwirken*), which strives to comprehend the main laws underlying the emergence of ordered, spatio-temporal structures out of chaos. The term “synergetics,” coined by Haken, became widespread and the preferred name for a whole field of research dealing with complex systems. The Russian scientific community has had a specific interest in synergetics over the past two decades.

2 Here, the term “evolution” is considered from a non-traditional view. By evolution, I mean gradual changes, but also periods of instability and increases in chaos as well as periods of fast development with emergent events, which not only unroll and contribute to the growth of complexity, but which also impede it and lead to involution and dead-ends of development.

3 See E[lena] N. Knyazeva/S[ergey] P. Kurdyumov: *Osnovaniya sinergetiki. Režimy sobostreniem, samoorganizacija tempomiry* (The Foundations of Synergetics. Blow-up Regimes, Self-organization, Tempo-worlds), Sankt-Petersburg: Aletheia 2002.

One of the leading scholars in the field of synergetics in Russia was Sergey P. Kurdyumov (1928–2004), a specialist in mathematical physics.⁴ We might well consider him a leader of the Russian scientific school of synergetics, which has its center at the Keldysh Institute of Applied Mathematics at the Russian Academy of Sciences in Moscow. The research has been focused on the analytical methods for finding solutions to complicated non-linear equations, such as differential equations on a specific heat conduction type with a non-linear source, as well as computer experiments involving evolutionary processes in open, non-linear media (systems).

Synergetics has a unique image in this context. It developed as a theory of non-stationary, localized, dissipative structures, a new type of ordered structures in systems with non-linear positive feedbacks. It has come to also involve theories on rapid evolutionary processes (so-called blow-up regimes) and the formation of localized structures, their transformation, co-evolution, synthesis and decay.

Significant results from the field of synergetics have also had profound philosophical importance. The idea of co-evolution was one of the most important ideas introduced by Kurdyumov. Whereas Haken developed synergetics on the basis of laser physics, the Moscow school relies mostly on the mathematical modeling of complex structures, their construction, and their co-evolution in open, dissipative media. While a paradigmatic example in Haken's synergetics was the formation of coherent radiation from a laser, the physical basis of mathematical modeling for the evolution of complex structures are self-organization processes in plasma. One of Kurdyumov's great contributions was the discovery of the *constructive principles of co-evolution of complex systems* and capabilities of *mastering time in order to construct a desirable future*.⁵

Kurdyumov understood co-evolution in a broader sense than its ecological meaning as simply the co-evolution of humankind and nature. Co-evolution more generally involves the joint and concordant development of complex structures at different stages of evolution and which have varying degrees of complexity.

Why did Kurdyumov label the principles of co-evolution discovered by synergetics 'constructive'? Firstly, they can be used for effective management, for a strategic vision of the future and for long-term planning, for the elaboration of rational, national and state policies in a globalized world. Secondly, the synergetic principles of co-evolution have substantial consequences. They are oriented towards an understanding of the remote future which is impossible to predict using traditional methods. A deep understanding of the synergetic principles of co-evo-

⁴ I consider myself fortunate to have collaborated closely with Kurdyumov, a teacher of mine, for almost two decades. I have done my research at the Institute of Philosophy of the Russian Academy of Sciences. In the 1990s, Sergey P. Kurdyumov was the Director of the Keldysh Institute of Applied Mathematics of the Russian Academy of Sciences. These two institutes have close scientific connections.

⁵ See Helena Knyazeva/Sergey P. Kurdyumov: "Nonlinear Synthesis and Co-evolution of Complex Systems", in: *World Futures* 57 (2001), pp. 239–261. For further materials see also www.sp-kurdyumov.ru (last access March 2015).

lution, of the non-linear synthesis of parts into a sustainable, evolutionary whole can and should underline the modern “art of living together.” These principles also reinforce tolerance and the preservation of diversity in globalizing communities.⁶

Present-day managerial practice needs to exercise a holistic rather than an analytical view. Along with the slogan of our times, “Think globally, act locally,” we might add that in order to comprehend the slightest alteration in existing management systems, one needs non-traditional knowledge of sociosynergetics, i.e. on understanding the laws of co-evolution and self-organization of complex social, economic and geopolitical systems. This knowledge is of inestimable significance as it provides the worldview necessary to understand the course of evolutionary processes in complex systems to which human and social systems belong *par excellence*.⁷

In order to carry out even the slightest reforms in social management, it is necessary to change mentalities. The very mode of thinking should be global, non-linear, holistic, concerned with solidarity, and based on an understanding of the constructive principles of co-evolution, i.e., an understanding of the rules on how ‘to live together’ and develop together in a sustainable way. In other words, to think globally means thinking integrally and holistically in order to grasp how structures at different levels develop according to varying rates and integrate into a united, harmonious evolutionary whole.⁸

The complexity of a structure is connected to its coherence, which here refers to coordinating the ‘life’-tempo of structures by means of diffusive and disparate processes that constitute macroscopic manifestations of chaos. In order to build a complex organization, it is necessary to coherently join subsystems and to synchronize the rates of evolution. As a result of this unification, the structures fall into one tempo-world, acquiring one and the same peak moment; that is to say, they start to co-exist in the same tempo-world.⁹

To create a complex structure, it is necessary to know how to unify structures ‘of different periods’, i.e., structures at diverse evolutionary stages and rates (tempo). It is necessary to know how to include elements of ‘memory’, e.g., the biological memory of DNA or the memory of culture through traditions. In as much as structure-attractors, which characterize the developed, steady evolutionary stages of structures in the non-linear world, can be described by invariant group solutions, the spatial and temporal properties of structure-processes appear to be tightly bound. The structure-attractors of evolution are characterized by invariance

6 See E[lena] N. Knyazeva/S[ergey] P. Kurdyumov: *Sinergetika. Nelinejnost' vremeni I landsafty koëvolucii* (Synergetics. Non-linearity of Time and Landscapes of Co-evolution), Moscow: URSS Publishers 2011.

7 See V[ladimir] A. Belavin/E[elena] N. Knyazeva /S[ergey] P[avlovich] Kurdyumov: “Blow-up and Laws of Coevolution of Complex Systems”, in: *PhysTech Journal* 3 (1997) 1, pp. 107–113.

8 See Helena Knyazeva: “The Synergetic Principles of Nonlinear Thinking”, in: *World Futures* 54 (1999) 2, pp. 163–181.

9 See Helena Knyazeva/Sergey P. Kurdyumov: “Nonlinear Synthesis and Co-evolution of Complex Systems”, in: *World Futures* 57 (2001), pp. 239–261.

whereby space and time are not free but intimately connected with each other. The dynamics necessary for the development of a complex structure demand a coordinated development of substructures from 'different periods' (i.e., which share the same peak moment¹⁰).

Generally, this leads to the breakdown of spatial symmetry. The insertion of 'memory' (of elements of the past) further signifies this breakdown of spatial symmetry.

Different structures can be unified but not arbitrarily. The degree of connection between the structures to be integrated as well as their stages of development are not arbitrary either. There are various but not arbitrary paths that lead to the unification of structures into integral ones. The ways of constructing a complex co-evolutionary whole are ultimately restricted.

The selectivity (the quantum character) of integration is connected to the requirement of the parts and the whole having to exist in the same tempo-world, i.e., the development of the parts at one and the same peak moment. This is the physical basis of quantification by integration for complex evolutionary structures. If joinable structures have peak moments that are even slightly different from each other, they become incomparable.

Thus, the synthesis of relatively simple evolutionary structures into a whole complex structure occurs by the establishment of a shared rate of evolution between all unified parts (fragments, simple structures). The intensity of the processes in various fragments of the complex structure (for example, in the social medium, levels of economic development, quality of life, access to information, etc., in different countries) can be diverse. The fact of integration reveals that the structures becoming parts of the whole have acquired a common rate of development.

An integrated complex structure only arises if there is a certain degree of overlap among the simple structures. There must be a topology or an 'architecture' of superposition. A constructive 'sense of proportion' must be observed. If the area of overlap is not sufficient, the structures will develop independently, since they do not 'feel' each other and will continue to live in different tempo-worlds. However, if the overlap includes large fragments of structures, the structures will flow together very fast and 'degenerate' into one rapidly developing structure straight away.

Acceleration of Development as a Great Gain from Co-evolution

If a complex structure is organized from more simple ones in the right topological way (that is, if the specific degrees of interaction and overlapping of substructures are in order as well as the proper symmetry in the 'architecture' of an emerging structure), the united structure finds itself at a higher level of hierarchical organiza-

¹⁰ The peak moment is a moment of maximum development in a complex structure. It is characteristic of blow-up regimes, which have a long quasi-stationary stage and then a stage of ultra-rapid increase within processes in open non-linear media.

tion. Thereby, the rate of development during the integration of parts into a complex structure accelerates. The quickly developing structures pull the slowly developing structures towards their more rapid tempo. In cases of appropriate unification, the ratio between more developed structures' maximum rates and those of less developed ones remains constant, i.e., small, underdeveloped structures do not fall into another tempo-world; they do not become a mere background for the development of structures with larger rates of development.

The path to unity and integration of different parts into whole structures is neither steady, permanent, nor monodirectional. The evolutionary ascent towards more complex forms and structures passes through a number of cycles of decay and integration, of peeling off from the whole and inclusion into it, of deceleration and acceleration of processes.

The theory of self-organization implies that any open system with strong non-linearity is most likely to pulsate. They have natural cycles of development: The differentiation of parts alternates with their integration, scattering with regrouping, and the weakening of bonds with their strengthening. The world seems to move towards a universal unity, albeit forward but not monotonously, instead forward through fluctuations and pulsations. The stages of decay, even if partial, are followed by stages of increasingly powerful unification.

The cycles of increasing and decreasing intensity of processes as well as the decay and unifications of parts indicate a regularity in non-linear processes; the cycles are determined by the very nature of non-linear processes. At the moment of maximum accretion or the height of development (at the peak of its processes), any complex structure is subject to inner instability caused by small perturbations and is thus under the threat of deteriorating.

The history of humankind is full of world empires that increased in size and strength to their maximum extent, and in the end they collapsed, sometimes disappearing completely, barely leaving a trace. But if the beginning of a geopolitical system's downfall is carefully observed, it is reasonable to pose the following question from the synergetic point of view: Does the system possess a sufficient degree of non-linearity so as to turn the evolutionary processes back, to switch them to another regime of bond renewal, to achieve the attenuation of processes in the central domain along with their stirring at the periphery of the structure? If the non-linearity is not sufficient, the former intensive processes may simply be extinguished and come to naught.

Thus, the fundamental behavioral principle of complex non-linear systems is based on the periodical alternation of stages of evolution and involution, of unfolding and folding, of procedural intensity and fading, and of integration and disintegration. Here, there are profound analogies between the historical accounts of the downfall of civilizations and the break-up of great world empires to Nikolai D. Kondratiev's cycles, John K. Galbraith's oscillatory regimes, and Lev N. Gumilyov's ethnogenetic rhythms.

During the initial formation stage of a complex structure, its correct topological organization is of great importance. When the process of integration occurs, the

structures are not simply put together; they do not simply become parts of the whole in some unaltered, undistorted form. They are transformed; they form levels on top of each other and intersect. At the same time some of parts fall away. As physicists say in such cases, overlapping occurs with a net energy loss. This signifies that unifying a system leads to saving energy and to a decrease in material expenses and human effort.

When the proper topological, structural organization is in place in an evolutionary structure, its peak moment is not far off. The whole develops faster than its integral parts. It is more profitable to develop together, since the joint, co-evolutionary development is connected with economizing material (in particular, material energetic and psychical resources). With every new way of proper topological integration, successive layers of hierarchical organization appear more rapidly in the whole as well as in its integral parts. Therefore, the evolutionary path towards increasingly complex organizations of structures is, to a certain extent, pre-determined.

Co-evolution is *per se* “the art of living together.”¹¹ To follow the rules of co-evolution implies constructing a preferable and sustainable future. An important goal thus takes shape: To define order parameters that determine a corridor of sustainable co-evolution within the evolution of states. General rules regarding the co-evolution of complex social, economic, and geopolitical structures on different scales (e.g., national, international, global) arise from analyzing mathematical models. These rules can be summarized in terms of these key notions:

- a) A *common rate* of development is the principal indicator of complex structures connecting in a single whole;
- b) *Non-uniqueness and involuntariness* characterize the assembly of a whole from parts;
- c) Structural parts do not enter the whole in an invariable form; they *are transformed and become reformed* in accordance with the peculiarities of the emerging evolutionary whole;
- d) For the assembly of a new complex structure, for the re-crystallization of a medium, one needs to create a situation “*on the edge of chaos*,”¹² in which small fluctuations are able to initiate a phase transition, which casts a system into another state and sets a different course for the morphogenetic process, another way of assembling the complex whole;¹³
- e) A *proper topology* of the combination of structures is of great importance when making a dynamically evolving integral structure;
- f) In case of the right, resonant unification of complex structures into the whole, a united super complex structure begins to develop at a higher rate.

11 See Helena Knyazeva: “Co-evolution as the Art to Live Together”, in: *Indian Science Cruiser* 22 (2008) 1, pp. 22–27.

12 See Stuart Kauffman: *At Home in the Universe. The Search for Laws of Self-organization and Complexity*, London: Viking 1995.

13 “The very nature of co-evolution is to attain the edge of chaos.” Kauffman: *At Home in the Universe* (note 12), p. 29.

Co-evolution is not simply an adjustment process between the parts among each other that then ends in forming a complex whole, rather it is a product of active participation, a synergism between a cognizing and constructing subject and the medium surrounding it. Co-evolution can also connect large organizations of humans and single individuals. It helps us understand how all things are connected with each other, even the mysterious connection between the past, present and future.

A Human Singularity of Co-evolution

From the synergetic point of view, these are the order parameters that determine the behavior of the parts of a complex system. Essentially, they allow us to reduce the complexity of description of the system under consideration and to describe it in a relatively simple way.

The synergetic models elaborated by Haken include the notion of order parameters, the slaving principle, and the principle of circular causality. In Haken's models, the individual parts of a system generate the order parameters that in turn determine the behavior of the individual parts. The behavior of parts is subordinate to these parameters, i.e., it is enslaved by them. To put it in anthropomorphic terms, the order parameters represent consensus building among individuals. Thus, just a few order parameters and the limited possibilities they have in affecting their individual states reflect how complex systems are confined to a handful of definite structures that are self-consistent with respect to the elements. Moreover, even if some parameters are generated artificially from the outside, they are rarely viable. This holds true for all systems, including societies.¹⁴

The chains of circular causality in order parameters thus pertain to:

- a way of cognition of complex systems;
- a way of building a complex organization;
- a way of embedding an individual part (for example, a man in society) in the whole, in an interactive net of communication and actions.

The order parameters determine not only the behavior of individual parts (the slaving principle), but beyond that every individual part contributes to shaping the order parameters as dynamic characteristics of a system. Moreover, in states of instability (near a point of bifurcation or a moment of blowing-up), the behavior of an individual part may become essential for the whole system and may be decisive in the formation of a new collective pattern of behavior.

It is important to understand that the formation of a whole is connected to the modification and deformation of parts, as they enter another medium in which other rules of behavior are valid. In addition, when the parts are undergoing

¹⁴ See Hermann Haken/Helena Knyazeva: "Arbitrariness in Nature. Synergetics and Evolutionary Laws of Prohibition", in: *Journal for General Philosophy of Science* 31 (2000) 1, pp. 57–73.

change, the whole can *awaken* new unusual, unprecedented properties in any individual part or in a variety of parts.

In precisely this respect, we may speak about the human *singularity* in co-evolutionary processes. In the mathematical sense, singularity signifies the point at which the derivative of a function becomes zero or, more important for us regarding the thermodynamics of blow-up regimes, when an infinite value of the function is reached, i.e., the function's curve changes in a qualitative way (for instance, in the case of a return point, a knot point, a break point, an asymptotic point, etc.). In the physical sense, it is a moment of instability, of transition, of rebuilding the course of the evolutionary process. In these moments of instability, a person, as an active subject in the construction of the world, can play a decisive role in defining the channel along which the evolutionary process will run. That path extends in accordance with a range of structure-attractors in a given medium and with the subject's own values and preferences.

The emergent properties of structural forms are connected to the non-linearity that characterizes the development of complex systems. This non-linearity further indicates the non-uniqueness of an evolutionary path as well as the potential for qualitative breaks, phase transitions, situations 'at the edge of chaos' when fluctuations can cast a system into another state and lead to the formation of new structures.

Complex systems are organized hierarchically. A part can itself be a whole if it, too, consists of smaller parts on underlying levels. *A part can be more complex than a whole* (its behavior, its spectrum of possible forms) if it has a higher exponent of non-linearity than the whole. A part of a whole can entail high complexity. This holds true particularly for a person in a society. A person is more complex than a social group or society since its non-linearity is higher. The strong non-linearity signifies that the corresponding structural form possesses a more complex range of form-structures and of possible regimes of development.

To Manage Co-evolutionary Complexity Means to Manage Time

Complexity is the unity of plural and diverse elements. According to Edgar Morin, who discusses this problem in its philosophical context, complexity is "unitas multiplex", i.e., both "unity of diversity" and "unity in diversity."¹⁵

According to the models of non-linear dynamics and the evolution of open dissipative structures elaborated by the Moscow school of synergetics, the complexity of structures and of their behavior is conditioned, first of all, by their *rates of evolution*. The rate of evolution in open non-linear systems is a central characteristic in exploring complexity.

¹⁵ Edgar Morin: *La Méthode*, Vol. 1: *La Nature de la Nature*, Paris: Editions du Seuil 1977, p. 147.

Some concrete examples help to explain this concept:

- a) The very fast, avalanche-like processes in blow-up regimes demonstrate the effect of localization, i.e., the structure formation and the appearance of extremely complicated structures;
- b) When periodical alternation takes place, the change in the rate of evolution as well as the general character of the processes at work serve as a basis for the self-maintenance of complex structures;
- c) The tempo of evolution indicates the degree of a structure's integration as it develops at different speeds in a whole complex structure;
- d) By synchronizing the tempos of evolution between different complex structures, we might contribute to co-evolution and more sustainable development in the world.

To manage time, or, more specifically, to master time is to know how to unify complex structures in an effective way. By creating a shared tempo-world, we can accelerate the development of a produced whole and its constituent parts. The path of co-evolution is a mutually beneficial path into the future.

Co-evolution is “the art of living in one tempo-world” while not curtailing diversity but maintaining and developing it on the level of elements as well as separate subsystems. In a self-organizing society, in a plural and united world, it is necessary to cultivate a feeling of responsibility for the whole in each nation and each individual.

Constructing a Desirable Future

The field of future studies examines modern forecasting under the following rubrics: a) the image of the future, b) alternative possible futures, c) creating the future rather than predicting it. A future-oriented vision of the world is based on solidarity with the future. We should not wait for gifts from the future but should rather work to build a desirable and better future.

Such efforts require effective management that should be soft, non-linear, and strategic (i.e., oriented towards the attainment of long-term goals and the active construction of a better future). It should also include social and economic risk management, such as diagnostics of social risks, estimations and justifications for allowable risks, and prognostication of the consequences of venturesome decisions.

Using relatively simple mathematical and computational models, it has been possible to show that a continuous non-linear medium potentially contains different kinds of localization processes (different kinds of structures), a fundamental claim in this research area. A medium is a unified source that acts as a carrier of different forms of future organization and as a field for different evolutionary paths.

Complex systems have discrete sets of evolutionary paths into the future,¹⁶ and yet, the future states of complex systems escape our control and prediction. The

¹⁶ See Knyazeva: “Synergetic Principles of Nonlinear Thinking” (note 8), pp. 163–181.

future is open, not unequivocal. Yet, at the same time, there is a finite spectrum of 'purposes' or 'aims' of development available in any given open non-linear medium. When we choose a path of evolution, we have to be aware that this particular path may not be feasible in a different medium. Only a certain set of evolutionary pathways are open in a given medium, and only certain kinds of structures can emerge along a given path.

In order to successfully contribute to the construction and management of our modern, complex, globalized world and incorporate oneself properly into co-evolutionary processes, one should know how to:

- a) Make robust decisions under deeply uncertain conditions shaped by the increasing complexity of social processes. To achieve this, an intellectual alliance (i.e., intellectual synergy) between predictions, production of innovations and entrepreneurial (managerial) activity is needed;
- b) Think globally and participate actively and interactively in a way that is adequate to the situation. This aspect is known as the principle of situatedness of action;
- c) Create a coherent and mutually concordant world that matches one's own cognitive and constructive capacities, and the potential of a specific medium;
- d) Be in synergism with a medium, with an organization or enterprise under our managerial control. This is the principle of non-linear feedbacks as established between a subject and the medium of his/her activity.

It is important to understand that we are not merely external observers, but also participants in this historical adventure. We are part of the trends of social development and, thus, should not remain passive. We have no right to simply wait and see what will happen next and must instead assume our roles as creators of desirable futures. The Hungarian-born research engineer Dennis Gábor says, "The future cannot be predicted, but futures can be invented."¹⁷ This research-oriented attitude makes sense within the field of synergetics especially. If we are able to discover spectra of evolutionary aims within complex systems, the role of humans and their responsibility in choosing the most favorable scenario of development will take on new levels of significance.

From the standpoint of synergetics, a change of emphasis in the approach to global problems is required: *we must abandon arm-twisting and power policy and instead search for ways of co-evolution to improve the complex social and geopolitical systems in the world.* The pursuit of policy by power methods is too dangerous in the modern, complex, non-linear world, where even random bugs in the ramified information and computer networks can cause a global catastrophe. The more complex a system is, the more functions it performs, and the more unstable it is. Therefore, efforts to better understand the heterogeneous structures situated on different levels of co-evolutionary development become a constructive alternative to today's policies based on force.

The world we live in is non-linear, open, and creative. Unexpected and often, charming novelties appear in it. In this non-linear world, the future is multiple and

¹⁷ Dennis Gábor: *Inventing the Future*, Gretna, LA: Pelican Books 1964, p. 161.

uncertain. You might call it a fuzzy future. The non-linear world frequently surprises us. In such a world, the probability of even the most improbable events coming to be actually increases. Our hope for a bright future depends on our deliberate choice of actions and how those actions conform to the inner trends of complex organizations, but also on our good luck that our chances of attaining the unattainable are growing.

Synergetics reveals the laws underlying these emergent phenomena. We suggest that synergetics can be used in futures studies as a non-traditional and productive methodological basis for explaining individual and social activity. The modern theory of complexity is an optimistic attempt to cope with non-linear situations and implement effective methods of managing complex systems in states of instability. This is the way of attaining a desirable and, at the same time, realizable future, a future in accordance with the properties of complex systems.

STEPHAN STEINER

Naturhermeneutik

Zur theologischen Rezeption der Synergetik

Der bedeutendste Vertreter einer theologischen Rezeption der Synergetik ist heute der katholische Theologe Alexandre Ganoczy.¹ Ganoczy empfing seine intellektuelle Prägung im Kontext der französischen *Nouvelle Théologie*, die insbesondere nach 1945 erfolgreich eine Öffnung der katholischen Glaubenslehre in Auseinandersetzung mit zeitgenössischen Herausforderungen reklamierte.² Die Pluralität von Weltbildern, die Etablierung einer säkularen Option als Alternative zu religiösen Überzeugungen sowie die Dominanz einer naturwissenschaftlichen Wirklichkeitsdeutung führten die Theologie als Wissenschaft damals in eine Krise, deren Nötigung zur Grundlagenreflexion der Disziplin bis heute fortwirkt.³

In diesem Kontext steht Ganoczy's Vermittlungsbemühung zwischen kirchlicher Verkündigung, alltäglicher Lebensrealität und den Resultaten einer hoch spezialisierten naturwissenschaftlichen Forschung.⁴ Es ist das Alleinstellungsmerkmal, aber eben auch die besondere Schwierigkeit der Theologie als wissenschaftlicher Disziplin, dass sie neben ihrem Auftrag kirchliche Lehren zu tradieren, die Rede von Gott sowohl mit den abstrakten Ergebnissen naturwissenschaftlicher Forschung als auch mit unserer alltäglichen Lebenserfahrung (und den in beiden enthaltenen menschlichen Selbstverständnissen) in einen Dialog bringen soll.⁵ Die

1 Vgl. Otmar Meuffels/Jürgen Bründel: „Vorwort“, in: dies. (Hg.): *Grenzgänge der Theologie. Professor Alexandre Ganoczy zum 75. Geburtstag*, Münster: LIT 2004, S. V–VII.

2 Vgl. Yves Congar: „Vorwort“, in: Thomas Franke/Markus Knapp/Johannes Schmid (Hg.): *Creatio ex amore. Beiträge zu einer Theologie der Liebe – Festschrift für Alexandre Ganoczy zum 60. Geburtstag*, Würzburg: Echter 1988, S. 9–10. Alexandre Ganoczy wurde 1928 in Budapest geboren und 1953 zum Priester geweiht. Nach Studien der Theologie in Budapest, Paris und Rom wurde er 1963 an der Päpstlichen Universität Gregoriana in Rom mit einer Arbeit zu Johannes Calvin promoviert. 1969 folgte seine philosophische Promotion an der Sorbonne in Paris. Von 1972 bis 1996 war er Inhaber des Lehrstuhls für Dogmatik an der Katholisch-Theologischen Fakultät der Universität Würzburg. Zur *Nouvelle Théologie* vgl. Raymond Winling: „Nouvelle Théologie“, in: Gerhard Müller (Hg.): *Theologische Realenzyklopädie*, Berlin: de Gruyter 1994, Bd. 24, S. 668–675.

3 Die Aktualität der Herausforderungen, die bereits für die *Nouvelle Théologie* charakteristisch waren, illustriert das Programm des Graduiertenkollegs „Theologie als Wissenschaft“: www.theologie-als-wissenschaft.de (Stand Februar 2015).

4 Vgl. dazu die *Einleitung* der Herausgeber in der Festschrift zu Alexandre Ganoczy's 60. Geburtstag: Thomas Franke/Markus Knapp/Johannes Schmid (Hg.): *Creatio ex amore. Beiträge zu einer Theologie der Liebe – Festschrift für Alexandre Ganoczy zum 60. Geburtstag*, Würzburg: Echter 1988, S. 11–13.

5 In der zweiten Festschrift anlässlich von Ganoczy's 75. Geburtstag werden diese Bemühungen um einen Dialog zwischen Theologie und Naturwissenschaften als seine herausragende Lebensleis-

Kosmologie – als traditioneller Ort des Nachdenkens über die Schnittstelle zwischen alltäglicher Lebenswelt und wissenschaftlicher Forschung – wird damit als Thema der Theologie wiederentdeckt.⁶ Ganoczys Weg zu dieser kosmologischen Fragestellung läuft über mehrere Stationen und gipfelt in seiner Rezeption der Synergetik als Vermittlungsinstanz zwischen Theologie und Naturwissenschaften. Im Folgenden soll diese theologische Denkfigur rekonstruiert und sollen ihre Implikationen und Voraussetzungen expliziert werden.

Synergieverständnisse

Ganocy beginnt sein theologisches Hauptwerk *Der dreieinige Schöpfer*⁷ mit der Diagnose: „Wir gehen von der Feststellung aus, dass das Paradigma ‚Synergie‘ heute in recht verschiedenen Bereichen der Wirklichkeit zunehmend an Geltung gewinnt. Nicht nur in der Physik und der Biologie, sondern auch in der Anthropologie und der Soziologie, ja sogar – wie es in diesem Versuch zu zeigen sein wird – in der spezifisch christlichen Gotteslehre.“⁸ Das „Paradigma Synergie“ identifiziert Ganocy dabei mit einer Fokussierung auf „Strukturen des Zusammenlebens“, „Teilnahme“ sowie „Verflechtungen und Abhängigkeiten“ im menschlichen Zusammenleben, aber auch in Theoriebildungsprozessen.⁹ Ein solches *interaktionis-*

tung hervorgehoben: „Vor allem aber bilden Ganoczys viel beachteten Initiativen, über die Schranken des traditionellen Fachgebiets hinaus in einen Dialog mit den modernen Naturwissenschaften zu treten, den besonderen Schwerpunkt seiner Würzburger Forschungs- und Lehrtätigkeit. Hier schlägt er Brücken zwischen so weit auseinander liegenden Disziplinen wie Physik, fraktaler Geometrie, Biologie, Genetik auf der einen und der Schöpfungstheologie auf der anderen Seite. Ganoczys Werke haben hier in der Tat tiefe Gräben überwunden und Anknüpfungspunkte geschaffen, von denen sich beide Gesprächspartner im vorhinein nicht hätten träumen lassen. Nicht zuletzt geht aus diesen Bemühungen das trinitätstheologische *opus magnum* Ganoczys hervor, das dem Geheimnis des dreieinigen Schöpfergottes auf dem Fundament des naturwissenschaftlichen Synergie-Paradigmas nachdenkt.“ Meuffels/Bründel: „Vorwort“, in: dies. (Hg.): *Grenzgänge* (Anm. 1), hier S. VI.

6 Der evangelische Theologe Hermann Deuser schildert eindrücklich die Erfahrungssituation, in der die Aktualität der Kosmologie für ein Gespräch zwischen Naturwissenschaften und Theologie im Alltag begegnet: „Heute wird das Higgs-Elementarteilchen gern auch ‚Gottesteilchen‘ genannt, und seit den Experimenten und ihrer Auswertung am Teilchenbeschleuniger in Genf 2012/13 wissen wir, dass es existiert. Gibt es also doch einen lange verschwiegenen und nur in humorvoller Andeutung zugänglichen Zusammenhang zwischen physikalischer Kosmologie und religiöser Schöpfungsvorstellung? Noch vor fünfzig Jahren erschien es mir irgendwie konsequent, dass mein Physiklehrer mich fachlich nicht mehr recht ernst nahm, nachdem er von meinen Studienplänen (Theologie!) gehört hatte; und ein ‚Gottesteilchen‘ wäre bei ihm nicht einmal als schlechter Scherz durchgegangen. Für mich dagegen war das, was als physikalisches Weltbild vermittelt wurde, oder ein Unterrichtsprojekt ‚Evolution‘ genauso selbstverständlich wie eine existentielle Religiosität.“ Hermann Deuser: *Religion: Kosmologie und Evolution*, Tübingen: Mohr Siebeck 2014, hier S. V.

7 Alexandre Ganocy: *Der dreieinige Schöpfer. Trinitätstheologie und Synergie*, Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 2001.

8 Ebd., S. 1. Der vorliegende Band zeigt, dass Ganoczys Aufzählung um Ökonomie, Medizin und die Künste ergänzt werden muss.

9 Ebd.

tisches Synergieverständnis speist sich vor allem aus anthropologischen und theologischen Quellen. Obwohl sein Buch zu weiten Teilen diesen Traditionen gewidmet ist, räumt Ganoczy von Anfang an ein:

Aber das synergetische Paradigma kann heute unmöglich als rein anthropologisches und theologisches erachtet werden. Es wird auch zum Leitfaden naturwissenschaftlicher Erforschung aller erfahrbaren Wirklichkeit gemacht. Insofern die [...] Geisteswissenschaften interdisziplinär interessiert sind, kann es sinnvoll sein, dem Synergie-Paradigma [...] auch dort nachzugehen, wo es zum Grundsatz einer neuen physikalischen und biologischen Systematik gemacht wird.¹⁰

Der Befund einer Pluralität der Begriffsverwendung von Synergie setzt sich zum einen also mit einer langen theologischen Tradition der Verwendung des Synergiebegriffs auseinander, zum anderen adressiert er die theologische Rezeption der naturwissenschaftlichen Synergetik. Auf diese Situation reagiert Ganoczy bemerkenswerterweise jedoch nicht mit einer Begriffsklärung, die eine prägnante Unterscheidung der beiden Traditionen erlauben würde, sondern kreiert seinerseits wiederum lange ideengeschichtliche Entwicklungslinien, die von Basilius über Augustinus bis zu Nikolaus von Kues reichen, um dann recht unvermittelt „zur naturwissenschaftlichen Synergetik“ unserer Zeit zu springen.¹¹ Ganoczy hebt zwar den fundamentalen Wandel in der Verwendung des Synergiebegriffs hervor, der heute primär ein Programm naturwissenschaftlicher Forschung bezeichne, unterscheidet aber gerade *nicht* systematisch zwischen ‚Synergie‘ und ‚Synergetik‘ und macht auch zu den historischen Gründen des Konstellationswandels keine Angaben.

Obwohl also lediglich eine faktische Pluralität der Synergieverständnisse diagnostiziert wird, ohne dass er zu ihrer begriffsgeschichtlichen Aufarbeitung etwas beiträgt, sollte das klärende Potential von Ganoczy's Buch dennoch nicht unterschätzt werden. Statt auf historische Darlegungen konzentriert er sich auf die Explikation seiner Beweggründe, warum *er* sich nicht bloß mit einer ideengeschichtlichen Abhandlung zu den anthropologischen und theologischen Aspekten des Synergiebegriffs begnügt, sondern aktiv den Brückenschlag zur naturwissenschaftlichen Synergetik unserer Zeit sucht. Diesem *konstruktiven Projekt* gibt er den Titel einer Theologie der „Trinitas creatrix“:

Sie [die Theologen der Trinitas creatrix] sprachen ausdrücklich von einem ‚synergiein‘ oder einer ‚synergiea‘ der göttlichen Personen, sodass die ‚Energie‘, welcher die Welt ihr Entstehen und Sich-Entwickeln verdankt, als die dynamische Dimension ihres ewigen Miteinanderseins in Erscheinung trat. [...] Damit leiteten sie *eine ganz auf Relationen und Korrelationen bedachte Ontologie und Handlungstheorie* ein, die sich von der sonst damals vorherrschenden griechischen Substanzontologie über weite Strecken zu befreien vermochte. Sie dachten Gott und Welt in dynamischen Strukturkategorien.¹²

10 Ebd., S. 201.

11 Ebd., S. 202–222.

12 Ebd., S. 5 (Hvh. des Autors).

Als Vordenker einer solchen *Ontologie dynamischer Strukturkategorien* identifiziert Ganoczy Nikolaus von Kues, der die Trinität als eine Ontologie „dynamischer Geschehens- und Beziehungskategorien“ fasste.¹³ Eine Ersetzung traditioneller Substanzontologie durch ein radikal relationales Denken begegne darum nicht erst in der modernen Synergetik, sondern bereits in bestimmten Traditionen theologischer Wirklichkeitsdeutungen:

Wer die *Gesamtwirklichkeit* von diesem Begriff her interpretiert [einem dynamischen, relationalen Strukturbegriff], überschreitet zunächst die Vorstellung von in sich geschlossenen, feststehenden, unveränderlichen, statischen, einander nur äußerlich zugeordneten, auf das abstrakte ‚Wesen‘ reduzierbaren Substanzen, für welche die Relationen nur akzidentellen, zufälligen Status erhalten können. Beziehungen bringen einer Substanz nichts Wesentliches bei.¹⁴

Diese relativ abstrakt anmutende Kritik substanzontologischen Denkens erhält ihre Sprengkraft, wenn sie auf die Gotteslehre angewandt wird. Nimmt man die *Deutung der Wirklichkeit* als dynamisches Beziehungsgefüge permanenter Wechselwirkung ernst, dann verbietet sich gerade die beliebteste Verhältnisbestimmung zwischen Theologie und Naturwissenschaften im 20. Jahrhundert, nämlich als zwei strikt getrennte Bereiche, die nichts miteinander zu tun haben.¹⁵ Solchen Tren-

13 Ebd., S. 6. Tatjana Petzer weist in diesem Zusammenhang auf die zentrale Bedeutung von Ganoczys Konzept der „Synontie“ hin: „Synergie ist für Ganoczy [...] ein ‚Analogbegriff‘, den er einsetzt, um über das Wesen des dreifaltigen Gottes auf der Seins-, Verhaltens- und Handlungsebene zu reflektieren. Einerseits angeregt von den östlichen Kirchenvätern und Theologen wie Nikolaus von Kues, auf die, so Ganoczy, eine ganz auf Relationen und Korrelationen bedachte Ontologie und Handlungstheorie zurückzuführen sei, und andererseits von der Strukturontologie, Struktur-anthropologie und Philosophie der Konkretivität seines Würzburger Kollegen Heinrich Rombach, prägte Ganoczy mit ‚Synontie‘ einen weiteren Syn-Begriff zur Beschreibung der ontologischen Strukturiertheit der Welt, die mit der ‚dynamischen‘ trinitarischen Einheit (Synergie) korreliert.“ Vgl. Tatjana Petzer: *Synergie – Vom Begriff zur Figur des Wissens*, www.zflprojekte.de/synergie/doku.php?id=features:einfuehrung (Stand Februar 2015). Im Unterschied zu Petzers Deutung stehen Ganoczys ontologische Spekulationen zur Gestalt der Trinität nicht im Zentrum des vorliegenden Beitrags, da es hier darum geht, die wissenschaftliche Debattenlage zu rekonstruieren, die Ganoczys Rezeption der Synergetik motiviert.

14 Ganoczy: *Der dreieinige Schöpfer* (Anm. 7), S. 6.

15 Exemplarisch steht dafür die Position Karl Barths in seiner Kirchlichen Dogmatik: „Man wird mir vermutlich vorhalten, warum ich mich mit den in diesem Zusammenhang naheliegenden Fragen der Naturwissenschaft nicht auseinandergesetzt habe. Ich meinte es ursprünglich tun zu müssen, bis es mir klar wurde, daß es hinsichtlich dessen, was die heilige Schrift und die christliche Kirche unter Gottes Schöpfungswerk versteht, schlechterdings keine naturwissenschaftlichen Fragen, Einwände oder auch Hilfestellungen geben kann [...]. Die Naturwissenschaft hat freien Raum jenseits dessen, was die Theologie als das Werk des Schöpfers zu beschreiben hat. Und die Theologie darf und muß sich da frei bewegen, wo eine Naturwissenschaft, die nur das und nicht heimlich eine heidnische Gnosis und Religionslehre ist, ihre gegebene Grenze hat.“ Karl Barth: *Die kirchliche Dogmatik*, Bd. III/1, Zürich: Theologischer Verlag 1957, S. VII f. Eine solche beziehungslose Trennung der Gegenstandsbereiche klingt auch bei Karl Rahner an, wenn er schreibt: „Alle Gegenstände der Naturwissenschaft fallen [...] als solche von vornherein gar nicht in den Bereich der Theologie.“ Karl Rahner: „Die Kunst im Horizont von Theologie und Frömmigkeit“, in: ders.: *Schriften zur Theologie*, Zürich: Einsiedeln 1984, Bd. XVI, S. 364–372, hier S. 368. Rahners Position insgesamt ist jedoch deutlich differenzierter, als es in diesem Zitat wirkt. Vgl. Stephan Stei-

nungsfantasten stellt Ganoczy eine „methodologische Öffnung der ‚Wissenschaft von Gott‘ (Wolfhart Pannenberg) auf andere Wissensbereiche“ gegenüber.¹⁶ Eine solche Öffnung verpflichtet die Gotteslehre dann nicht nur auf einen interdisziplinären Dialog, sie gestaltet das Desiderat einer konstruktiven Verständigung zwischen Theologie und Naturwissenschaften sogar zum *Herzstück* theologischer Methodologie! Es gibt keine angemessene Rede von Gott mehr, wenn diese sich nicht auch kompetent auf ein naturwissenschaftliches Weltbild beziehen lässt.

Dieser mutige Vorstoß ist umso bemerkenswerter, als Ganoczy die Theologie damit keineswegs einfach der Hegemonie der Naturwissenschaften ausliefern will. Vielmehr entwirft er ein komplexes Bild *wechselseitiger* Abhängigkeiten – ganz im Geiste der Synergetik. Obwohl eine Lehre von Gott unabhängig oder im Widerspruch zu den Naturwissenschaften ihre Legitimität heute verloren habe, lernen auch die Naturwissenschaften umgekehrt von der Theologie. So plausibel für viele die erste Behauptung klingt, welches könnte das Recht der zweiten sein? Inwiefern haben auch die Naturwissenschaften etwas von der Theologie zu lernen – ohne sich in kreationistische Pseudo-Wissenschaft zu verwandeln?

Die Antwort gibt Ganoczy in einer faszinierenden *wissenschaftstheoretischen Reflexion*. In dieser definiert er „Synergie“ als „Analogiebegriff“, dessen entscheidende Leistung eine Explikation der „Weisen der Bedeutungsübertragung“ ist.¹⁷ Die Methode der Analogiebildung als „spezifisch theologische Kunst der Bedeutungsübertragung“ sieht Ganoczy jedoch keineswegs nur in der Theologie am Werk.¹⁸ In der Tradition von Hans Blumenbergs „Metaphorologie“¹⁹ reklamiert er, dass auch die Naturwissenschaften extensiven Gebrauch von metaphorischen Redeweisen machen, ohne diese jedoch methodisch zu reflektieren: „Besonders jene naturwissenschaftlich initiierten Analogien verdienen Beachtung, die bewusst die Grenzgebiete zwischen Materie und Geist, Gestalt und Sein, Einzelfall und Allgemeinheit zu erhellen suchen.“²⁰

Um diese kühne These von der metaphorischen Perforiertheit der Naturwissenschaften zu belegen, fragt Ganoczy nach der *Logik und Genese wissenschaftlicher Begriffsbildung*.²¹ Die Metaphernbildungsprozesse, derer sich auch die Naturwissenschaften uneingeständenerweise bedienen, sind demnach im irreduziblen

ner: „Theismuskritik. Argumente für einen religiösen Naturalismus im Anschluss an Spinoza“, in: Ana Honnacker/Matthias Ruf (Hg.): *Gott oder Natur. Perspektiven nach Spinoza*, Münster: LIT 2015, S. 121–132.

16 Ganoczy: *Der dreieinige Schöpfer* (Anm. 7), S. 16 (Hvh. des Autors).

17 Ebd., S. 15.

18 Ebd., S. 16.

19 Vgl. Hans Blumenberg: *Paradigmen zu einer Metaphorologie*, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 1997. Zur Aktualität von Blumenbergs Programm vgl. Robert Buch/Daniel Weidner (Hg.): *Blumenberg lesen. Ein Glossar*, Berlin: Suhrkamp 2014.

20 Ganoczy: *Der dreieinige Schöpfer* (Anm. 7), S. 16.

21 Vgl. Moritz Schlick: „Die Grenze der naturwissenschaftlichen und philosophischen Begriffsbildung“, in: ders.: *Philosophische Logik*, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 1986, S. 11–30. Zur Aktualität von Schlicks Schrift vgl. Stephan Steiner: „Pragmatischer Naturalismus. Anmerkungen zum Naturbegriff in transatlantischer Perspektive“, in: *Forum Begriffsgeschichte* 3 (2014) 1, S. 74–81.

Reichtum konkreter, gelebter Alltagserfahrung verankert, die religiös durch die literarische Tradition biblischer Texte repräsentiert wird: „Theologische Analogiemethoden haben nicht in Theologenschulen, sondern in biblischen Texten ihren normativen Ursprung. Diese reden von Gott fast nie spekulativ oder in metaphysischer Abstraktheit, sondern *bildhaft, symbolisch, metaphorisch, analog*.“²²

Ganoczy verwischt damit also zwar die terminologische Differenz zwischen ‚Synergie‘ und ‚Synergetik‘, jedoch um einen bemerkenswerten wissenschaftstheoretischen Punkt zu demonstrieren: Synergie als Methode der Analogiebildung und Bedeutungsübertragung schließt die Kluft zwischen Geistes- und Naturwissenschaften, indem sie transparent macht, dass *beide* sich abstrahierend auf das irreduzible Ganze der Wirklichkeit beziehen. Eine ‚holistische‘ Wissenschaft von diesem Ganzen mag es zwar nicht geben, eine Klärung der Frage, wie die vielfältigen und heterogenen Modi menschlicher Wirklichkeitsbeschreibungen eigentlich aufeinander bezogen sind und eine gemeinsame, geteilte Wirklichkeit darstellen, ist jedoch aktueller denn je.²³ Das theologische Interesse an der Synergie als einem solchen Modell von Interdisziplinarität besteht dann darin, dass damit der Ort der Theologie als Stimme im Ensemble der Wissenschaften gesichert wird.²⁴ Die Gestalt einer solchen Rechtfertigung gilt es im Folgenden näher zu betrachten.

22 Ganoczy: *Der dreieinige Schöpfer* (Anm. 7), S. 16 (Hvh. des Autors). Die These eines „metaphysischen Ursprungs aller Begriffe“ – theologischer, philosophischer wie naturwissenschaftlicher – vertritt im Anschluss an Hans Blumenberg und Jacques Derrida einflussreich auch Sigrid Weigel. Wie Ganoczy argumentiert Weigel zudem dafür, die Literatur als Medium einer nicht-reduktiven Wirklichkeitsbeschreibung anzuerkennen: „indem er [Derrida] zeigt, daß die Bilder den Begriffen vorausgehen und somit die Voraussetzung jeder philosophischen und wissenschaftlichen Sprache darstellen [...], kann von Metaphern im ‚eigentlichen‘ Sinne [...] gesprochen werden, da diese Metapher gleichursprünglich mit der Geburt des Begriffs als Terminus technicus auftritt und nun erst als abgespaltene bildliche Dimension der Sprache erscheint. Diese erst kann als Signum von Literatur und als Spezialfall der poetischen Sprache bewertet werden.“ Sigrid Weigel: *Literatur als Voraussetzung der Kulturgeschichte. Schauplätze von Shakespeare bis Benjamin*, Paderborn: Fink 2004, hier S. 79.

23 „Die Philosophie der Gegenwart befindet sich in einem schwer faßbaren, ausgesprochen eigenwilligen Zustand: Man könnte von einer Art Unzufriedenheit auf höchstem Qualitätsniveau sprechen. [...] Noch nie waren die Geschichte und die Probleme der Philosophie derartig durchleuchtet wie heute – und dennoch will keine rechte Freude aufkommen [...]. Philosophische Reflexionen zielen auf das Ganze [...]. Es geht um eine Art anthropologischen Lagebericht. [...] Lagepläne und Situationsberichte haben eine eigentümliche Eigenschaft: Ihre Qualität nimmt keineswegs proportional mit der Bestimmung von Details zu [...]. Etwas in dieser Art dürfte auch mit der Volksweisheit *Man sieht den Wald vor lauter Bäumen nicht* gemeint sein. Zumindest paßt diese Sentenz auf nicht wenige philosophische Reflexionen der Gegenwart“. Lambert Wiesing: *Das Mich der Wahrnehmung. Eine Autopsie*, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 2009, S. 13–15.

24 „Daß aber christliche Theologie als ‚Wissenschaft von Gott‘ (W. Pannenberg) einen gleichberechtigten Platz im Parlament der Geisteswissenschaften, mit denen ja etliche Naturwissenschaften redlich die Wiedervereinigung suchen, besitzt und daß sie in dieser Eigenschaft ihren Beitrag zur interdisziplinären Erforschung der Wirklichkeit leisten darf, stößt auf manche oft nicht einmal eingestandene Widerstände.“ Alexandre Ganoczy: *Suche nach Gott auf den Wegen der Natur. Theologie, Mystik, Naturwissenschaften – ein kritischer Versuch*, Düsseldorf: Patmos 1992, hier S. 10.

Theologie und Synergetik: zwei Modelle einer holistischen Wissenschaft

Die Analogie ist das heuristische Erkenntnisinstrument einer Wissenschaft, die Letztbegründungsansprüche sowie das reduktionistische Ideal einer umfassenden Einheitswissenschaft aufgegeben hat.²⁵ Sie antwortet auf die Situation der Einsicht in die plurale Verfasstheit der Wirklichkeit und versucht, „das weite Feld zu besetzen, in dem logisch zwingende Beweisführungen und Argumente ohnmächtig sind, und wo die Wahrheit nur annähernd erfasst werden und bloß in der Form von Wahrscheinlichkeitsaussagen in Erscheinung treten kann.“²⁶ Das einfachste Beispiel solcher Komplexität ist „die *Natur*, insbesondere die Tier- und Pflanzenwelt“, die uns „immer wieder durch die Fülle ihrer Formen und ihre feingegliederten Strukturen, in denen die einzelnen Teile höchst sinnvoll zusammenwirken“, überrascht.²⁷ So formuliert es Hermann Haken im Vorwort zu seinem klassisch gewordenen Bestseller *Erfolgsgeheimnisse der Natur*. Das synergetische Paradigma zeichnet sich somit dadurch aus, dass es die Herausforderungen ganzheitlicher Phänomene unserer Alltagserfahrung nicht marginalisiert, sondern wissenschaftlich ernst nimmt.

Als „Leitfaden naturwissenschaftlicher Erforschung aller erfahrbaren Wirklichkeit“²⁸ kennzeichnet Hakens Synergetik dabei, dass sie „das *Gesamt* der physikalischen Abläufe“ in den Blick nimmt, ohne „reduktionistische Neigungen zu haben“.²⁹ Der Anspruch von Hakens Synergetik, die Ergebnisse hoch komplexer physikalischer Forschung in ihrer *Alltagsrelevanz* für soziologische, psychologische oder ökonomische Analysen und Anwendungen transparent zu machen, bringt ihn damit in eine unerwartete Nähe zur Theologie. Darauf macht Ganoczy aufmerksam, wenn er insistiert, dass die ‚Wirklichkeit‘ als komplexes Phänomen, das sich einfachen Kausalitätszuschreibungen entzieht, nicht allein in einer quantenmechanisch informierten Physik, sondern *auch* in „Alltagssprache“, „Volksdichtung“ oder „religiöser Rede“ begegne.³⁰ ‚Metapher‘ und ‚Analogie‘ sind die geisteswissenschaftlichen Medien einer solchen Fokussierung auf irreduzible Komplexität und emergente Eigenschaften der ‚Wirklichkeit‘ als wissenschaftlichem Gegenstand. Beide – Metapher wie Analogie – sind dann aber „nicht nur Zeichen unmöglicher Exaktheit in der Aussage. Sie besitzen vor allem einen konstruktiven Charakter, indem sie Wirklichkeit, über den engen Kreis des nur Exakten hinausgehend,

25 Zur Kritik am Ideal einer solchen Einheitswissenschaft vgl. Hilary Putnams Zurückweisung der positivistischen Programmatik Willard van Orman Quines: Hilary Putnam: „Gehalt und Attraktivität des ‚Naturalismus‘“, in: Thomas Sukopp (Hg.): *Naturalismus: Positionen, Perspektiven, Probleme*, Tübingen: Mohr Siebeck 2007, S. 25–40.

26 Ganoczy: *Der dreieinige Schöpfer* (Anm. 7), S. 9.

27 Hermann Haken: *Erfolgsgeheimnisse der Natur – Synergetik: Die Lehre vom Zusammenwirken*, Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt 1981, S. 9 (Hvh. des Autors).

28 Ganoczy: *Der dreieinige Schöpfer* (Anm. 7), S. 201.

29 Ebd., S. 201 f. (Hvh. des Autors).

30 Ebd., S. 202.

gleichsam *ganzheitlich erschließen*. So trägt oft das, was ‚nur‘ im übertragenen Sinn gesagt wird, sprachlich in stärkerem Maße ein *Mehr an Wirklichkeit* als etwa eine klare Definition.³¹

Die Kategorie der „Wirklichkeit“ und das Urteil eines „Mehr an Wirklichkeit“ werden damit als Kriterien zur Bewertung der Angemessenheit wissenschaftlicher Beschreibungen festgelegt. Wirklichkeitsgehalt als Vergleichsinstanz im Wettbewerb der Wissenschaften ebnet aber nicht nur die Kluft zwischen Natur- und Geisteswissenschaften ein, die vor dieser Instanz nun auf Augenhöhe konkurrieren³², auch die Künste oder eben die Theologie müssen als Praktiken des Umgangs mit Wirklichkeit gehört werden und erhalten so einen rational gerechtfertigten Ort im vielstimmigen Ensemble der Wissenschaften. In Ganoczys Worten: „Sollte [...] eine Neuformulierung der Lehre von der ‚Trinitas creatrix‘ und der ihr zugeschriebenen ‚creatio continua‘ gelingen [...], eröffneten sich zusätzliche Wege der interdisziplinären Arbeit im ‚Parlament‘ der heute maßgeblichen Wissenschaften, wobei freilich auch die Theologie das ihr gebührende Stimmrecht erhielt.“³³

Vor diesem Hintergrund unterscheidet Ganoczy für die Anwendung des „Leitfadens ‚Synergie‘“³⁴ als Methode der Analogiebildung und Bedeutungsübertragung in der Theologie schließlich zwischen drei Bereichen, nämlich der „göttlichen Ebene“, der „Ebene der Kooperation zwischen Gott und den Menschen“ sowie der „Ebene des Verhältnisses ‚Mensch–Natur‘“.³⁵ Zwischen diesen drei Verwendungsebenen des „synergetischen Paradigmas“³⁶ attestiert er eine *Plausibilitätshierarchie*, denn „das Verhältnis der modernen Naturwissenschaften zum Synergie-Paradigma zeigt sich [heute] gewiss unkomplizierter als das der Anthropologie und der Theologie.“³⁷ Die Sonderstellung der Synergetik innerhalb der Pluralität von Synergieverständnissen wird damit nochmals unterstrichen. Ihre Präsenz im Kanon der Naturwissenschaften verleiht ihr eine Schlüsselfunktion für den gelingenden Dialog der Theologie mit diesen – und damit generell für die Legitimierung der Theologie nach außen.

Das Desiderat einer Theologie der Natur

Welche Gründe zur Kooperation zwischen Theologie und Naturwissenschaften könnte es aber geben und auf welchem Fundament soll diese praktisch ruhen? Die „Emanzipation der Naturwissenschaften“ im 17. Jahrhundert machte „Schöpfungsaussagen“ zunehmend unplausibel, woraus zuletzt eine Trennung in zwei

31 Ebd. (Hvh. des Autors).

32 Vgl. Mark Johnston: *Saving God: Religion after Idolatry*, Princeton, NJ: Princeton University Press 2009. Zur Kontextualisierung von Johnstons Argumentation vgl. Steiner: Theismuskritik (Anm. 15).

33 Ganoczy: *Der dreieinige Schöpfer* (Anm. 7), S. 19.

34 Ebd., S. 20.

35 Ebd.

36 Ebd.

37 Ebd., S. 2.

Kulturen resultierte, die im besten Fall ein friedliches Nebeneinander der Gleichgültigkeit von Wissenschaft und Religion erlaubte.³⁸ Der katholische Theologe Markus Knapp, ein Schüler Ganoczy's, verweist jedoch darauf, dass eine solches Nebeneinander in getrennten Sphären redlich gar nicht durchführbar ist:

[...] das Bestreben, die Bereiche von Naturwissenschaft und Theologie möglichst streng voneinander zu trennen, [stellt] den Versuch dar, die teilweise extremen und oft auch ideologisch aufgeladenen Spannungen zwischen beiden zu überwinden und zu einem friedlichen, möglichst konfliktfreien Miteinander zu finden. So verständlich dieses Bestreben zweifellos zunächst einmal ist, bei näherem Zusehen erweist es sich dann doch als nicht nur problematisch, sondern als *undurchführbar*.³⁹

Worauf beruht diese Undurchführbarkeit? Sie ist sowohl theologisch als auch naturwissenschaftlich begründet. Aus theologischer Perspektive würde eine solche Sphärentrennung den Kernbestand christlicher (und allgemein auch monotheistischer) Gottesvorstellungen preisgeben: „Die Bibel versteht ja Gott als den Schöpfer und Herrn der *gesamten* Wirklichkeit, also eben gerade auch der Natur.“⁴⁰ Eine Reduktion der Gottesidee auf ein bloßes Phänomen innerweltlicher Moralvorstellungen ohne Relevanz für unser Naturverständnis würde die „biblische Schöpfungsaussage zu einer ‚Leerformel‘“ entwerten.⁴¹ Umgekehrt sind aber auch Naturwissenschaftler keineswegs bereit, religiöse Fragen als autonomen Sonderbereich zu respektieren: „Der Versuch, religiöse und theologische Fragen auf der Grundlage naturwissenschaftlicher Erkenntnisse zu beantworten, stellt offenbar für Naturwissenschaftler eine immer wieder neue Versuchung und Herausforderung dar.“⁴² Diese Grenzüberschreitungen resultieren aus dem durchaus legitimen „Bedürfnis, nach einer vernünftigen und tragbaren Zusammenschau der unterschiedlichen Lebens- und Erkenntnisbereiche [...], um sich im Leben besser orientieren zu

38 Markus Knapp: „Naturwissenschaft und Theologie. Drei Thesen zur Bestimmung ihres Verhältnisses“, in: Otmar Meuffels/Jürgen Bründel (Hg.): *Grenzgänge* (Anm. 1), S. 241–255, hier S. 242.

39 Ebd. (Hvh. des Autors).

40 Ebd., S. 243.

41 Ebd.

42 Ebd. Besonders markante Beispiele solcher Ambitionen von Naturwissenschaftlern, auch religiöse Fragen zu beantworten, sind etwa die Bücher von Stephen Hawking, Paul Davies oder Leon Lederman. Vgl. Leon Max Lederman: *God Particle: If the Universe Is the Answer, What Is the Question?*, Boston, MA: Mariner Books 1993. Paul Davies: *God and the New Physics*, New York, NY: Simon & Schuster 1984. Stephen Hawking: *God created the Integers: The Mathematical Breakthroughs that Changed History*, Philadelphia, PA: Running Press 2005. Im Kontext der Experimente am Teilchenbeschleuniger CERN in Genf findet das Thema auch in deutschen Feuilletons große Aufmerksamkeit. Vgl. Christoph Seidler: „Higgs-Boson: Hoffen auf das Gottesteilchen“, in: *Der Spiegel*, 7.12.2011, www.spiegel.de/wissenschaft/natur/higgs-boson-hoffen-auf-das-gottesteilchen-a-802261.html. Max Rauner/Tobias Hürter/Ulrich Schnabel: „Im Trommelfeuer der Urknälle“, in: *Die Zeit*, 9.4.2010, www.zeit.de/2010/15/N-Cern/komplettansicht (Stand jeweils Februar 2015).

können‘.⁴³ Ein solches ‚Orientierungsbedürfnis‘,⁴⁴ das Grenzüberschreitungen zwischen den Disziplinen produziert, besteht nicht zuletzt aufgrund bioethischer Debatten oder dem politischen Streit um Naturzerstörung und den Stellenwert der ökologischen Krise, wie sie die heutige Situation prägen.⁴⁵ All diese Herausforderungen führen dazu, dass von Natur wieder in ethischen Kategorien gesprochen wird, weshalb auch schöpfungstheologische Redeweisen neue Relevanz erhalten.⁴⁶

Die Frage nach dem *Ganzen* der Wirklichkeit, ihrem Zusammenhang und ihrer Wechselwirkung bildet demnach das gemeinsame Motiv theologischen und naturwissenschaftlichen Fragens in synergetischer Perspektive. Eine solche Frage nach dem ‚Ganzen‘ darf aber keineswegs automatisch als Spekulative werden der Wissenschaft missverstanden werden. Die epistemische Relevanz des Synergie-Paradigmas gründet vielmehr darin, dass traditionelle disziplinäre Grenzziehungen in Frage gestellt werden. Ziel der Synergetik ist jedoch keine neue „*theory of everything*“,⁴⁷ sondern der Beginn einer interdisziplinären Verständigung, die nach Wechselwirkung und Zusammenhang der pluralen Wirklichkeiten fragt, in denen wir leben. Die Synergetik gibt sich damit als hermeneutisches Projekt zu erkennen, das gerade auch den Bereich der Natur als Auslegungsbedürftigen entdeckt.⁴⁸

Den Anfang eines solchen interdisziplinären Gesprächs zwischen Theologie und Naturwissenschaften bildet eine Verhältnisbestimmung zwischen physikalischer oder evolutionärer Kosmologie und religiöser Schöpfungsvorstellung.⁴⁹ Ein solcher Verständigungsversuch erfordert für Ganoczy eine Klärung des Naturbegriffs, die den gemeinsamen Boden bereitet, um das „unbegriffene Zugleich von Paral-

43 Markus Knapp: „Metaphysische Fragen und nachmetaphysisches Denken. Anmerkungen zu einem Beitrag von Edmund Runggaldier“, in: *Stimmen der Zeit* 228 (2010), S. 785–787, hier S. 785. Ganoczy schildert dieses Phänomen so: „Manch namhafter Naturwissenschaftler sucht heute seine eigene Disziplin auf eine fundamentale und ganzheitliche Reflexionsebene zurückzubinden. Diese Suche nimmt meist *philosophische* Züge an, läßt sich oftmals durch die jeweiligen Kompetenzgrenzen nicht aufhalten und verbindet sich mitunter mit einem regen Interesse für religiöse Erfahrung und Tradition.“ Ganoczy: *Suche nach Gott* (Anm. 24), S. 9.

44 „Dieses Bedürfnis hat seinen ‚Ort‘ [...] in lebensweltlichen Zusammenhängen [...]. Es geht dabei um Fragen, die mit der *Gesamtheit der Wirklichkeit* zu tun haben, mit ihrer Verstehbarkeit sowie dem Problem, wie sie bewältigt werden kann.“ Knapp: „Naturwissenschaft und Theologie“ (Anm. 38), S. 243 (Hvh. des Autors).

45 Vgl. Angela Krebs (Hg.): *Naturethik. Grundtexte der gegenwärtigen tier- und ökoethischen Diskussion*, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 1997.

46 Auf diese widersprüchliche Situation reagiert Ganoczys Bemühen um eine „Theologie der Natur“ sowie um eine Renaissance der „Schöpfungstheologie“. Bereits im Jahr 1982 legte er seine programmatische kleine Schrift „Theologie der Natur“ vor, auf die mit der „Schöpfungslehre“ im Jahr 1983 sein erstes *opus magnum* folgte: Alexandre Ganoczy: *Theologie der Natur*, Zürich: Benziger 1982. Alexandre Ganoczy: *Schöpfungslehre*, Düsseldorf: Patmos 1983.

47 Vgl. Paul Davies: *Superstrings: A Theory of Everything?*, Cambridge: Cambridge University Press 1988. Außerdem: Steven Weinberg: *Dreams of a Final Theory: The Scientist's Search for the Ultimate Laws of Nature*, New York, NY: Pantheon Books 1992.

48 Zur Aktualität eines solchen Programms vgl. Bernulf Kanitscheider (Hg.): *Hermeneutik und Naturalismus*, Tübingen: Mohr Siebeck 1998.

49 Vgl. den programmatischen Hauptteil von Ganoczys *Schöpfungslehre*, der den Titel „Schöpfungsglaube und evolutives Weltverständnis“ trägt. Ganoczy: *Schöpfungslehre* (Anm. 46), S. 146–261.

lelwelten⁵⁰ zu beenden: „Auch der Theologe, der es gelernt hat, sich vom Gottesglauben her der Frage nach der Einheit der Gesamtwirklichkeit zu stellen und dabei dieselbe *theologisch* ‚Schöpfung‘ und *säkular* ‚Natur‘ zu nennen, begibt sich auf neue Wege.“⁵¹ Solche „neue Wege“ beschreitet Ganoczy seit seiner Programmschrift *Theologie der Natur*, die er schließlich zum Projekt einer *Suche nach Gott auf den Wegen der Natur* erweitert. In letzterem Buch betont er nachdrücklich: Wenn Theologie ein „Beitrag zur interdisziplinären Erforschung der Wirklichkeit“⁵² sein will, dann orientiert sie sich am Naturbegriff, weil dieser zugleich in der Theologie wie in den Naturwissenschaften zu Unrecht marginalisiert wird. „Ein typischer Aspekt der Unwissenschaftlichkeit vieler Wissenschaftler scheint im undifferenzierten Gebrauch des Naturbegriffs zu liegen.“⁵³

Das Desiderat einer Klärung des Naturbegriffs betrifft damit nicht nur die Theologie, um ihr Verständnis von Natur als Schöpfung⁵⁴ in gegenwärtige natur- und umweltethische Debatten einzuspeisen, auch für die Naturwissenschaften ist es unvermeidlich, die Prämissen ihres Naturverständnisses zu explizieren, um als Akteur im öffentlichen Raum aufzutreten und am politischen Streit um die Ökologie zu partizipieren.⁵⁵

Um ein solches Gespräch auf dem Boden eines geteilten Naturverständnisses zu ermöglichen, definiert Ganoczy Natur zunächst so formal wie möglich: „als Gesamt aller anorganischen und organischen Erscheinungen, sofern sie Gegenstand von sinnlicher Erfahrung, rationaler Erforschung, mathematischer Formulierung und technischer Bearbeitung sind.“⁵⁶ Mit einer solchen Definition wird die fundamentale Legitimität einer naturwissenschaftlichen Beschreibung der Natur anerkannt und ein biblisches Naturverständnis nicht mehr apologetisch gegen wis-

50 Deuser: *Kosmologie* (Anm. 6), S. V.

51 Ganoczy: *Suche nach Gott* (Anm. 24), S. 9 (Hvh. des Autors).

52 Ebd., S. 10.

53 Ebd., S. 11. Der Philosoph und Biologe Georg Toepfer versucht in seinem monumentalen *Historischen Wörterbuch der Biologie* diese Schwierigkeit dadurch zu beheben, dass er den Begriff „Natur“ schlicht nicht als wissenschaftlichen Terminus anerkennt und entsprechend keinen Eintrag dazu verfasst. Ob das eine angemessene Lösung der Schwierigkeiten mit diesem Grundbegriff sein kann, bleibt freilich fraglich. Vgl. Georg Toepfer: *Historisches Wörterbuch der Biologie. Geschichte und Theorie der biologischen Grundbegriffe*, Stuttgart: Metzler 2011.

54 Zum theologischen Stellenwert und Kontext von Ganoczys Erneuerung der Schöpfungstheologie vgl. Johannes Schmid: „Creatio ex amore. Zum dogmatischen Ort der Schöpfungslehre“, in: Thomas Franke/Markus Knapp/Johannes Schmid (Hg.): *Creatio ex amore. Beiträge zu einer Theologie der Liebe – Festschrift für Alexandre Ganoczy zum 60. Geburtstag*, Würzburg: Echter 1988, S. 179–191.

55 „Für wann ist eine ‚politische Theologie der Natur‘ zu erwarten? Kommt endlich einmal die Zeit, wo die außermenschliche Natur als eigenständige Größe zum Thema fundamentaltheologischer Überlegungen wird?“ Ganoczy: *Theologie der Natur* (Anm. 46), S. 9.

56 Ganoczy: *Suche nach Gott* (Anm. 24), S. 12. Eine konträre Position dazu vertritt Christoph Kardinal Schönborn in seinem viel beachteten Artikel in der *New York Times*: Christoph Schönborn: „Finding Design in Nature“, in: *The New York Times*, 7.7.2005, www.nytimes.com/2005/07/07/opinion/07schonborn.html (Stand Februar 2015).

senschaftliche Naturbeschreibungen gerichtet.⁵⁷ Die theologische Reflexion kann sich auf dieser Grundlage dann der Aufgabe stellen, die Integration „physikalischer und ontologischer Naturbegriffe“ mit der klassisch christlichen Beschreibung dieses Gegenstandsbereichs als „Schöpfung“ zu unternehmen.⁵⁸

Ein solcher Integrationsversuch gibt zudem weitere traditionelle Feindbilder auf: „Der Theologe hat heute gute Gründe dafür, keinen mythologischen, romantischen, rein metaphysischen oder gar kulturpessimistischen Naturbegriff zu privilegieren, sondern die risikoreiche Option für ein *synthetisches* Naturverständnis, in dem das naturwissenschaftliche gebührend gewürdigt wird, zu vollziehen.“⁵⁹ So wichtig Ganoczys Zurückweisungen sind, Skepsis ist angebracht bei der Frage, ob tatsächlich eine ‚Synthese‘ zwischen theologischem und naturwissenschaftlichem Naturverständnis erreicht werden kann.⁶⁰ Weniger missverständlich wäre es vielleicht, von einem ‚integrativen‘ statt einem ‚synthetischen‘ Naturverständnis als Ziel zu sprechen. In jedem Fall wäre das Modell für die Etablierung eines solchen konstruktiven Verhältnisses zwischen Theologie und Naturwissenschaften aber ein *hermeneutisches* Projekt: eine Beziehungsgeschichte, die die „faktische *Koexistenz* zwischen der menschlichen und der außermenschlichen Naturwirklichkeit“ als Heterogenität und Eigenständigkeit religiöser wie naturwissenschaftlicher Wirklichkeitsbeschreibungen respektiert und wahr, sie aber dennoch in ein Gespräch bringt.⁶¹

Die Realisierung einer solch konstruktiven Wechselwirkung zwischen Naturforschung und Religion erkennt Ganoczy in Albert Einsteins Konzept einer „*kosmischen Religiosität*“.⁶² In der „Evolution des religiösen Gefühls“, die die „Erhabenheit [...] der Natur“ als Zentrum religiöser Erfahrung entdeckt, sieht Ganoczy keineswegs nur die Privatreligion eines schwärmerischen Physikers, sondern ein am „Kern des jüdischen Glaubensbekenntnisses“ orientiertes Naturverständnis.⁶³ Einsteins ‚kosmische Religiosität‘ führe in ihrer Zurückweisung jeglicher Dogmen oder konkreter Gottesvorstellungen zum einen die *Tradition des jüdischen Bilderverbotes* fort, zum anderen verarbeite die darin artikulierte Erfahrung einer „Eingebettetheit in der Gemeinschaft aller Lebewesen“⁶⁴ die *biblische Auffassung einer Heiligkeit des Lebens an sich*: „Judentum scheint mir fast ausschließlich die moralische Einstellung im Leben und zum Leben zu betreffen. [...] Das Wesen der jüdischen Lebensauffassung scheint mir zu sein: Bejahung des Lebens aller Geschöpfe. Leben des Individuums hat nur Sinn

57 Diese problematische Instrumentalisierung in früheren dogmatischen Positionen, insbesondere des I. Vaticanums, schildert aufschlussreich Johannes Schmid: „über weite Strecken des 19. und 20. Jahrhunderts stand die Schöpfungslehre in Gefahr, aus dem Zentrum christlicher Reflexion überhaupt hinauszugeraten und als bloße Apologie gegen Neuzeitströmungen Dienst tun zu müssen.“ Schmid: *Schöpfungslehre* (Anm. 54), S. 179.

58 Ganoczy: *Suche nach Gott* (Anm. 24), S. 10

59 Ebd., S. 16.

60 Vgl. Ian Barbour: *Naturwissenschaft trifft Religion. Gegner, Fremde, Partner?*, Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht 2010.

61 Ganoczy: *Suche nach Gott* (Anm. 24), S. 16.

62 Ebd., S. 56.

63 Ebd., S. 55–57.

64 Ebd., S. 57.

im Dienst der Verschönerung und Veredelung des Lebens alles Lebendigen. *Leben ist heilig*, d. h. der höchste Wert, von dem alle Wertungen abhängen.“⁶⁵

Dass die religiöse Tradition einer Heiligung des Lebens in unmittelbarem Zusammenhang mit der gegenwärtigen Renaissance der Naturphilosophie steht, wird durch Hans Jonas' einflussreiche Naturethik nachdrücklich betont.⁶⁶ Voraussetzung einer solchen Zusammenführung von Leben und Natur ist ein ontologisches Stufenmodell, das Phänomene wie ‚Geist‘ oder ‚Freiheit‘ als Kontinuität und Resultate des Zusammenwirkens innerhalb des Bereichs der Natur deutet:

Am Anfang dieses Buches stand der Satz, daß die Philosophie des Lebens die Philosophie des Organismus und die Philosophie des Geistes umfasse. An seinem Ende, und im Licht dessen, was wir gelernt haben, können wir einen weiteren Satz hinzufügen, der im ersten mit enthalten ist, aber eine neue Aufgabe stellt: Die Philosophie des Geistes schließt die Ethik ein – und durch die Kontinuität des Geistes mit dem Organismus und des Organismus mit der Natur wird die Ethik ein Teil der Philosophie der Natur.⁶⁷

Eine solche Re-Sakralisierung der Natur im Zeichen der Ethik, die zugleich vollständig kompatibel sein will mit einer naturwissenschaftlichen Beschreibung der Wirklichkeit, verbindet Einsteins Vermittlungsversuch zwischen Religion und Naturwissenschaften mit Jonas' Naturethik. In beiden entdeckt Ganoczy eine Realisierung seines eigenen Projekts einer Verständigung zwischen Theologie und Naturwissenschaften im Zeichen der Synergetik.

Grenzen und Potentiale der Synergetik

Eine kritische Abgrenzung zur Synergetik vollzieht Ganoczy hingegen mit Blick auf die „anthropologische und soziologische Dimension des Synergieparadigmas“.⁶⁸ Dessen größtes Defizit identifiziert er in dem Umstand, dass die Bedeutung ethischer Normen aus synergetischer Perspektive bislang kaum adressiert wird. Gerade die Nicht-Reduzierbarkeit normativer Phänomene auf eine physikalische Beschreibungssprache stellt aber eine besondere Schwierigkeit wie Herausforderung für den holistischen Anspruch der Synergetik dar. Die Übertragung naturwissenschaftlich gewonnener Erkenntnisse auf das menschliche Zusammenleben stößt hier vermutlich auf eine Grenze.

⁶⁵ Albert Einstein: *Mein Weltbild* (1953), hg. von Carl Seelig, Frankfurt a.M.: Ullstein 1991, hier S. 89 f. (Hvh. des Autors).

⁶⁶ Vgl. Hans Jonas: *Das Prinzip Leben. Ansätze zu einer philosophischen Biologie*, Frankfurt a.M.: Suhrkamp 1997. Den Motivzusammenhang von Heiligung des Lebens, Naturphilosophie und Naturethik arbeiten besonders prägnant die Beiträge des Sammelbands heraus: Gerald Hartung/Kristian Köchy (Hg.): *Naturphilosophie als Grundlage der Naturethik. Zur Aktualität von Hans Jonas*, Freiburg: Alber 2013.

⁶⁷ Jonas: *Das Prinzip Leben* (Anm. 66), S. 401.

⁶⁸ Ganoczy: *Der dreieinige Schöpfer* (Anm. 7), S. 2.

Die Differenz zwischen *Wie-* und *Was-Fragen* als Beschreibungen der Wirklichkeit verwendet Ganoczy, um einen blinden Fleck der Synergetik zu benennen: „[sind] die Wie-Frage und die Was-Frage als konträre Gegensätze zu erachten [...]? Verdienen nur physikalische, chemische, biologische Beschreibungen der Naturstrukturen den Namen ‚Wissenschaft‘? Oder auch, aufgrund anderer Erkenntnis-kriterien, Philosophie und Theologie?“⁶⁹ Philosophie und Theologie werden hier als Platzhalter für eine Beschreibung der Wirklichkeit benutzt, die nicht nur nach funktionalen Abläufen fragt (Wie-Frage), sondern auch die normative Dimension von Prozessen thematisiert (Was-Frage). Die Synergetik hat zwar den Vorzug, dass sie die Wirklichkeit als Ganze zum Gegenstand und Korrektiv der Forschung macht, jedoch steht sie in Gefahr, diese Thematisierung der Gesamtwirklichkeit lediglich den Naturwissenschaften als kompetenten Interpreten zu überantworten. Wenn sie einem solchen *Szientismus* verfällt, nimmt sie ihr eigenes Leitprinzip des Zusammenwirkens und der multiperspektivischen Erschlossenheit der Wirklichkeit nicht hinreichend ernst:

Ich frage aber, ob Haken trotz dieser klaren Worte [einer strikten Trennung von *ratio* und *religio*] doch nicht die Möglichkeit offen lässt, dass die ungemein aspektreiche Gesamtwirklichkeit zum Gegenstand entsprechend verschiedener Befragungs- und Deutungsweisen gemacht werden kann, von denen keine mit dem Anspruch absoluter Ausschließlichkeit antreten dürfte. Der Fehler läge dann nicht in der Wahl einer richtigen und einer falschen Betrachtung der Natur, vielmehr in einer oberflächlichen Vermengung der Formalobjekte.⁷⁰

Ganoczy erinnert die physikalische Synergetik also zum einen an die Gefahr eines Verlusts der normativen Dimension als Aspekt der Gesamtwirklichkeit, zum anderen insistiert er auf einem Ernstnehmen ihres Leitprinzips des Zusammenwirkens, um ein Abgleiten in den Szientismus zu vermeiden: „Das käme einem naiven Fundamentalismus gleich, dem sowohl ein Theologe wie ein Physiker verfallen kann. Nicht vermischen, aber auch nicht trennen, die grundverschiedenen Gesichtspunkte als gleichberechtigt und komplementär erachten, Analogie-Brücken zwischen ihnen, soweit möglich, schlagen: So lautet die Marschroute der zum interdisziplinären Gespräch entschlossenen Wissenschaftler.“⁷¹ Ganoczy lässt dabei keinen Zweifel daran, dass er Haken unbedingt zu diesen zählt.

Besonders deutlich wird die hohe Wertschätzung gerade für Hakens Synergetik am Beispiel von dessen anspruchsvoller Differenzierung zwischen Computern und Gehirnen.⁷² Entgegen aktueller Euphoriewellen der Verwendung von Computermetaphern für die neurowissenschaftliche Forschung betont Ganoczy mit Haken nüchtern die fundamentalen Unterschiede zwischen diesen beiden Modellen:

69 Ebd., S. 204.

70 Ebd.

71 Ebd., S. 204 f.

72 Vgl. dazu auch den Beitrag von Hermann Haken und Dietmar Hansch im vorliegenden Band.

‚die Fähigkeiten des Computers zu echter Denktätigkeit‘ werden heute oft ‚weit überschätzt‘ [...]. ‚Besonders interessant an der menschlichen Wahrnehmung ist, dass wir in der Lage sind, auch verstümmelte Nachrichten zu verstehen; das Gehirn ist fähig, fehlende Informationsstücke von sich aus zu ergänzen.‘ [...] Es reproduziert nicht nur eine geordnete Summe von Nachrichten, sondern interpretiere vielschichtige Ganzheiten, die stets mehr als die summierten Einzelheiten abgeben. Denn diese besitzen den Mehrwert einer geistigen Synergie, die sich jenseits der Ansammlung von Buchstaben und Zahlen den *Sinn des Ganzen* mit vergegenwärtigt. Die Maschine [hingegen] arbeitet ‚seriell‘.⁷³

Damit wird unterstrichen, dass Haken keineswegs soziologische und anthropologische Beschreibungen einfach reduktionistisch in physikalische auflösen will. Er zitiert nicht zufällig die Maxime des berühmten Informatikers Joseph Weizenbaum: „Auch der klügste Computer kann nicht ethische Gesichtspunkte ersetzen.“⁷⁴ Trotz solcher Einschränkungen bleibt es allerdings reizvoll, auszutesten, wie weit etablierte Grenzen verschiebbar sind.

Als Resümee lässt sich damit festhalten: Ganoczy will die naturphilosophische Tradition des Synergiedenkens nicht gegen eine theologische ausspielen. Die naturwissenschaftliche Neuausrichtung des Synergiedenkens verkörpert für ihn entsprechend keine Verabschiedung religiösen Fragens, sondern veranschaulicht vielmehr einen fundamentalen *religiösen Wandel*, der sich seit dem 19. Jahrhundert beobachten lässt.⁷⁵ Die tiefe Krise, die der Erfolg der Naturwissenschaften im 19. Jahrhundert für das Christentum bedeutete – und die bis in den Streit um die *Nouvelle Théologie* nach 1945 fortwirkte –, kann heute inzwischen als der Beginn einer Phase *neuer religiöser Kreativität* gelesen werden.⁷⁶ Es wäre darum ein Irrtum, den Erfolg empirischer Naturforschung seit dem 17. Jahrhundert bloß als Siegeszug des großen antagonistischen Anderen zur Religion, der Naturwissenschaften, zu deuten. Hängt man dieser polarisierenden Spaltung an, wird man selbst (freiwillig-unfreiwillig) Opfer der Vorurteile des 17. Jahrhunderts. Ganoczy versucht sichtbar zu machen, dass stattdessen der Erfolg der Naturwissenschaften auch die Religion selbst verwandelte. Eine Dynamik, die durch die theologische Aneignung der Synergetik exemplarisch vor Augen geführt wird. Nicht nur wird in einer solchen Perspektivverschiebung die Natur als Metaphernquelle und schier unerschöpflicher Schatz für Artikulationen spiritueller Erfahrung wiederentdeckt, mehr noch wird auch die Wissenschaft als Rechtfertigungsinstanz für religiöse Intuitionen wiederhergestellt.⁷⁷ Anders gesagt: Religiöse Erfahrung muss sich in der Moderne gerade auch naturphilosophisch rechtfertigen und artikulieren, wenn sie als

73 Ganoczy: *Der dreieinige Schöpfer* (Anm. 7), S. 219 f. (Hvh. des Autors).

74 Haken: *Erfolgsgeheimnisse der Natur* (Anm. 27), S. 225.

75 Vgl. Jerome A. Stone: *Religious Naturalism Today: The Rebirth of a Forgotten Alternative*, Albany, NY: State University of New York Press 2008.

76 Historisch wie systematisch ambitioniert skizziert diesen interpretatorischen Perspektivwechsel Hermann Deuser: *Religionsphilosophie*, Berlin: de Gruyter 2009. Außerordentlich instruktiv, aber auf den US-amerikanischen Kontext beschränkt, argumentiert hingegen Robert C. Neville: *The Highroad Around Modernism*, Albany, NY: State University of New York Press 1992.

77 Vgl. Ganoczy: *Theologie der Natur* (Anm. 46), S. 36–77.

allgemeinmenschliche Möglichkeit ernstgenommen werden will.⁷⁸ Eine Wende hin zu Wissenschaft und Natur bedeutet folgerichtig keineswegs automatisch das Verschwinden religiösen und theologischen Nachdenkens, sondern kennzeichnet vielmehr deren zeitgenössische Gestalt.⁷⁹

Zuletzt resultiert aus einer solchen Neubestimmung des Verhältnisses von Religion und Naturwissenschaften auch ein anspruchsvolleres Verständnis von Säkularisierung. Diese ist keine lineare Entwicklung zunehmender ‚Entzauberung‘ (M. Weber), sondern eher als komplexe Dialektik von Säkularisierung und Sakralisierung (E. Durkheim) zu denken.⁸⁰ Diese neue Sicht wird auch theologisch fruchtbar gemacht, wenn – inspiriert von der Synergetik – nicht mehr einfach ein bloßer Antagonismus von Naturwissenschaften und Theologie postuliert wird, sondern die *Formen des Zusammenwirkens* dieser so heterogenen Wirklichkeitsdeutungen erkundet werden. Das jeweils unterschiedliche Naturverständnis hat sich dabei als der Ort erwiesen, an dem der Dialog wie Wettstreit um die angemessenste Deutung auszutragen ist. Der Umstand, dass angesichts ökologischer Krisen und Herausforderungen das Naturverständnis keineswegs mehr nur den Gegenstand wissenschaftlicher Debatten bildet, sondern zu einem politischen und öffentlichen Problem ersten Ranges avanciert ist, könnte eine besondere Chance für das Gelingen des Dialogs zwischen Naturwissenschaft und Theologie sein.⁸¹ Zumindest herrscht heute ein scharfes Bewusstsein davon, dass Natur nicht einfach eine wertfreie Ressource zur beliebigen Ausbeutung ist, sondern selbst ethische Relevanz besitzt – eine rein wissenschaftliche Deutung der Natur hat also ihr Primat verloren.⁸² Da die Theologie gleichzeitig mit der Situation konfrontiert ist, dass sie die Ergebnisse der Naturwissenschaften nicht mehr ignorieren kann,⁸³ befinden wir uns heute in einer Situation von enormem historischem Potential, die die Chance enthält, lange verfestigte Feindbilder zu verflüssigen.⁸⁴ Die theologische Rezeption der Synergetik ist eine Möglichkeit, um diesen Weg der Verständigung zu beschreiten.

78 Vgl. John E. Smith: *Experience and God*, New York, NY: Oxford University Press 1968.

79 Vgl. Wesley Wildman: *Religious Philosophy as Multidisciplinary Comparative Inquiry: Envisioning a Future for the Philosophy of Religion*, Albany, NY: State University of New York Press 2010.

80 Vgl. Hans Jonas (Hg.): *Säkularisierung und die Weltreligionen*, Frankfurt a. M.: Fischer 2007. Thomas M. Schmidt (Hg.): *Religion und Säkularisierung. Ein interdisziplinäres Handbuch*, Stuttgart: Metzler 2014. Martin Tremml/Daniel Weidner (Hg.): *Nachleben der Religionen. Kulturwissenschaftliche Untersuchungen zur Dialektik der Säkularisierung*, Paderborn: Fink 2007.

81 Vgl. Jürgen Manemann: *Kritik des Anthropozäns. Plädoyer für eine neue Humanökologie*, Bielefeld: transcript 2014.

82 Vgl. Mario De Caro (Hg.): *Naturalism and Normativity*, New York, NY: Columbia University Press 2010. Jürgen Habermas: *Die Zukunft der menschlichen Natur. Auf dem Weg zu einer liberalen Eugenik?*, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 2005. Ludger Honnefelder: *Welche Natur sollen wir schützen? Über die Natur des Menschen und die ihn umgebende Natur*, Berlin: Berlin University Press 2011.

83 Vgl. Ian G. Barbour: *When Science Meets Religion: Enemies, Strangers, or Partners?*, San Francisco, CA: Harper 2000.

84 Vgl. Stuart A. Kauffman: *Reinventing the Sacred: A New View of Science, Reason and Religion*, New York, NY: Basic Books 2008.

SUSANNE VON FALKENHAUSEN

Synergie oder Totalität?

Kugelbauten als Systemrepräsentationen

Apple wird eine neue Zentrale in Cupertino in Kalifornien bauen. Norman Foster hat sich eine Bauform ausgedacht, die, wie bei ihm bereits Tradition, so einfach wie aussagekräftig ist: ein enormer, flacher Ring, gelegen in üppiger Vegetation und groß genug für 13000 Arbeitsplätze. Die Süddeutsche Zeitung setzte am 19./20. Oktober 2013 über eine Rezension von Dave Eggers' Roman *The Circle* eine Abbildung der digitalen Simulation dieses kreisförmigen Gebäudes, das wie ein im Dschungel gelandetes Ufo daherkommt, mit aufgehender Sonne am Horizont (Abb. 1).

Unter dem Foto lief der Titel der Rezension: „Der Gottkonzern“, sowie die Bildunterschrift „Vatikan, Pentagon und Raumschiff für die Himmelfahrt: Die Architektur der geplanten Apple-Zentrale hätte sich für Eggers' fiktive Firma *The Circle* bestens geeignet.“ Eggers' Erfindung *The Circle* ist im Übrigen, wie Jörg Häntzschel in seiner Rezension schreibt, „ein Giga-Google, das [...] die Totalkontrolle über das Leben und Denken der Menschheit erringt.“¹

Mit der einfachen, aber symbolträchtigen Großform des Kreises schließt Foster an die Tradition monumentaler ‚sprechender‘ Architektur an und öffnet ein Feld der Assoziationen, das nicht nur die jakobinischen Polit-Tempel der Natur, der Vernunft oder des ‚Höchsten Wesens‘ mit ihren Kugelbauphantasien herbeiruft, sondern auch Buckminster Fullers geodätische Kugelbauten sowie dessen (Sprach-) Bildrhetorik zur Synergie als systemische Definition des „Spaceship Earth“² und seines Funktionierens. In meiner Forschung zur Architekturmetaphorik des Kugelbaus,³ in der die geodätischen Kugelbauten Fullers eine gewisse Rolle spielen, ging es mir um eine Geschichte und Kritik der Visionen und Phantasmen von Totalität. Mein Ansatz war, architektonische Visionen, Bilder und Räume in Kugelform als zu sehende, aber auch erfahrbare Metaphern politischer Kulte der Mo-

1 Jörg Häntzschel: „Der Gottkonzern. Amerikas Intellektuelle warnen vor der wachsenden Macht des Silicon Valley. Doch niemand beschreibt die Zukunft so düster wie Dave Eggers in seinem Roman *The Circle*“, in: *Süddeutsche Zeitung* 242 (Samstag/Sonntag, 19./20. Oktober 2013), S. 13.

2 Vgl. R[ichard] Buckminster Fuller: *Operating Manual for Spaceship Earth* (1969), dt.: „Bedienungsanleitung für das Raumschiff Erde“, in: R[ichard] Buckminster Fuller: *Bedienungsanleitung für das Raumschiff Erde und andere Schriften*, hg. von Joachim Krause, Reinbek bei Hamburg: Rowohlt 1973, S. 9–120.

3 Susanne von Falkenhausen: *KugelbauVisionen. Kulturgeschichte einer Bauform von der Französischen Revolution bis zum Medienzeitalter*, Bielefeld: transcript 2008. Die Beispiele im Text sind diesem Buch entnommen.



Abb. 1: Norman Foster: Apple Zentrale, Cupertino (Entwurf)

derne zu verstehen. Liefße sich nun meine Kulturgeschichte der sphärischen Bauten als Visionen für den politischen wie medialen Kult von Totalität seit 1789 in irgendeiner Weise mit dem Begriff „Synergie“ bei Fuller zusammendenken, und wenn ja, wie? Ich werde versuchen, dies anhand von Beispielen aus meiner Forschung zu konkretisieren.

Als Kunst- und Bildhistorikerin fasse ich ‚Synergie‘ als Metapher auf, als Denkfigur und Modus der Welterklärung. Die Parallelen zur Architekturmetaphorik der Kugel, vor allem seit Étienne-Louis Boullées Entwurf für ein Newton-Kenotaph (1784, Abb. 2), liegen auf der Hand: Auch das Bild dieser Bauform impliziert eine Welterklärung, nämlich die eines mathematisch darstellbaren Kosmos.

Der Newton-Kenotaph wurde ein Prototyp für die Entwürfe der Tempel und Kultstätten der Französischen Revolution, die der Natur, der Freiheit und der Vernunft gewidmet waren. Die jakobinische Vorstellung von Natur war die eines geordneten, selbstregulierenden Systems. Mit dieser Vorstellung legitimierten die Jakobiner ihr Modell eines Gesellschaftssystems, das Gleichheit durch totale Kontrolle postulierte: Auch diese Gesellschaft war Natur, ergo gesetzmäßig und in dieser Eigenschaft in der Form, welche den Jakobinern vorschwebte, legitimiert.

Eine grundlegende Gemeinsamkeit zwischen diesem Modell von Natur und Gesellschaft sowie Fullers Bild vom „Spaceship Earth“ wäre: *Die Denkfiguren von Totalität und Synergie bedingen einander.* Ein weiteres Element scheint beiden gemeinsam zu sein: der Glaube an die Perfektibilität der Welt, des Menschen. Bei den jakobinischen Visionären des Kugelbaus läuft dies über die Totalisierung eines Gesellschaftsmodells durch die Sakralisierung von Politik, bei Fuller über das denkende Erschließen synergetischer Funktionsweisen und die daraus erschlossenen Verfahren und Technologien. Gemeinsam ist diesen beiden Modi der Perfektibili-

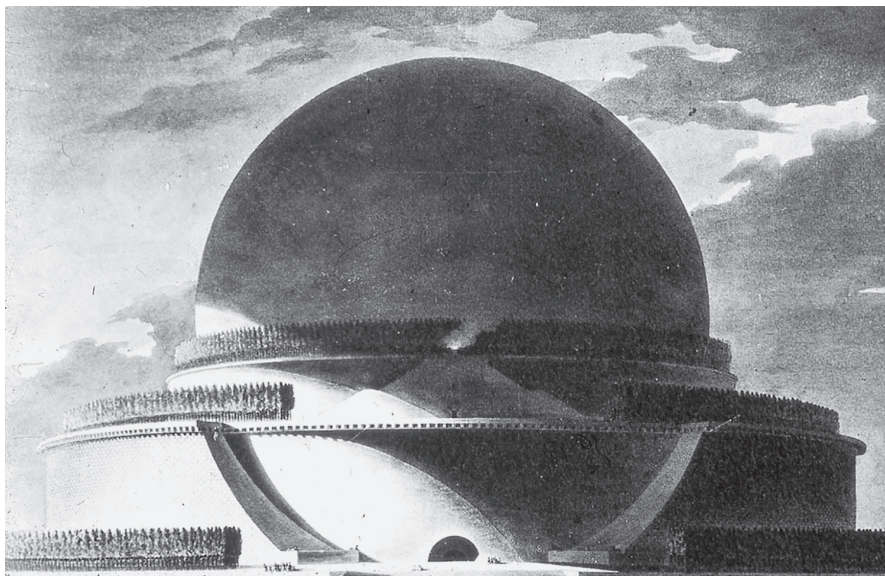


Abb. 2: Étienne-Louis Boullée: Newton-Kenotaph (Nachtansicht mit Mondbeleuchtung), 1784

tät auch der Glaube, die Wahrheit zu kennen und diese in einem *System* auszumachen. In eben diesem systemischen Ansatz verbinden sich Totalität und Synergie. Das strukturelle Abbild dieser in sich geschlossenen Systeme ist in beiden Fällen die Kugel. Bei Fuller setzt sich dies bis ins Modell des Denkens fort: „Alle Wege des Systems müssen topologisch und kreisförmig aufeinander bezogen sein, damit begrifflich definiertes, lokal transformierbares, polyedrisches Verständnis in unseren spontanen – ergo ökonomischsten – geodätisch strukturierten Gedanken erzielt werden kann.“⁴

Mit der Figur von Kreis und Kugel als vollendete Gestalt ist seit Jahrtausenden eine Konstante mythisch-religiösen Denkens verbunden – dies ist eine weitere Parallele zum Begriff der Synergie. Die Jakobiner greifen sie für ihre Variante politischer Religion wieder auf. Der Kugelbau wurde als radikale Verkörperung von Vollkommenheit, kosmischer Universalität und allseitiger Symmetrie in die jakobinische Bildsprache für die Kulte revolutionärer Volkssouveränität übernommen. Entwürfe

⁴ R[ichard] Buckminster Fuller: „Allgemeine Systemtheorie“, in: *Bedienungsanleitung für das Raumschiff Erde* (Anm. 2), S. 40. Fullers vorausgehende Überlegungen zu Synergie als Konstruktionsprinzip in komplexen Systemen und die daraus abgeleiteten „energetisch-synergetischen Geometrien“, die Tensegrity-Prinzipien, auf denen geodätische Konstruktionen beruhen, 1975/79 in Zusammenarbeit mit Edgar Jarratt Applewhite in dem zweibändigen Werk *Synergetics. Explorations in the The Geometry of Thinking* systematisch dargelegt, werden hier zugunsten von deren Universalisierung als holistisches Denksystem vernachlässigt. Zu den Grundlagen von Fullers Synergetics vgl. den Beitrag von Joachim Krause in diesem Band.

für Tempel der Gleichheit, der Vernunft und ähnlichem jakobinischem Gottersatz, aber auch die Entwürfe für die Versammlungsbauten des Volkes imaginieren die Volkssouveränität in Kugelform.

Der Abbé Emmanuel-Joseph Sieyès fand in seinem Pamphlet *Was ist der dritte Stand?* aus dem Revolutionsjahr 1789 für diese Analogie zwischen Volkssouveränität und Geometrie eine treffende Formulierung, die einen Eindruck vom hohen Grad bildhaften Denkens vermittelt, der damals die politische Kultur und ihre Debatten prägte: „Ich stelle mir das Gesetz als Mittelpunkt einer großen Kugel vor: Alle Bürger [...] befinden sich in gleichem Abstand auf der Oberfläche [...]. Alle hängen gleichermaßen vom Gesetz ab, alle stellen ihre Freiheit und ihr Eigentum unter seinen Schutz. Das nenne ich die gemeinsamen Rechte der Bürger, durch die sie alle gleich sind“.⁵

Nun Fuller: „Fasst man die Welt erst einmal als eine Kugel und als endlich auf, gibt es keine unendliche Anzahl variierender Möglichkeiten mehr, die sich jeweils als die Launen von Göttern identifizieren lassen.“⁶ Das klingt recht jakobinisch nach einer Abwehr von Religion. Für Fuller belegt die Denkfigur der Kugel die willkommene Abkehr vom Denken einer offenen Welt, die für ihn mit der antiken Vorstellung einer „Unendlichkeit von Göttern“ einherging, welche diese Welt kontrollierten.⁷ Ein geschlossenes Weltsystem dagegen impliziert den Ausschluss des Übernatürlichen und die Möglichkeit von Verifikation und Kontrolle. Hier liegen weitere Möglichkeiten der Analogie zum jakobinischen Gesellschaftsmodell, das sich idealiter in der Kugel figuriert.

Für Boullée, der die Kugel in die Architektursemantik überführte, war die Kugel eine Form, „die alle Eigenschaften der Körper in sich vereinigt.“⁸ Boullée wie Fuller sehen in ihrer perfekten geometrischen Form das Grundelement der Natur. Aus der Kugel als unendlichem Polyeder leitete sich außerdem für Boullée „aus der perfektesten Symmetrie [...] die unendlichste Vielfalt ab.“⁹ Aus der Mathematik der Körper¹⁰ erschließt sich also für die Kugel, unabhängig von einer Gestaltähnlichkeit mit der immerhin doch unregelmäßig geformten Erdkugel, die Metapher für eine Totalität, die nirgends verankert ist, ohne Oben und Unten, ohne Hierarchie und ohne Schwerpunkt. Ein Körper der Körperlosigkeit, der Immaterialität, Bild einer Abstraktion und als solches einer Transzendenz jenseits systeminterner Differenz oder himmlischer Autorität.

5 Emmanuel-Joseph Sieyès: *Qu'est-ce que le tiers état?* (1789), dt.: *Was ist der dritte Stand?*, hg. von Rolf Hellmut Foerster, Frankfurt am Main: Insel 1968, S. 136

6 R[ichard] Buckminster Fuller: *Konkrete Utopie. Die Krise der Menschheit und ihre Chance zu überleben*, Düsseldorf/Wien: Econ 1974, S. 133.

7 Ebd.

8 Étienne-Louis Boullée: *Architektur. Abhandlung über die Kunst*, hg. von Beat Wyss, Einführung und Kommentar von Adolf Max Vogt, übers. von Hanna Böck, München: Artemis 1987, S. 56.

9 Ebd., S. 57.

10 Die Mathematik der Körper ist bereits in der altgriechischen Philosophie zentraler Ausgangspunkt für die Metaphorisierung der Kugel, vgl. Otto Brendel: „Symbolik der Kugel. Archaeologischer Beitrag zur Geschichte der älteren griechischen Philosophie“, in: *Mitteilungen des Deutschen Archaeologischen Instituts, Roemische Abteilung* 51 (1936) 1–2, S. 1–95.

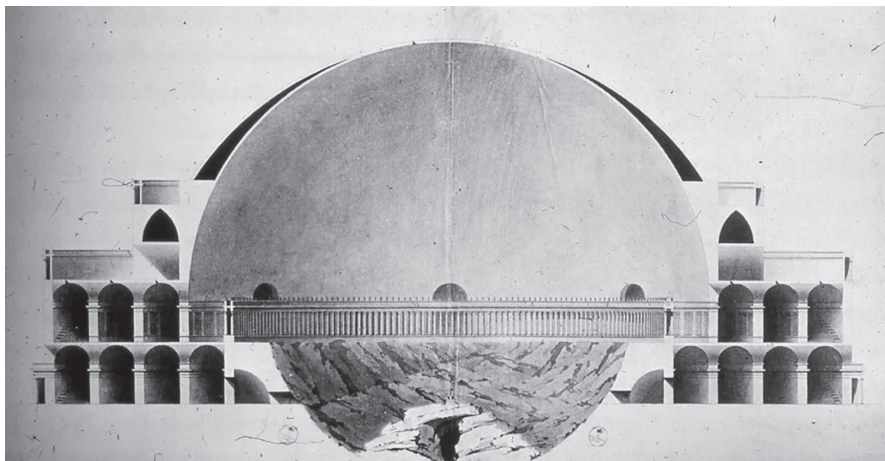


Abb. 3: Étienne-Louis Boullée: Tempel der Vernunft oder der Natur, ca. 1793

Die Kugel erscheint als die Phantasie eines Einsseins ohne ein Anderes. So wird sie die Metapher der Volkssouveränität selbst, gedacht als Totalität ohne Hierarchie und ohne innere Differenz. Sie signalisiert, dass das Volk als Souverän ohne die Notwendigkeit einer externen Autorisierung zur Macht auszukommen vermag, seine Herrschaft also aus sich selbst generiert (Abb. 3).

Die Kugel als – im Entwurf imaginiertes – architektonischer Raum schien den perfekten Erfahrungsraum für etwas zu bilden, das bisher noch keine visuelle Repräsentation in einem symbolischen Körper der Einheit gefunden hatte: Die Vielheit der das politische Kollektiv ‚Volk‘ bildenden männlichen Subjekte, denn sie repräsentierte ja im mathematischen Sinne die vollkommene Einheit einer Vielheit – im Übrigen eine treffende Umschreibung von Synergie. In den Kugelbau-Entwürfen der Französischen Revolution, in der Architekturvision der Kugel, ist also die Vorstellung des vom Volk oder seinen Vertretern betretbaren, erfahrbaren Kultraums, der die der Kulthandlung Beiwohnenden und die ‚Priester‘ dieses Kultes (Abgeordnete zum Beispiel) gleichermaßen umhüllt, verbunden mit dem Bildzeichen der Totalität. Die Suggestion der Anschauung ist verknüpft mit jener der räumlichen Erfahrbarkeit.

Die Kugel findet zwar Aufnahme in die politische Ikonographie der Französischen Revolution als eine Figur, welche die Einheitsphantasmen der Volksherrschaft raumbildlich um- und beschreibt; allerdings gibt sie gleichzeitig das strukturelle Repräsentationsproblem für ein *Zentrum* dieser Herrschaft preis: ihre buchstäblich leere Mitte. So zeigen die Innenräume der Kugelbauentwürfe der Revolution denn auch ein reichhaltiges, ziemlich hybrides Repertoire von Zeichen, welches diese Leere ausstaffieren sollte. Dieses Repertoire zeichnete sich durch eine ausgeprägte Polarisierung der Geschlechterbilder aus. Gerade jene Signifikationsprozesse, die sich auf die Einheit der Nation richteten, kamen offenbar ohne eine

dualistische Semantik der Geschlechterdifferenz nicht aus. So entstand eine merkwürdige Spannung zwischen der Fülle von Zeichen aus unterschiedlichsten Zusammenhängen, die im Innenraum montiert wurden, und der auf Einheit gerichteten Radikalisierung der Form im streng stereometrischen Baukörper. Ich verstehe diese Spannung als Erscheinungsform des ungelösten Widerspruchs zwischen Totalitätsphantasien und den Partikularitäten kultureller und gesellschaftlicher Verfasstheit: Die Kugel ist gleichsam das Signet der an diesem Widerspruch gescheiterten Planungsstrategie der Jakobiner.

Das Wort „Planungsstrategie“ wiederum ist eine Leihgabe aus Fullers *Konkreter Utopie*. Es verweist auf die anfangs genannte Gemeinsamkeit von Jakobinern und Fuller: die Annahme der Perfektibilität von Welt, die gerade jene Utopien gefährlich macht, welche davon ausgehen, *realisierbar*, also planbar zu sein – „to prospect for total society.“¹¹

Im Rahmen eines „World Planning“ bedarf es laut Fuller einer „comprehensive anticipatory [...] design solution of the comprehensive family of economic, technical and scientific factors governing such a world-planning program.“¹² Als Schulungsmodell und zugleich Symbol schlägt er 1963 eine an Masten zweihundert Fuß über dem Erdboden aufgehängte Mini-Erdkugel mit zweihundert Fuß Durchmesser nach dem Muster seiner geodätischen Kugelbauten vor.

Ivan Leonidovs Entwurf für ein Lenin-Institut in Moskau von 1927 (Abb. 4) kann als eine sowjetische Version des Zusammenspiels von Kugel und „World Planning“ gelesen werden. Heute erscheint er wie eine technologisch hochmoderne Reflexion Boulléescher Visionen für die Bauten imaginärer Staatsgebilde. Allerdings speist sich Leonidovs Baurhetorik nicht aus der Kenntnis Boullées, sondern aus den aktuelleren Quellen von Suprematismus und Konstruktivismus. Thema seines Entwurfs war laut Begleittext das Lenin-Institut als kollektives Wissenszentrum der UdSSR.¹³

Symbolische, sich ergänzende Bezugspunkte waren das Kollektiv, das Wissen und die Zentralität, in der diese zusammengeführt werden sollten. Das zentrale Zeichen ist eine Glaskugel (im Modell hergestellt aus einer Glühbirne), die an einem Gerüst verspannt ist. Kugel und Gerüst teilen sich eine kreisrunde Plattform, an welche im rechten Winkel zwei schmale Flachbauten ‚andocken‘. Meine Beschreibungsmetaphorik aus der Raumfahrt entspricht durchaus den Intentionen suprematistisch-konstruktivistischer Architektursprache jener Jahre. Angeregt von Kazimir Malevič / Kasimir Malewitsch bewegte sie sich in ihren Träumen von frei im Raum schwebenden und fliegenden Städten durchaus im Bereich des Kosmischen.¹⁴ Der Plan sah in den Flachbauten eine riesige Bibliothek mit neuesten

11 R[ichard] Buckminster Fuller: „Design for Survival – Plus“, in: James Meller (Hg.): *The Buckminster Fuller Reader*, London 1970, S. 259–272, hier S. 264.

12 Ders.: „World Planning“, in: ders.: *The Buckminster Fuller Reader* (Anm. 11), S. 362–368, hier S. 363.

13 Vgl. Andrei Gozak/Andrei Leonidov: *Ivan Leonidov – The Complete Works*, New York, NY: Rizzoli 1988, S. 120.

14 Vgl. Selim O. Khan-Magomedow: *Pioniere der sowjetischen Architektur. Der Weg zur neuen sowjetischen Architektur in den zwanziger und zu Beginn der dreißiger Jahre*, Dresden: VEB Verlag der

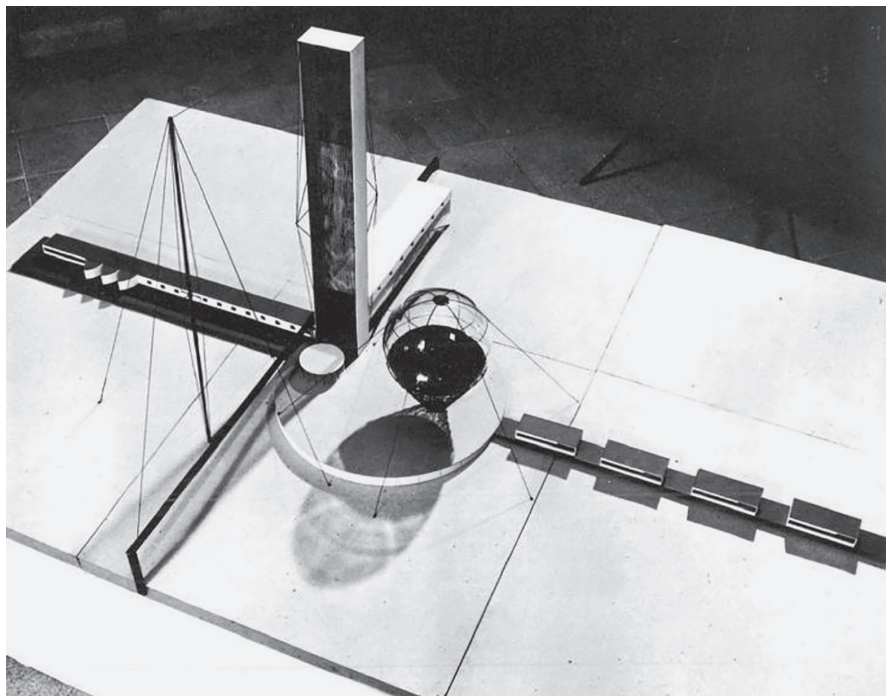


Abb. 4: Ivan Leonidov: Entwurf für eine Lenin-Bibliothek in Moskau (Architekturmodell), 1927

Buchtransportsystemen sowie Forschungsinstitute vor, die via Telefon und Radio miteinander vernetzt sein sollten. Die Kugel sollte als Planetarium, von Leonidov als „wissenschaftlich-optisches Theater“¹⁵ bezeichnet, als Auditorium und als Massenversammlungsraum genutzt werden. Nutzung und Baumetaphorik verschränken sich in einer Weise, welche die simple Abfolge einer Funktion, der die Form folgt, außer Kraft setzt. Die sich versammelnden Massen und der massenhafte Blick in den Kosmos im Planetarium scheinen sich als Funktionszuweisungen gar erst aus der Form der Kugel und ihrem Bedeutungsfeld abgeleitet zu haben.

Die Parallelen zu den von Boullées Newton-Kenotaph inspirierten Kugelbau-Entwürfen der jakobinischen Architekten zeigen zudem die Analogien zwischen der jakobinischen Volksherrschaft und dem 1927 gerade noch *prä*-stalinistischen

Kunst 1983, S. 283, 284. Zu Malewitschs Zahlenmystik, die jene Formen und Raster generierte, die wenig später auch in der Entwurfspraxis der konstruktivistisch-suprematistischen Architekten Bedeutung gewannen, vgl. John Milner: *Kazimir Malevich and the Art of Geometry*, New Haven, CT/London: Yale University Press 1996.

15 Zit. nach Ivan Leonidov: „The Lenin Institute, Nachdruck des Entwurfkommentars mit englischer Übersetzung“, in: Gozak/Leonidov: *Ivan Leonidov* (Anm. 13), S. 44.

Sowjetsystem: Die Massenversammlungsorte und Hoheitsräume des herrschenden Volkes im Zeichen der Egalität werden in beiden Systemen mit Vorliebe als Sphärenbauten imaginiert. Die Kugel repräsentiert dann nicht nur die Egalität, sondern sie scheint auf als Erfahrungs- und Partizipationsraum dieser Gleichheit – sie bildet das Theater, auf dem diese gleichzeitig dargestellt und erfahrbar wird. Schauspieler, Dargestellte und Zuschauer werden identisch, eine selbstreferenzielle Struktur, die dem politischen Kult der Moderne eigen ist.

Das wäre der mediale, konsenspolitische Aspekt der Kugel als Modell, Metapher und Erfahrungsraum, die bildlich-strukturelle Analogie der Imagination von Planung und Konstruktion des neuen Staats- und Gesellschaftssystems. Volkssouveränität verband sich mit dem Verlangen, die Gleichheit der Menschen in einem kapillar kontrollierten Staatswesen zu verwirklichen, in der Annahme, dass die Vervollkommnung des Menschen damit zwangsläufig einherginge. Die Leere im Inneren dieser antihierarchischen Kugel wurde dann recht schnell von Napoleon respektive Stalin autoritär gefüllt; die Kugel selbst wurde, wie sich mit den nächsten Beispielen zeigen wird, durch eine autoritäre Architekturmetaphorik von Turm und pseudo-klassizistischem Gigantismus ersetzt.

Die totalitären ‚Volks‘-Herrschaften der 1920er und 1930er Jahre greifen gerade nicht zu diesem Bild harmonischer Geschlossenheit und hierarchiefreier Perfektibilität. Ein vergleichender Blick auf die unterschiedlichen Lösungen, welche die Massengesellschaften jener Jahre hervorbrachten, ist aufschlussreich. Das gemeinsame Signum der so genannten Totalitarismen ist, wie diese Unterschiede zeigen, meines Erachtens die Massengesellschaft. Der Totalitarismus dagegen ist vielmehr das Symptom für jene Krise, die mit dem Niedergang der Monarchien und Kolonialimperien nach dem Ersten Weltkrieg verbunden ist und welche die Massengesellschaft erst Realität werden ließ. Aus dieser Krise der bisherigen Herrschaftsstrukturen gingen nach der Revolution in Russland, labilen Demokratieversuchen in Spanien und Deutschland sowie dem schwachen italienischen Parlamentarismus zwei Systemvarianten der Volksherrschaft hervor: der Faschismus und der Stalinismus. Während die Realität der Massengesellschaften ohne eine anerkannte zentrale Autorität, wie dies zuvor die Monarchie gewesen war, gleichsam dereguliert dem Chaos anheim zu fallen schien, waren die neuen Systemvarianten in der Lage, diese zu kontrollieren und zu beherrschen. Dieses neue Phänomen zeitigte nicht nur in Europa totalisierende Folgen, sondern auch in der Massendemokratie par excellence, den USA unter Roosevelt, wo Versuche unternommen wurden, den wirtschaftlichen und sozialen Folgen der Großen Depression mit Gesetzgebung und staatlich koordinierten Maßnahmen im Rahmen des *New Deal* gegenzusteuern sowie dies mit einer entsprechenden Programmatik zu begleiten.¹⁶

16 Offensichtliche Symptome dieser Ideologie sind zum Einen die neoklassizistische Ästhetik der Riesenordnung an den Ministerialgebäuden des *Federal Triangle* in Washington, zum Anderen die ‚linke‘ Ästhetik der Monumentalmalereien in öffentlichen Gebäuden, welche die Works Progress Administration (WPA) in Auftrag gab. Damit vereinte die Roosevelt-Regierung gleich beide Versionen der in den 1930er Jahren gängigen Inszenierungsstile totalitärer Staaten: den konservativen



Abb. 5: Perisphere und Trylon, New York World's Fair 1939

Die architektonischen Zeichen dieser Systeme unterscheiden sich jedoch ganz wesentlich. Als 1939 die New York World's Fair eröffnet wurde, deren Zentrum von einem Kugelbau mit dem Namen *Perisphere* markiert wurde (Abb. 5), erschien kurz darauf ein Artikel von Hans Sedlmayr: *Die Kugel als Gebäude, oder: Das Bodenlose*,¹⁷ dessen Anlass eben dieser Bau war: „Solches Zusammentreffen kann nicht zufällig sein. Es ist zu vermuten, dass ein innerer Zusammenhang zwischen der Idee des Kugelgebäudes und dem ‚bodenlosen‘ Geist jener Revolutionen besteht, die es erst seit der Französischen gibt.“¹⁸ So ist ihm auch der Entwurf von

und den progressiven. Vgl. für die Malerei: Roger G. Kennedy/David Larkin: *When Art Worked: The New Deal, Art, and Democracy*, New York, NY: Rizzoli 2009.

17 Hans Sedlmayr: „Die Kugel als Gebäude, oder: Das Bodenlose“, in: Hubertus Schrade (Hg.): *Das Werk des Künstlers. Kunstgeschichtliche Zeitschrift* 1 (1939/1940), S. 279–310. Es sei hier außerdem auf seine Fortsetzung dieser Polemik nach 1945 mit seinem berühmten Buch *Verlust der Mitte. Die bildende Kunst des 19. und 20. Jahrhunderts als Symptom und Symbol der Zeit*, Salzburg/Wien: Otto Müller Verlag 1948, hingewiesen.

18 Ebd., zit. nach dem Wiederabdruck in: Klaus Jan Philipp (Hg.): *Revolutionsarchitektur. Klassische Beiträge zu einer unklassischen Architektur*, Braunschweig/Wiesbaden: Vieweg & Sohn 1990, S. 125–154, hier S. 126.

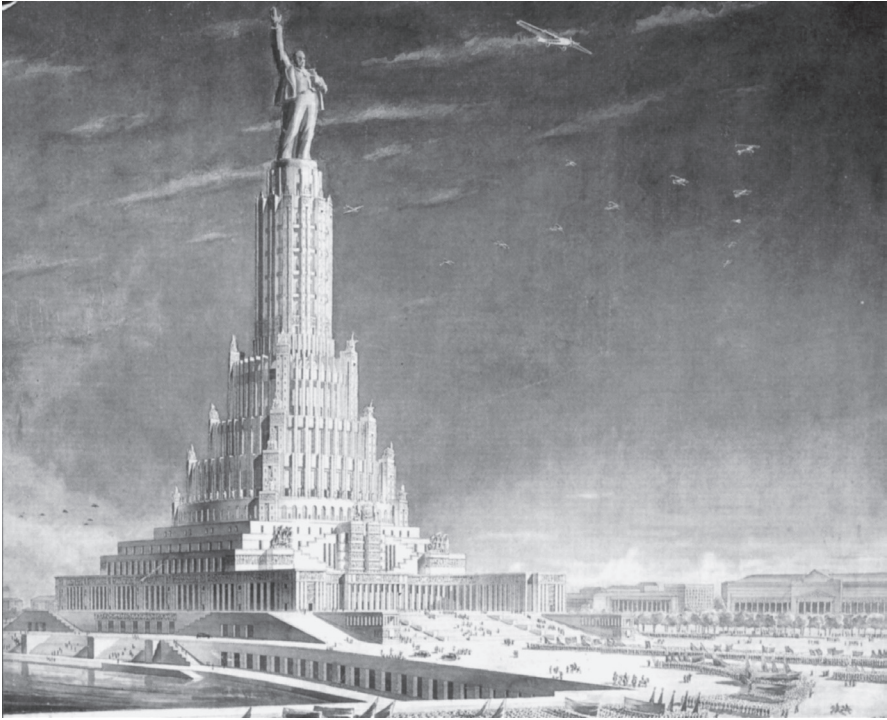


Abb. 6: 420 m hoher „Palast der Sowjets“ (überarbeiteter Entwurf), Architekturwettbewerb 1933

Leonidov „unfreiwilliges und deshalb umso schauerlicheres Symbol für den Geist, der die Erde verneint.“¹⁹

Für Sedlmayr ist der Kugelbau ein Symptom für eine Krankheit, die er im bodenlosen Geist von politischen Systemen wie der Französischen Revolution und dem „bolschewistischen“²⁰ Russland sieht: Die Leugnung der Erdbundenheit der Architektur durch die geometrische Abstraktion. Die Gegenbewegung ist das neoklassische Bauen; als deren Anführer sieht er Deutschland in dem „Versuch, das abstrakte Bauen zu überwinden, indem man ‚Ordnungen‘ beschwört, die die Erde als Standfläche und den Mensch als Maß der Dinge“ anerkennen.²¹ Was Sedlmayr ignoriert, ist die Tatsache, dass sich die inzwischen stalinistische UdSSR nicht im Kugelbau als Ausweis einer egalitären Volkssouveränität repräsentiert sieht, sondern im (ungebaut gebliebenen) Sowjetpalast in Form eines gewaltigen Turms, der als Sockel für eine gigantische Lenin-Figur dient (Abb. 6). Die UdSSR stellt also

¹⁹ Ebd., S. 148.

²⁰ Ebd., S. 126.

²¹ Ebd., S. 152.

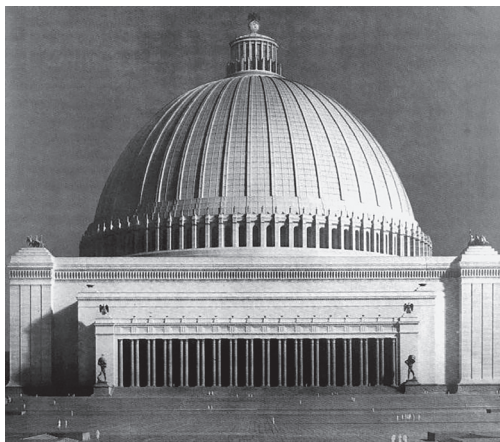


Abb. 7: Albert Speer: Große Halle
(Modellansicht der Kuppelhalle)

nicht die Gleichheit der Bürger vor dem Gesetz heraus, sondern das Prinzip des Führertums.

Zur gleichen Zeit hat Albert Speer in Berlin seine Planung für die Ost-West-Achse der Reichshauptstadt Berlin vorangetrieben, deren monumentalstes Gebäude die „Große Halle“ sein soll, bekrönt von einer Kuppel. Diese ist zwar als Halbkugel ein formales Derivat der Kugel (Abb. 7), aber anders als die *Perisphere* in New York ist sie nicht glatt und damit allseitig gleich, sondern, mit aufsteigenden Rippen und einem Tambour mit Reichsadler bekrönt, extrem hierarchisiert. Sie folgt hierin dem Muster des Petersdoms in Rom (Abb. 8), wo die aufsteigende Hierarchie der gerippten Kuppel und ihrer Bekrönung auf die transzendente Autorität Gottes verweist.

Während die *Perisphere* als glatte Kugel konzipiert ist (in Sedlmayrs Worten also abstrahiert) und so in einer radikal unhierarchischen Bauform die Prinzipien der Demokratie versinnbildlichen soll (in ihrem Inneren wird eine multimediale Inszenierung der modernen, autogerechten Metropole mit dem passend wortspielerischen Titel *Democracy* gezeigt), zeigen sich die UdSSR und Nazideutschland mit den Visionen einer ‚sprechenden‘ Architektur, deren Formen (Turm, Führerfigur, Dom) ihre Systeme nicht als gleichsam selbstregulierende, egalitäre Volkssouveränität, sondern als hierarchische Totalitäten mit zentraler, dem Volk übergeordneter Autorität repräsentieren.

Die glatte Kugel der *Perisphere* kann die Utopie der USA – oder ist es bereits ihr Selbstbild? – als modernes, selbstregulierendes, demokratisches System nur repräsentieren, indem sie in ihrer radikal allsymmetrischen Form die Machtverhältnisse ausblendet. Wo die Machtdynamiken liegen, zeigt denn auch die Weltausstellung selbst, in der die Industriepavillons gegenüber den Nationenpavillons in Größe, Eventcharakter und technologischem Innovationspektakel entschieden dominieren.



Abb. 8: Petersdom in Rom

Die hierarchischen Bauformen in NS-Deutschland und der UdSSR zeigen also einen autoritären Herrschaftsapparat mit totalitärem Anspruch, d.h. dem Anspruch, die Verhältnisse, Lebenswelten und letztlich die Legitimation der Individuen, überhaupt leben zu dürfen, zentral von einer übergeordneten Instanz aus zu regulieren. Die ganze glatte Kugel dagegen, wie sie von den Jakobinern erträumt und von den USA erstmals gebaut wurde, präsentiert den Staat zwar als egalitäres, selbstregulierendes System, leugnet jedoch die Machtverhältnisse im Staat. Daraus folgt die Frage, *ob es überhaupt möglich ist, den Faktor der Macht in ein synergetisch gedachtes System zu integrieren*. Ich komme darauf zurück.

Mit den geodätischen Sphärenbauten auf den Weltausstellungen der 1960er Jahre, darunter auch Fullers Pavillon der Vereinigten Staaten auf der Expo 67 in Montreal, wechselt die Karriere der Kugel vom Modus des politischen Imaginären in den globaler medientechnologischer Vernetzung. Der deutsche Pavillon in Osaka 1970, konzipiert und bespielt von Karl-Heinz Stockhausen, gibt davon einen Vorgeschmack: eine geodätische Kugel, rundum ausgerüstet mit 650 Einzellautsprechern und mit Scheinwerfern an jedem Kreuzungspunkt der Netzgitter-Konstruktion. Alle waren elektronisch in alle Richtungen steuerbar. Das Netz der Lichtquellen ergab in dem total geschlossenen Raum das Bild eines nächtlichen Sternenhimmels, der an jenen Effekt gemahnte, den Boullée mit seiner Nachtversion des Newton-Kenotaphs erzeugen wollte (Abb. 9, 10).

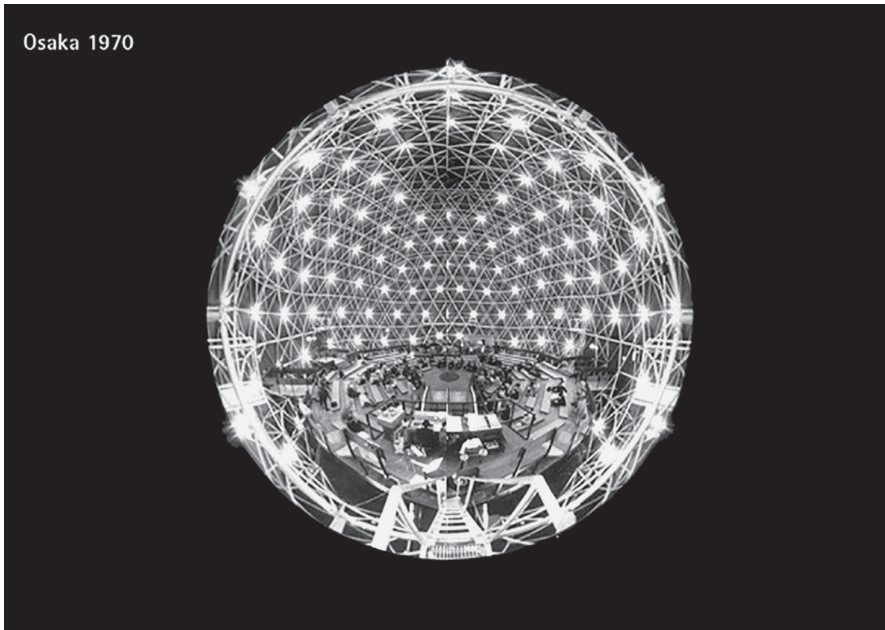


Abb. 9: Deutscher Pavillon (innen), Weltausstellung Osaka 1970

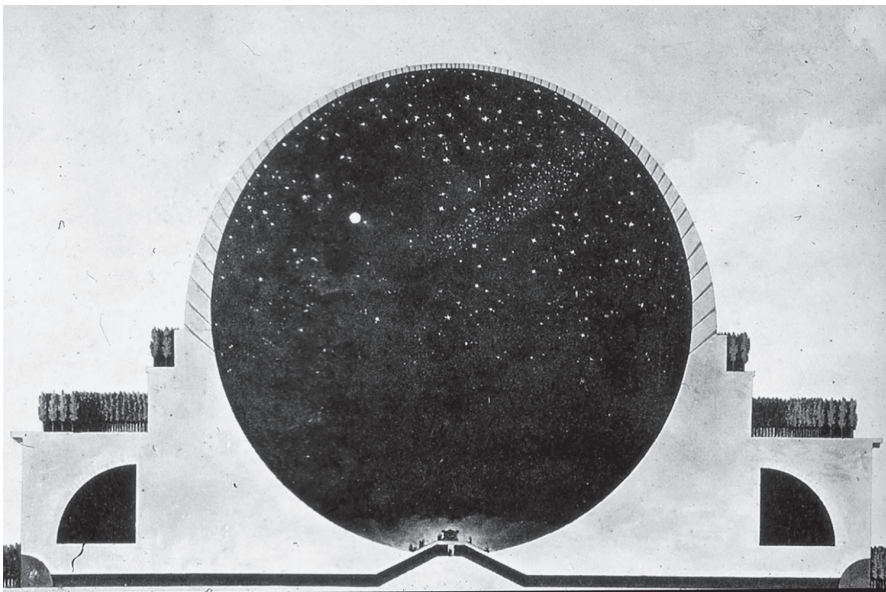


Abb. 10: Étienne-Louis Boullée: Newton-Kenotaph (Schnitt mit Nachtversion innen)

Allerdings saßen hier die Zuhörer/Zuschauer mitten drin, teilten also gleichsam den Raum mit den Sternen, statt den Himmel von der ‚sicheren‘ Erde aus zu betrachten. Stockhausens Utopie lautete: „Befänden sich in jeder größeren Stadt solche Räume, so bekäme auch das gemeinschaftliche Hören in Musikhallen, im Gegensatz zum Radiohören, wieder einen neuen Sinn.“²² Räumliche wie wahrnehmungstechnologische Totalität, Gemeinschaftlichkeit und Dauer machten aus den Möglichkeiten elektronischer Musik, gehört in einer Kugel, eine soziale Vision. Das raum-klangliche und technologische Konzept für diese Wahrnehmungssituation ist eng verknüpft mit Stockhausens auf Universalität zielender Programmatik. Weltmusik, universale Musik, Simultaneität, Integration und Überwindung von Zeit und Raum unter dem Dach neuer Kommunikationsmedien, die es „erstmalig möglich [machen], dass diese Welt *eine* Welt wird“²³, sind seine Stichwörter. Er spricht vom Anfang des Universalismus und davon, dass wir „immer mehr eine einzige Familie“ werden.²⁴

„Einheit und Unteilbarkeit“ war eines der Kultabstrakta der Französischen Revolution gewesen,²⁵ mit denen die jakobinischen Konsensstrategen gesellschaftliche Harmonie jenseits von Interessen- und Machtkonflikten sowie eine wehrhafte Grenze gegenüber dem äußeren Feind zu sichern suchten. In den modernen, transnationalen Phantasien zum globalen Dorf bleibt der äußere Feind unerwähnt, besser, er findet in ihnen keine Bleibe mehr, denn nun geht es um eine Einheit ohne äußere Grenzen. Diese Phantasie scheint ihre Materialisierung in den Medien selbst und ihren Qualitätsmerkmalen zu finden, wobei diese Analogie so ‚dicht‘ imaginiert wird, dass die Metapher zur Natur der Sache selbst wird.

Mit dem Computerzeitalter verändern sich auch die Systemmetaphern. Die Metapher vom Netzwerk evoziert andere Bilder von Totalität als die der Kugel. Dennoch gibt es Parallelen zu den Visionen des Newtonschen Zeitalters. Wenn Fuller und Marshall McLuhan von der „global city“ sprechen, oder eine globale, post-euklidische Stadt imaginieren, die per Computer montiert wird, so scheint in dieser ‚Globalität‘ doch noch das Muster einer zentrierenden Kugelgestalt durch. Das Denken in Netzwerken hat in der Geschichte der Architektur eine schnell vergessene Vorgeschichte, wie Mark Wigley gezeigt hat.²⁶ Fuller vertrat mit McLuhan bereits 1963 auf dem ersten Delos-Symposium die Ansicht, dass die Idee

22 Karlheinz Stockhausen: „Osaka-Projekt. Kugelauditorium EXPO 70“, in: ders.: *Texte zur Musik 1963–1970*, Bd. 3, Köln 1971, S. 153–155.

23 Ebd. S. 83.

24 Ebd.

25 Konkretes Beispiel für den Kult um diese Abstrakta ist die von Jacques-Louis David organisierte und inszenierte *Fête de l'Unité et de l'Indivisibilité de la République* in Paris am 10. August 1793. Vgl. Mona Ozouf: *La Fête révolutionnaire, 1789–1799*, Paris: Gallimard 1976.

26 Mark Wigley: „Network Fever“, in: *Grey Room* 04 (Summer 2001), S. 82–122. Die erste Übertragung in die Architektur findet sich nach ersten Ansätzen in den städteplanerischen Utopien eines Le Corbusier bei Buckminster Fuller, für Wigley die Brückenfigur zwischen den zwanziger Jahren und dem Internet. Vgl. ebd., S. 112. In diesem Artikel konzentriert Wigley sich auf die sechziger Jahre und das Zusammentreffen von Fuller und McLuhan bei den Delos-Symposien zwischen 1963 und 1975, organisiert vom Architekten und Städteplaner Konstantinos A. Doxiadis.

permanenter Siedlungen im Zeitalter der Hypermobilität und Computertechnologie obsolet sei; an die Stelle physischer Infrastruktur müssten atomisierte, nomadische Systeme treten. Damals wollten die teilnehmenden Architekten und Stadtplaner, die versuchten, Zukunftsvisionen für die Welt zu entwickeln, der Radikalität der Idee, dass physische Konfigurationen bereits redundant wären,²⁷ nicht recht folgen, schließlich hätte sie dies um ihren Beruf gebracht. Inzwischen sind die Metaphern des Nomadischen, Anarchischen, Flüssigen, mit denen das Informationszeitalter sinnfällig gemacht wurde, gängige Münze. Die Kritik an diesem Diskurs hat ihrerseits spätestens seit Beginn der 1990er Jahre eingesetzt,²⁸ aber die Architekten tun, was sie können, um diese Ansätze über die nun praktikable und nicht mehr utopische digitale Entwurfspraxis des Morphing²⁹ in das Bauen zu integrieren und damit den Widerspruch zwischen baulicher Statik und informationstechnologischer Fluidität, zwischen Materialität des Baus und Immaterialität der Technologie, zwischen räumlicher Fixierung und der Dimension einer Veränderung in der Zeit zu überwinden.

Beim Delos-Symposium 1966 findet die These von Margaret Mead, Fuller und McLuhan, dass Kommunikationsnetzwerke eine einzige planetarische Gesellschaft hervorgebracht hätten, allgemeine Zustimmung.³⁰ Dieses Planetarische, das auch Stockhausens Expo-Pavillon geprägt hatte, erinnert noch, so sehr es von der Vorstellung eines elektronischen Kommunikationsnetzwerks hervorgebracht wurde, an das Bild des vom internationalen Telefonnetz umspannten Globus (Abb. 11), das Le Corbusier in den zwanziger Jahren für *L'Esprit Nouveau* archiviert hatte.³¹

Vor dem Hintergrund der Vielfalt digitaler Netzwerkpraktiken seit den 1990er Jahren hingegen schien sich diese Verschmelzung von Zentralität und Vernetzung verflüchtigt zu haben; Netztopologien wurden moralisch wie architektonisch gegen zentralisierte, hierarchische Strukturen von Bürokratie und Kontrolle positioniert.³²

27 Ebd., S. 112–113.

28 Vgl. z. B. Gretchen Bender/Timothy Druckery (Hg.): *Culture on the Brink*, Seattle, WA: Bay Press 1994. Simon Penny (Hg.): *Critical Issues in Electronic Media*, Albany, NY: State University of New York Press 1995. N[ancy] Katherine Hayles: „Virtual Bodies and Flickering Signifiers“, in: *October* 66 (Fall 1993), S. 69–91. Dies.: „The Materiality of Informatics“, in: *Configurations* 1.1 (1993), S. 147–170. Für die Architekturdiskussion ist die Zeitschrift *Grey Room* seit 2000 eine wichtige Plattform geworden. Erwähnt sei noch der Band *The Virtual Dimension. Architecture, Representation, and Crash Culture*, hg. von John Beckmann, New York, NY: Princeton Architectural Press 1998, der affirmative wie kritische Positionen versammelt.

29 Morphing ist ein digitales Verfahren aus dem Animationsfilm, das eine Form nahtlos in eine andere überführt und das mit dem Computer-Aided-Design (CAD)-Verfahren auch in die Entwurfspraxis der Architekten/innen Eingang gefunden hat. Die sogenannte Blob-Architektur ist auf der Grundlage dieses Verfahrens entwickelt worden. Vgl. dazu auch von Falkenhausen: *Kugelbauvisionen* (Anm. 3), S. 161–168.

30 Vgl. Wigley: „Network Fever“ (Anm. 26).

31 Vgl. ebd., S. 99.

32 Vgl. Alexander R. Galloway und Eugene Thacker, die meinen, dass das ‚Netzwerk-Fieber‘ delirante Tendenzen habe; es sei eine allgemeine Bereitschaft zu beobachten, Politik zu ignorieren, die in der ‚Black Box‘ der Technologie maskiert werde. Alexander R. Galloway/Eugene Thacker: *The Exploit. A Theory of Networks*, Minneapolis, MN: University of Minnesota Press 2007, S. 7.

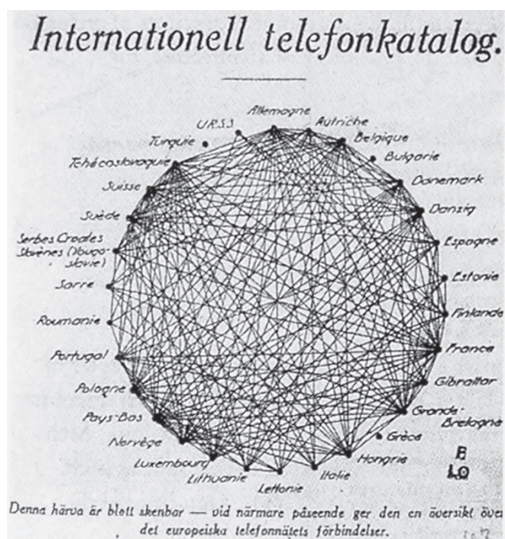


Abb. 11: Grafische Darstellung des Internationalen Telefonnetzes, archiviert von Le Corbusier in den 1920er Jahren



Abb. 12: Titelblatt des *Network-Centric Warfare Primer*, 2004

Dass die ersten digitalen Netzwerke für das Militär entwickelt wurden³³ und dass das Pentagon für [sic] die hierarchielosen Organisationsformen ‚militanter‘ Netzwerke Antworten sucht und findet, schien diese Vorstellungen einer Widerständigkeit digitaler Kommunikation nicht ihrer Faszination zu berauben. Heute, angesichts des NSA-Überwachungsskandals, ist die zentralisierende Seite digitaler Kontrolltechnologien wieder in den Fokus geraten. Wie ein Bild für das militärische Zusammendenken von Netzwerk und Hierarchie aussehen kann, zeigt das Titelblatt des *Network-Centric Warfare Primer* (Abb. 12), der 2003 vom Office of Force Transformation des United States Department of Defense herausgegeben wurde. Es zeigt eine plurizentrale Netzwerkstruktur, in die schwere Waffen und digital hochgerüstete Soldaten in perspektivisch verkürzten Kreisen eingelassen sind.

Angeregt von den Post-9/11-Entwicklungen in der militärischen Doktrin zur Anti-Terror-Kriegführung hat Samuel Weber in einem Essay von 2004 „Networks, Netwar, and Narratives“ zusammen gedacht.³⁴ Seine Frage lautet: Welche Semantik der Einheit hält ein Netzwerk zusammen? Netzwerke, horizontal und dezentral

³³ Das Internet wurde aus ARPANET entwickelt, das 1969 vom U.S. Defense Department als Zusammenschluss der Computer von vier Universitäten installiert worden war, vgl. Wigley: „Network Fever“ (Anm. 26), S. 83.

³⁴ Samuel Weber: „Target of Opportunity: Networks, Netwar, and Narratives“, in: *Grey Room* 15 (Spring 2004), S. 6–27.

organisiert, sind räumlich-zeitlich dispersiv und relativ indeterminiert; ihre Grenzen sind qua Struktur schwer zu bezeichnen. Ihnen fehlt ein Zentrum, eine Führung, eine Hierarchie. Im traditionellen militärischen Denken sind dies Defizite, denen jedoch auch Vorteile gegenüber stehen: Wo es kein Zentrum und keine Führung gibt, können diese auch nicht zerstört werden. Wie also können diese Vorteile von Netzwerkstrukturen mit den militärischen Notwendigkeiten von Führung und Lenkung vereint werden? Das Militär scheint an diesem Punkt von der Wirtschaft zu lernen, die für ihre Umsetzung digitaler Globalisierung in unternehmerische Strategien wiederum militärische Begriffe eingeführt hat: die ‚Mission‘, das ‚Target‘. Und in der Tat, das Militär greift nun zu Strategien der Zentralisierung und Fokussierung von Netzwerken, die den ‚Mission Statements‘ der Wirtschaft ähneln: Es sieht die Notwendigkeit von übergreifenden Narrativen, die nun die Führerpersönlichkeit ersetzen und den „dispersed events“³⁵ einen Zusammenhalt geben sollen. An die Stelle des Helden, des Führers, tritt das ‚doctrinal leadership‘, das den Informationsfluss formen soll und jene Geschichte hervorbringt, welche die militärische Doktrin, ihre Strategie und ihre Taktiken *informiert*.

Ich denke, dieses Beispiel zeigt, dass Macht und das Denken in synergetisch-systemischen Planungs-, Konstruktions- wie Vernetzungsprozessen nicht getrennt gesehen werden können, so wie die Einheitsimagines der Französischen Revolution nicht einfach als heroische Vorgeschichte moderner westlicher Freiheit gelesen werden können. Die Kugelmetapher der Jakobiner wie die Netzmetapher des digitalen Zeitalters, welche die dichte Verwebung von totalisierendem Traum und Technologie begleitet, waren und sind getragen von dem Wunsch, Differenzen und Widersprüche zu transzendieren, was dazu führt, sie zu leugnen. Ich kann nicht anders, als misstrauisch zu sein gegenüber einer Synergetik als *Planungsstrategie*, denn sie scheint mir von ‚oben‘ – dem Ganzen – aus gedacht. Doch wer gibt die Systematik des jeweils imaginierten Systems vor, die Prioritäten und Wertsetzungen, welche diese Imaginationen prägen? Mit der Synergie verbindet sich nolens volens die Frage der Macht; die Welt als selbstregulierendes System zu denken und dies als *Planungsansatz* zu nehmen, [sic] birgt meines Erachtens einen grundsätzlichen Widerspruch, der einer Leugnung gesellschaftlicher Realitäten entspringt, an denen sich schon Fullers Utopie die Zähne ausgebissen hat.³⁶ Die Spannung zwischen *think global – act local* lässt sich ebenso wenig auflösen wie jene Differenzen, die sich bis ins kleinste Lokale um die Aushandlung von Interessen bemühen müssen. Ich habe die Kugelmetaphorik als Symptom eines Phantasmas gedacht, das sich gegen die Differenz wendet – letztlich ein Bild sozialer Gewalt: der zwangsläufigen Immersion (medien- und wahrnehmungstechnisch gedacht) und Integration (gesellschaftstechnisch gedacht), unter Ausschluss des jeweils Nicht-Integrierbaren. Die moderne Synergie als utopisches Modell gehört diskurshistorisch zur aufkommenden Massengesellschaft, welche totalisierende Organisationsformen von Ge-

35 Ebd., S. 23. Vgl. auch den bereits erwähnten *Network-Centric Warfare Primer*, dessen Aufmachung einer Publikation der ‚Corporate Culture‘ mit ‚Mission Statements‘ entspricht.

36 Vgl. etwa Fuller: *Konkrete Utopie* (Anm. 6), Kap. 11: Planungsstrategien.

sellschaft als notwendige Konsequenz erscheinen ließ; dies nicht nur in den so genannten totalitären Regimes, sondern auch in den USA. Und ist nicht Fosters Ufo für Apple in mancher Hinsicht eine aktuelle Imago dieses Phänomens? Hinter dieser Synergie steht das Begehren einer Perfektibilität von Welt. Nur: Wer bestimmt, was darunter zu verstehen sei?

Abbildungsnachweis

- Abb. 1: Norman Foster: Apple Zentrale, Cupertino, Entwurf. Foto: Foster and Partners via Bloomberg, aus: *Süddeutsche Zeitung* vom 19./20. Oktober 2013, www.sueddeutsche.de/digital/david-eggert-roman-the-circle-der-gottkonzern-1.1798566 (Stand März 2015).
- Abb. 2: Étienne-Louis Boullée: Newton-Kenotaph, Nachtansicht mit Mondbeleuchtung, 1784, Federzeichnung laviert, 44 x 66 cm, Paris, Bibliothèque nationale, aus: Étienne-Louis Boullée: *Architecture, essai sur l'art* (1953), dt.: *Architektur. Abhandlung über die Kunst*, hg. von Beat Wyss, Einführung und Kommentar von Adolf Max Vogt, übers. von Hanna Böck, München: Verlag für Architektur 1987, Abb. 37, S. 133.
- Abb. 3: Étienne-Louis Boullée: Tempel der Vernunft oder der Natur, Schnitt, ca. 1793, Federzeichnung laviert, 48 x 91 cm, Florenz, Uffizien, aus: Klaus Lankheit: *Unveröffentlichte Zeichnungen von Etienne-Louis Boullée aus den Uffizien*, Basel/Stuttgart: Birkhäuser² 1973, Abb. 8, S. 13.
- Abb. 4: Ivan Leonidov: Entwurf für eine Lenin-Bibliothek in Moskau, Architekturmodell, 1927/1970, aus: Adolf Max Vogt: *Russische und französische Revolutionsarchitektur 1917/1789*, Köln: DuMont 1974, Abb. 28 b, S. 95.
- Abb. 5: New York World's Fair 1939, Ansicht mit Perisphere und Trylon, aus: <http://newswriting.com/wp-content/uploads/2014/04/1939-fair.jpg> (Stand März 2015).
- Abb. 6: Boris M. Iofan/Vladimir A. Ščuko/Vladimir G. Gel'frejch: Überarbeiteter Entwurf für einen 420 m hohen Palast der Sowjets, perspektivische Ansicht, 1933, aus: Harald Bodenschatz/Christiane Post (Hg.): *Städtebau im Schatten Stalins: Die internationale Suche nach der sozialistischen Stadt in der Sowjetunion 1929–1935*, Berlin: Braun 2003, S. 174.
- Abb. 7: Albert Speer: Große Halle, Modellansicht der Kuppelhalle, Fotografie, Privatarchiv Albert Speer, aus: ders.: *Architektur. Arbeiten 1933–1942*, Frankfurt a. M.: Propyläen 1978, S. 77.
- Abb. 8: Petersdom in Rom, Foto: Wolfgang Stuck, auf: http://de.wikipedia.org/wiki/Petersdom#/media/File:Petersdom_von_Engelsburg_gesehen.jpg (Stand März 2015).
- Abb. 9: Deutscher Pavillon, Weltausstellung Osaka 1970, innen, aus: 149/150 *Arch+* (2000), S. 123.

- Abb. 10: Étienne-Louis Boullée: Newton-Kenotaph, Schnitt mit Nachtversion innen, Federzeichnung laviert, 40 x 66 cm, Paris, Bibliothèque Nationale, aus: Adolf Max Vogt: *Boullées Newton-Denkmal. Sakralbau und Kugelidee*, Basel u.a.: Birkhäuser 1969, S. 25.
- Abb. 11: Grafische Darstellung des Internationalen Telefonnetzes, archiviert in den 1920er Jahren von Le Corbusier für *L'Esprit nouveau*, aus: Mark Wigley: „Network Fever“, in: *Grey Room* 04 (Sommer 2001), S. 82–122, hier S. 99.
- Abb. 12: Titelblatt des *Network-Centric Warfare Primer* (2004), hg. vom Office of Force Transformation, United States Department of Defense, aus: Samuel Weber: „Target of Opportunity: Networks, Netwar, and Narratives“, in: *Grey Room* 15 (Frühjahr 2004), S. 6–27, hier S. 6.

DIETMAR HANSCH UND HERMANN HAKEN

Synergetik in Hirnforschung, Psychologie und Psychotherapie

Zum Konzept der fraktalen Evolution als Rahmen für die Entwicklung einer dritten Kultur

Das spontane Sich-Formieren immer neuer und jeweils einzigartiger Strukturen ist ein omnipräsentes Phänomen in unserer Alltagswelt: Man denke an Wolkenformationen am Himmel, Strömungsfiguren im Wasser, Vogelschwärme, die La-Ola-Welle im Fußballstadion, die Muster des Verkehrsflusses oder die Zacken des Dax und andere Kurven. All diese Phänomene kommen nur durch Synergie zustande: Eine mehr oder weniger große Zahl relativ kleiner Elemente muss sich koordiniert verhalten, damit sich im Großen eine Form aufbaut und sich als ein irgendwie typisches Muster in der Zeit entfaltet. Bei der La-Ola-Welle oder der Dax-Kurve wundert uns das erst mal weniger – wir sind es gewohnt, Begriffe wie ‚Synergie‘ oder ‚Zusammenwirken‘ in der sozialen Sphäre zu verorten. Doch wie kommen die Wellenformationen im Wasser oder die Wolkenstraßen am Himmel zustande? Sie können einen bei näherem Zusehen doch ein wenig ins Staunen versetzen. Abermilliarden von Molekülen müssen sich über (an ihrer Größe gemessen) riesige Distanzen hinweg koordinieren, um derartige makroskopische Formationen aufzubauen. Wie funktioniert das? Wie kann spontan Ordnung entstehen, obwohl nach dem zweiten Hauptsatz der Wärmelehre sich selbst überlassene Ordnung eigentlich nur zerfallen dürfte? Besonders eindringlich stellt sich diese Frage im Hinblick auf Entstehung, Aufrechterhaltung und Fortentwicklung des Lebens mit seiner überbordenden Vielfalt von Strukturen.

Synergetik als System- und Strukturtheorie

Fragen wie diese wurden seit Ende der 1960er Jahre zunächst aus der Physik heraus gestellt – es entwickelten sich Theorieansätze, die Namen wie Nichtgleichgewichtsthermodynamik, Selbstorganisationstheorie, Theorie der dissipativen Strukturen, Komplexitätstheorie, Theorie komplexer dynamischer Systeme und Chaostheorie tragen. Bezüge gibt es auch zur fraktalen Geometrie, zur Autopoiesistheorie und zum Radikalen Konstruktivismus. Eine der elaboriertesten Theorien aus diesem Bereich ist die „Synergetik“ („Lehre vom Zusammenwirken“), welche von Hermann Haken Ende der 1960er Jahre begründet wurde.¹

¹ Hermann Haken: *Synergetics. An Introduction*, Berlin: Springer 1977, deutsche Fassung: ders.: *Synergetik. Eine Einführung*, Berlin: Springer 1990. Vgl. weiterführend die über 100 Bände um-

Ausgangspunkt für diese war die Lasertheorie: Während ‚normales‘ Licht ein Gemisch unterschiedlicher Wellenlängen ist, synchronisieren sich beim Laser die Atome eines lichtaktiven Gases zum Aufbau einer einzigen kohärenten Lichtwelle. Ein zweites paradigmatisches Beispiel sind Konvektionsströmungen – die bereits genannten Wolkenstraßen zählen dazu. Wenn in Flüssigkeits- oder Gasschichten eine Temperaturdifferenz zwischen oben und unten besteht, bilden sich durch Selbstorganisation verschiedene Muster von Umlaufströmungen, die zu einem Wärmeausgleich führen: Rollenformationen, die sich zu Streifen-, Waben- oder anderen Mustern ordnen. Die selbstorganisierte Bildung solcher synergetischer Muster folgt dabei immer einem charakteristischen kreisakausalen Grundschema. Dabei muss man zunächst zwischen dem Bereich der freien, selbstorganisierenden Dynamik und dem Bereich der Randbedingungen (auch ‚Schranken‘ oder engl. *constraints*) unterscheiden. Im Bereich der Randbedingungen haben wir zum einen die feststehenden Umgebungsbedingungen und zum anderen veränderliche Größen mit starker Auswirkung (*impact*) auf die Dynamik, die als Kontrollparameter bezeichnet werden.

Dies wird im Folgenden am Beispiel der so genannten Bénard-Instabilität, einem Labormodell der Konvektionsmuster, betrachtet. Hier wird eine Petrischale mit Silikonöl gefüllt und anschließend von unten mit einem Bunsenbrenner erhitzt (Abb. 1 zeigt eine solche Petrischale von oben, in diesem Fall ein Wabenmuster).

Schalenform, Gravitation, Umgebungstemperatur etc. sind hier die Randbedingungen. Als Kontrollparameter fungiert die Temperaturdifferenz, die mit dem Bunsenbrenner verändert wird. Die in jeder Hinsicht frei beweglichen Flüssigkeitsmoleküle bilden den Bereich der Dynamik. Die Ölschicht ist zunächst in Ruhe, d. h. es finden lediglich die minimalen stochastischen Fluktuationen der Brownschen Molekularbewegung statt. Mit wachsender Temperaturdifferenz wird dieser stabile Zustand zunehmend instabil: Die erhitzten unteren Flüssigkeitsteile werden durch Ausdehnung spezifisch leichter und streben nach oben, die oberen Flüssigkeitsbereiche tendieren zunehmend zum Absinken.

Es kommen immer stärkere und schließlich ‚kritische Fluktuationen‘ auf. Jede dieser Fluktuationen ist potenzieller Keim eines bestimmten neuen makroskopischen Verhaltensmusters. Diejenige Fluktuation, die am besten zwischen die vorliegenden Randbedingungen ‚passt‘, die am geeignetsten ist, die anstehende ‚Aufgabe‘ – hier den Wärmetransport – zu ‚lösen‘, wird nichtlinear verstärkt, breitet sich aus und beginnt als so genannter ‚Ordner‘ weitere Bereiche des Systems zu ‚versklaven‘ bzw. zu ‚konsensualisieren‘. Abb. 2 zeigt diese grundlegende Denkfigur der Synergetik.

Der Ordner emergiert qua Selbstorganisation von der Mikroebene und wirkt in einem Prozess der Selbstverstärkung konsensualisierend auf die Mikroebene zurück. Bei speziellen grafisch-mathematischen Darstellungen entspricht dem Ordner ein sogenannter Attraktor, in den die Systemevolution sozusagen hineingezo-

fassende *Springers Series in Synergetics*. Populärwissenschaftlich: Hermann Haken: *Erfolgsgeheimnisse der Natur. Synergetik: Die Lehre vom Zusammenwirken*, Frankfurt: Ullstein 1984; Neuaufgabe: Reinbek: Rowohlt 1995.

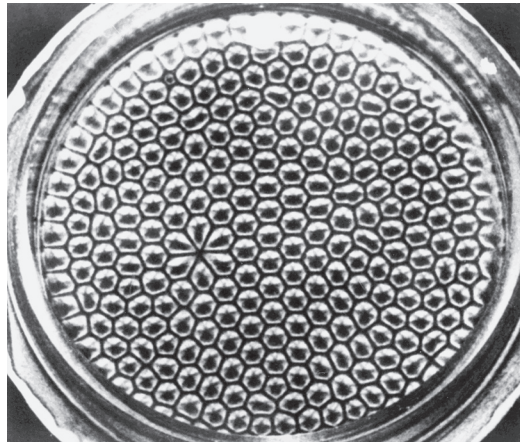


Abb. 1: Musterbildung
in Flüssigkeiten:
Bénard-Konvektion

gen wird. Dieser kreative Prozess folgt einer Eigendynamik, die nicht direkt durch die Randbedingungen determiniert wird. Gleichwohl sind bestimmte Werte der Kontrollparameter gesetzmäßig mit bestimmten Musterformen verbunden. Im Falle unserer Konvektionsmuster bedeutet dies: Es entstehen Flüssigkeitsrollen, die bei einer bestimmten Größe der Temperaturdifferenz ein Streifenmuster und bei einer anderen ein Wabenmuster formieren. Wird die Wärmezufuhr noch weiter gesteigert, wird auch dieser Zustand wieder instabil und es bricht deterministisches Chaos aus. Im Rahmen der Synergetik wurde ein mathematisches Instrumentarium entwickelt, um diese Zusammenhänge zu beschreiben.

Idealerweise sind die Mikroelemente des komplexen dynamischen Systems in ihren Verhaltensgesetzmäßigkeiten bekannt. Unter diesen Voraussetzungen lassen sich die charakteristischen Variablen zu Zustandsvektoren zusammenfassen, deren zeitliche Änderung durch Evolutionsgleichungen beschrieben wird. Hierbei handelt es sich um Systeme von nichtlinearen, partiellen, stochastischen Differentialgleichungen. Wie sich durch die mathematische Behandlung zeigen lässt, erzeugt das System dann an den Instabilitätspunkten einen oder wenige Ordner (im mathematischen Sprachgebrauch ‚Ordnungsparameter‘), die das makroskopische Systemverhalten zunehmend bestimmen. Dies reduziert drastisch die Zahl der Freiheitsgrade des Systems. Die Dynamik des Zustandsvektors in dem hochdimensionalen Raum der Systemvariablen wird somit auf die Dynamik der Ordnungsparameter in deren niedrigdimensionalem Raum zurückgeführt, so dass eine starke ‚Informationskompression‘ erfolgt. Die dabei auftretenden Ordnungsparametergleichungen lassen sich in einer Reihe wichtiger Fälle klassifizieren. Dadurch werden Analogien im Verhalten von sonst ganz unterschiedlichen Systemen aus ganz verschiedenen Wirklichkeits- und Wissensbereichen sichtbar: Von der Physik über die Chemie, die Biologie, die Ökologie sowie die Psychologie bis hin zu Soziologie und Ökonomie. Den selbstorganisierten Wechsel von einem Muster zu einem anderen bezeichnet man als Phasenübergang.

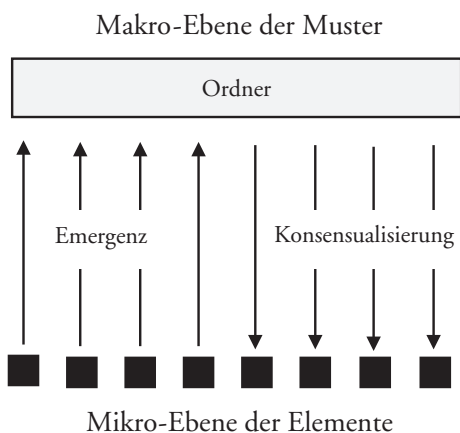


Abb. 2: Synergetischer
Konsensualisierungsprozess

In all diesen Bereichen zeigen sich insbesondere vor solchen Phasenübergängen charakteristische Phänomene, die sich mit großer Übereinstimmung sowohl mathematisch herleiten als auch experimentell am materiellen Substrat aufweisen lassen (kritische Fluktuationen, Verlangsamung des Ordnungsparameters). Auch die Symmetriebrechung gehört hierzu: Mit bestimmten Kontrollparametern sind verschiedene ‚gleichwertige‘ Muster vereinbar. Welches dieser Muster sich einstellt, entscheidet der Zufall. Im Falle der oben genannten Konvektionströmungen z. B. betrifft dies die Frage, ob sich die Flüssigkeitsrollen links oder rechts herum drehen. In der grafischen Darstellung entstehen so Bifurkationsbäume, wobei eine konkrete Systementwicklung an den Verzweigungspunkten per Zufallsentscheid jeweils nur einen von zwei möglichen Wegen einschlägt. Geschichte, so könnte man vor diesem Hintergrund vereinfacht, aber prägnant sagen, ist Gesetzmäßigkeit plus ‚eingefrorene‘ Zufälle.

Freilich sind in den komplexeren Bereichen der Wirklichkeit die Grundgesetze der Mikroebene längst nicht so gut bekannt wie in der Physik. Das Verhalten von lichtaktiven Gasatomen oder von Flüssigkeitsmolekülen ist der mathematischen Beschreibung sehr viel zugänglicher als das Verhalten von Neuronen, Menschen oder politischen Parteien. Die makroskopisch-phänomenologische Synergetik beruht nun auf der Erkenntnis, dass auf der Ebene der Ordnungsparameter-Gleichungen die mikroskopischen Gesetze gar nicht so bedeutsam sind. Von zentraler Bedeutung sind vielmehr pauschale Beziehungen innerhalb der Ordnungsparameter-Gleichungen. Daher formuliert die phänomenologische Synergetik direkt derartige Gleichungen. Sie zieht ihre Begründung aus der mathematischen Erkenntnis, dass in der Nähe von Instabilitätspunkten, d. h. da, wo sich das makroskopische Verhalten eines Systems qualitativ ändert, die Dynamik des Systems von wenigen Variablen, eben den Ordnungsparametern, bestimmt wird. Die Aufstellung phänomenologischer Gleichungen für die Ordner erfordert ‚synergetische Erfahrung‘ und Intuition. Gleichwohl lassen sich in der makroskopischen Synergetik Systema-

tiken aufzeigen, anhand derer diese Gleichungen aus empirischen Daten entwickelt werden können.² Können schließlich die Verhältnisse durch entsprechende Gleichungen nicht mehr erfasst werden, so lassen sie sich mit den Konzepten der Synergetik dennoch oft verbal beschreiben. Dies ist das dritte, das semantische Stockwerk, in welchem ein Instrumentarium von Analogien, Metaphern u. a. zum Einsatz kommt.

Bei alledem geht es keinesfalls um einen Physikalismus oder sonstigen ontologischen Reduktionismus. Die Synergetik versteht sich vielmehr als eine die Einzelwissenschaften verbindende System- oder Strukturtheorie, als ein interdisziplinäres Forschungsgebiet, das sich mit den allgemeinen Prinzipien und Gesetzen der spontanen, kooperativen Bildung räumlicher, zeitlicher, raum-zeitlicher oder funktionaler Strukturen in komplexen Systemen befasst. Diese Systeme bestehen aus mehreren oder vielen gleichen oder verschiedenen Teilen, Elementen oder Komponenten, die selbst in sich komplex sein und allen Bereichen der Wirklichkeit angehören können. Im Sinne der Kuhnschen Unterscheidung zwischen normaler und außerordentlicher Wissenschaft³ befindet sich die Synergetik im Verbund mit anderen Ansätzen aus dem Bereich der Theorien dynamischer Systeme am Übergang zur Phase der ‚Normalwissenschaft‘. Theoretische Modelle und Termini, zentrale empirische Belege, Analysemethoden und auch ein verbindendes intuitives Weltverständnis liegen vor.

Synergetische Selbstorganisation

Die synergetische Selbstorganisation in ihrem Wechselspiel von Variation (oder Fluktuation) und Selektion (durch die Randbedingungen) hat sich als das universelle kreative Prinzip in allen Bereichen der Wirklichkeit erwiesen. In der Biologie zeigt sich dies im Wechselspiel von Mutation und Auslese, in der Psychologie spricht man von Spiel, Probierverhalten oder ‚Ideenmutagenese‘, in der Gesellschaft finden wir diese Prinzipien in Markt und Demokratie. Wo immer neue Strukturen, Ordnungen oder Informationen in unserer Welt entstehen, die sich bei der Lösung bestimmter Anpassungsaufgaben bewähren – soweit es für uns erkennbar ist, liegt ihre Quelle in letzter Instanz in der synergetischen Selbstorganisation. Die synergetische Selbstorganisation ist der kreative Elementarschritt der Evolution. Was noch hinzukommen muss, sind die Mechanismen, die das ‚Einfrieren der Zufälle‘ ermöglichen, d. h. Mechanismen, die die ‚Speicherung‘ neu generierter Struktur und Information ermöglichen. ‚Speicherung‘ meint hier allerdings nicht das Fixieren eines Abbildes des Musters selbst, wie es Pixel für Pixel etwa bei einem Computer stattfinden könnte. Vielmehr werden lediglich die Erzeugungsbedin-

2 Der mathematische Aufwand hierfür ist allerdings erheblich, sodass in diesem Beitrag nicht darauf eingegangen werden kann. Vgl. dazu Haken: *Synergetics* (Anm. 1).

3 Thomas S. Kuhn: *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. Mit einem Postskriptum von 1969*, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 1981, S. 186.

gungen gespeichert. Das ist sehr ökonomisch: Im Falle der Konvektionsmuster z. B. müsste man nicht die Rollen oder Waben irgendwie kartieren – am einfachsten wäre es, den Wert des Kontrollparameters zu speichern und es der Materie selbst sowie den ihr immanenten Gesetzen des Zusammenwirkens zu überlassen, das Muster immer wieder neu zu erzeugen. Dynamische Systeme, die nicht nur kreative Dynamik enthalten, sondern auch Speichermöglichkeiten für besonders adaptive Muster oder Schemata, kann man als ‚komplexe adaptive Systeme‘ bezeichnen. Dabei liegt es, verkürzt gesagt, in der Natur der Sache, dass sich besonders solche komplexen adaptiven Systeme schnell ausbreiten, die besonders rasch innere Schemata bilden, die eine besonders gute Anpassung an besonders große Umweltbereiche ermöglichen. Letzteres wird in der Tendenz umso effektiver sein, je mehr und je adäquatere Momente der Umwelt- und Selbstmodellierung in die Muster-/Schema-Bildung eingehen. Auch ein seinem Wesen nach ungerichteter, probierend-fluktuierender Evolutionsprozess wird also in der Tendenz zu einem Ergebnis führen, das durch Beschleunigung, (Selbst-)Modellierung und Komplexitätszunahme gekennzeichnet ist. Damit sind wir bei einem Bild der Evolution, wie es in Abb. 3 grob skizziert ist.

Der Gesamtprozess der Evolution bildet immer neue, sich durchdringende und beeinflussende Sphären aus, wobei sich die nichtlineare Dynamik von Sphäre zu Sphäre auf kleineren Raum-Zeit-Skalen abspielt: In der Kosmogense evolvieren die physikochemischen Strukturen unseres Universums. Hierhinein lagert sich die Sphäre der Phylogenese, der Darwinschen Evolution: Die Ergebnisse der Populationsdynamiken werden im Genom der Arten gespeichert. Im Rahmen der Phylogenese muss von jedem Individuum aufs Neue die Morphogenese durchlaufen werden: Innerhalb der Randbedingungen von Umwelt und Genom entwickeln sich die Körperstrukturen, u. a. bilden hier Wachstumsfaktoren durch synergetische Selbstorganisation morphogenetische Felder, die dann gewissermaßen ihre kreative Leistung in den Mustern epigenetischer Schalterstellungen festschreiben. Dem so entstehenden, für alle Angehörigen einer Art in etwa gleichen Grundaufbau von Körper und Gehirn pflüpft sich schließlich die Ontogenese auf: Jene grobstrukturellen Veränderungen, die im Laufe des Lebens durch individuelle Erfahrungs- und Lernprozesse entstehen – vom gewaltigen Bizeps des Arnold Schwarzenegger bis zum übergroßen Hippocampus der Londoner Taxifahrer (die sich ein immenses topografisches Wissen merken müssen). Für das Gehirn gilt: Auch die all diesen Leistungen zugrunde liegenden Vorgänge des Konditionierungslernens lassen sich im Gesamtprozess als Ergebnis synergetischer Selbstorganisation deuten.⁴ Aktualgenese meint dann die funktionellen synergetischen Strukturen in Körper und Gehirn in ihrer aufeinander abgestimmten ‚multioszillatorischen Funktionsordnung‘.⁵

4 Dietmar Hansch: *Psychosynergetik. Die fraktale Evolution des Psychischen. Grundlagen einer Allgemeinen Psychotherapie*, Opladen: Westdeutscher Verlag 1997.

5 Vgl. Rainer Sinz: *Zeitstrukturen und organismische Regulation. Chronophysiologische und -psychophysiologische Untersuchungen zur dynamischen multioszillatorischen Funktionsordnung des Organismus*, Berlin: Akademie-Verlag 1978.

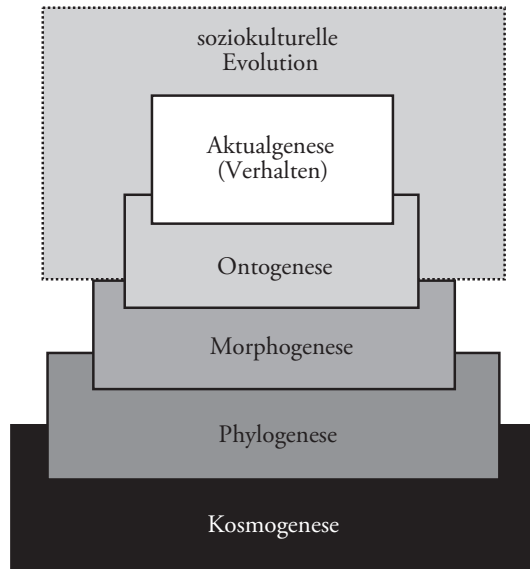


Abb. 3: Schema der Evolution

von den filigranen Stoffwechselnetzwerken in den Zellen, über die Wellenmuster, zu denen sich die Herzmuskelzellen koordinieren, bis zu den Erregungsmustern im Gehirn. Den Phasenübergang einer solchen Struktur auf den höchsten Funktionsniveaus des Gehirns erleben wir dann z. B. als ‚Einsicht‘. Die Erzeugungsbedingungen dieses neuen psychischen Musters werden sofort in den Synapsen gespeichert, wodurch es dann jederzeit wieder neu erzeugt bzw. ‚erinnert‘ werden kann. Zuletzt können dann diese psychischen Muster mit äußeren, künstlich geschaffenen Speicherstrukturen wechselwirken, mit Büchern, Videos, Computern oder anderen Artefakten. Deren rasante Entwicklung ist ein wichtiger Aspekt der Sphäre der soziokulturellen Evolution.

Auf vielen Ebenen gibt es Momente der (Selbst-)Ähnlichkeit und (Selbst-)Modellierung: Die Ähnlichkeit zwischen Atommodell und Sonnensystem, die „Sonnenhaftigkeit des Auges“ (Johann Wolfgang von Goethe),⁶ die Wiederholung bestimmter Formen der Phylogenese in der Morphogenese (Biogenetische Grundregel nach Ernst Haeckel), die theoretische Modellierung der menschlichen Natur in der Evolutionspsychologie, die Prinzipien der Synergetik, die sich auf allen Ebenen wiederfinden, etc. Mit Blick auf das Konzept der fraktalen Geometrie der Natur hat der Physik-Nobelpreisträger Gerd Binnig vor diesem Hintergrund den

⁶ Vgl. Goethes Verse „Wär nicht das Auge sonnenhaft / Wie könnten wir das Licht erblicken? / Lebt‘ nicht in uns des Gottes eigne Kraft, / Wie könnt Göttliches uns entzücken?“, Johann Wolfgang von Goethe: „Zur Farbenlehre. Didaktischer Teil“, in: ders.: *Werke. Hamburger Ausgabe*, Bd. 13: *Naturwissenschaftliche Schriften I*, hg. von Erich Trunz, München: dtv 1994, S. 314–523, hier S. 324.

Begriff „fraktale Evolution“⁷ geprägt. Auf's Ganze gesehen können wir sagen: Die großen und langsamen Außensphären bilden Randbedingungen für die Dynamik der kleineren und schnelleren Innensphären. Die Dynamik der Innensphären kann jedoch verändernd auf ihre Randbedingungen zurückwirken und sich selbst neue Randbedingungen erzeugen. Auf diese Weise werden die Ergebnisse der kreativen synergetischen Strukturbildung wie in einem Gedächtnis festgeschrieben. Aus dieser Sicht ist Evolution ein Lernprozess. Die kreative synergetische Dynamik ‚erarbeitet‘ eine Lösung für eine Anpassungsaufgabe, erzeugt also eine neue Struktur (bzw. Information), die dann durch mehr oder weniger spezifische Mechanismen im Bereich ihrer Randbedingungen gespeichert wird.

Im Folgenden werden Gehirn und Psyche ein wenig differenzierter in dieses Bild der fraktalen Evolution eingeordnet. Wesentlich verursacht durch die lange Zeit vorherrschenden Maschinen-Metaphern – zuletzt und noch anhaltend durch die Computer-Analogie –, ist die Breiten- und Tiefen-Metaphorik der Psychologie nachhaltig in einer Weise geprägt, dass man von einer ‚instruktionistischen Psychologie‘ sprechen kann: Genetische Codes werden ausgelesen, es wird auf Umweltreize reagiert, Informationen aus der Umwelt werden aufgenommen oder aus Speichern abgerufen, weitergeleitet und algorithmisch verarbeitet, Lehrinhalte werden eingepreßt usw. Auch in der Literatur zur Hirnforschung überwiegen Darstellungen, in denen Information von Hirnkerngebiet zu Hirnkerngebiet weitergeleitet und dort hinsichtlich spezieller Aspekte ‚verarbeitet‘ wird. Information wird also aufgenommen und verarbeitet. Doch wo und wie entsteht sie? Wo kommt sie letztlich her? Hier ist das klassische Antwortschema immer noch aktuell: *Nature or Nurture* – angeboren oder gelernt, von den Genen programmiert oder von der Umwelt geprägt (was einschließt: vom Lehrer instruiert).

Doch dies ist letztlich keine wirkliche Antwort. Denn wie kommt die Information in die Gene, in die Umwelt bzw. in den Lehrer? Auch hier kommen mechanistische Metaphern zur Anwendung, die zumeist in die Irre leiten. Ironischerweise sind es gerade die von synergetischen Attraktor-Dynamiken getragenen ‚gleichmachenden‘ (abstrahierenden) Mechanismen unserer Psyche, die uns die Illusion vermitteln, der Griff nach dem Wasserglas auf meinem Schreibtisch sei immer der gleiche, das Bild des Baumes vor meinem Fenster sei immer das gleiche und auch der Gedanke, dass ich Britta für eine tolle Frau halte, sei immer der gleiche. Streng genommen und genau betrachtet trifft dies jedoch nicht zu: Im Detail nimmt jeder Griff nach der Kaffeetasse eine andere Bahn, variiert jede Baum-Wahrnehmung in Größe, Helligkeit und Perspektive, lässt jeder Gedanke an Britta andere Assoziationen mitschwingen. Niemand kann zweimal in denselben Fluss steigen, wie bereits Heraklit wusste. Jeder Mensch und jeder Fluss sind in der nächsten Sekunde jeweils andere.

7 Gerd Binnig: *Aus dem Nichts. Über die Kreativität von Natur und Mensch*, München: Pieper 1989. Zum Konzept einer „verallgemeinerten Evolutionstheorie“ siehe auch Gerhard Schurz: *Evolution in Natur und Kultur. Eine Einführung in die verallgemeinerte Evolutionstheorie*, Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag 2011.

Jegliche psychische Struktur und Information ist immer und vollständig emergent: Sie ist eine immer neu geschöpfte unikale Ordnung, die so noch nie da war und in exakt dieser Form auch nie wieder sein wird. Was identisch bleibt, sind lediglich die Ordner bzw. Attraktoren: ‚Im Prinzip‘, auf Ebene der Ordner, bleibt damit ein psychischer Inhalt derselbe, im Konkreten, auf Ebene des Trägersubstrates, variiert er elastisch in flexibler Anpassung an die in Teilen immer veränderlichen Randbedingungen. Im Raum des mentalen Erlebens sind offenbar überwiegend die obersten Ordner prominent repräsentiert (v.a. in Form von Begriffen), während die Schichten der darunterliegenden Trägerprozesse in den Hintergrund treten (z. B. Detailwahrnehmungen) oder gar nicht zugänglich sind (neuronale Prozesse).⁸ Diese Formierung von synergetischen Strukturen, die an die im Hier und Jetzt vorliegenden Randbedingungen optimal angepasst sind, wird als ‚Aktualgenese‘ bezeichnet. Dieser Begriff war zu Zeiten der Gestaltpsychologie schon einmal gebräuchlich,⁹ geriet jedoch nach der Re-Etablierung mechanistischer Basis-*Metaphern* (Reflex- und dann Computer-Paradigma) wieder in Vergessenheit.

In Abb. 4 wird beispielhaft die Aktualgenese psychophysischer Strukturen illustriert. Dort wird ein Reizmuster gezeigt, dessen Schranken in solcher Weise angeordnet sind, dass sich die interpretierende neuronale Dynamik in der Sehrinde nicht dauerhaft stabilisieren kann. Dies führt zu einem ständigen Fluktuieren kurzzeitiger Musterbildungen.

Die Dynamik dieser Musterbildungen macht das Konsensualisierungssphänomen der Synergetik anschaulich. Im Gegensatz zum Versklavungsprinzip, welches das Verhältnis von Ordnern zu Teilen betrachtet, bezieht sich Konsensualisierung auf das Verhalten der Teile zueinander. Haben sich durch Zufallsfluktuationen an irgendeiner Stelle wenige Teilelemente in einer bestimmten Weise zusammengeschlossen, kommt es zur Emergenz eines Ordners, und der Zusammenschluss dehnt sich sofort auf eine übergeordnete kleine oder große Gesamtrosette aus.

Wie könnte man sich den ‚materiellen Träger‘ dieser sehr schnell und fluide wechselnden funktionellen synergetischen Strukturen vorstellen? Etabliert ist das Bild des neuronalen Netzwerks: Nervenzellen sind mittels ihrer Fasern vernetzt und durch Synapsen verbunden (‚neuronale Schaltkreise‘). Lernen vollzieht sich durch Konditionierung, wobei sich die synaptische Überleitung von wiederholt zeitgleichen Ereignissen verstärkt (während andere Synapsen geschwächt oder gar abgebaut werden). In dieser Vorstellung wären die funktionellen Strukturen identisch mit dem Muster der Stromflüsse auf den ‚Schienen‘ des neuronalen Netzes. Aber damit würden die festen Strukturen des Gehirns die funktionellen Strukturen

8 Hinsichtlich der hier anklingenden, sehr komplexen philosophischen Probleme (wie das Geist-Körper-Problem) kann an dieser Stelle nur auf die Literatur verwiesen werden. Vgl. Dietmar Hansch: „Konstruktivistischer Monismus. Versuch einer Reformulierung des Geist-Körper-Problems unter besonderer Berücksichtigung ontologischer und epistemologischer Grundfragen“, in: *Gestalt Theory* 18 (1996) 2, S. 115–142. Hermann Haken/Günter Schiepek: *Synergetik in der Psychologie. Selbstorganisation verstehen und gestalten*, Göttingen: Hogrefe 2006.

9 Zur Begründung der Aktualgeneseforschung vgl. Heinz Werner: „Studien über Strukturgesetze IV: Über Mikromelodik und Mikroharmonik“, in: *Zeitschrift für Psychologie* 98 (1925), S. 74–89.

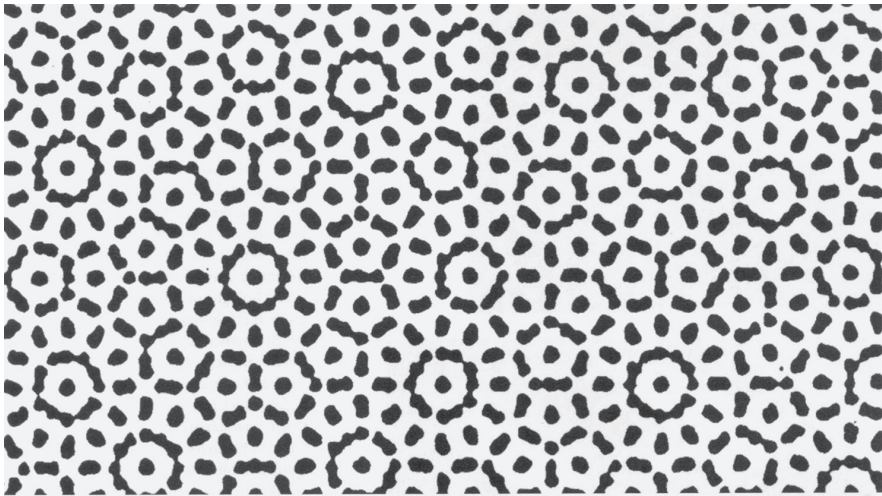


Abb. 4: Neuronales Reizmuster

mehr oder weniger determinieren. Veränderungen wären nur sehr langsam durch Wiederholung infolge von Konditionierungsprozessen möglich. Aktualgenetische synergetische Selbstorganisation dagegen könnte in diesem starren Rahmen nicht stattfinden.

Sicher gibt es auf niedrigeren, unbewussten Funktionsniveaus des Gehirns im Zuge der Ontogenese Prozesse des Konditionierungslernens, die vom Grundprinzip her in dieser Weise zu verstehen sind. Wahrscheinlich gibt es sie in großem Umfang und wahrscheinlich sind sie sehr wichtig. Aber auf den höchsten, bewussten Funktionsniveaus des Gehirns wäre eine solche Vorstellung zu starr und unflexibel. Wie also könnten wir uns die Arbeitsweise des neuronalen Substrats hier vorstellen? Eine Fülle von Argumenten und Befunden spricht dafür, das neuronale Substrat als ein Ensemble gekoppelter Oszillatoren zu sehen: Die Neuronen feuern mit bestimmten Frequenzen und bilden dabei bestimmte funktionelle Synchronisationsmuster. Wie bedeutsam diese sind, legen u. a. die bekannten Experimente der Arbeitsgruppe um den Neurophysiologen Wolf Singer (MPI Frankfurt) nahe: Danach entsteht die Bindung all der Neuronen, die zur bewussten Wahrnehmung eines Gegenstands beitragen, dadurch, dass sie mit der gleichen Frequenz feuern. Dass und wie in solchen Arrays nichtlinear gekoppelter Oszillatoren Prozesse der synergetischen Selbstorganisation ablaufen, ist gut und breit untersucht.¹⁰

Um es in ein sehr grobes Bild zu bringen: Stellen wir uns einen riesigen Weihnachtsbaum vor, der übervoll mit Elektrokerzen bestückt ist. Nehmen wir weiter an, die Kerzen hätten einen ‚Wackelkontakt‘, würden flackern und dabei interes-

¹⁰ Einen Überblick bietet Hermann Haken: *Brain Dynamics. Synchronization and Activity Patterns in Pulse Coupled Neural Nets with Delays and Noise*, Berlin: Springer 2002.

sante Muster bilden, die in wechselnden Wellenformationen über den Baum wandern. In der alten, instruktionistischen Vorstellung wäre das Muster der Stromflüsse in den Leitungen das materielle Korrelat höherer psychischer Funktionen, in der neuen, emergentistischen Vorstellung sind es die Blinkmuster. Im Gegensatz zu der Vorstellung von Erregungsflüssen entlang der Nervenfasern werden die synergetischen Synchronisationsmuster nicht von den festen Strukturen des Gehirns determiniert. Diese festen Strukturen bilden, wie auch die Umwelt, lediglich Randbedingungen, die Freiraum zur selbstorganisierten Neuschöpfung von Struktur und Information lassen.

Die Erzeugungsbedingungen spontaner Eingebungen – seien es theoretisch-konzeptionelle Ideen, neue Sicht- oder Hörweisen oder auch neue Bewegungsmuster – werden schon nach einmaligem Auftreten in den festen Strukturen des Gehirns gespeichert, so dass sie jederzeit erneut emergieren („erinnert“ werden) können. Dieses Einsichtlernen entspricht einem Phasenübergang einer synergetischen Struktur und ist nicht das Produkt wiederholter Erfahrung (wenngleich Wiederholung im Nachhinein, also Übung, das neue Muster stabilisiert). Damit verfügen wir erstmals über ein neuronales Modell für das Einsichtlernen in Abgrenzung vom Konditionierungslernen, für das ein neuronales Modell in Form der ‚Hebbschen Lernregel‘ schon lange vorliegt. Diese Zusammenhänge werden in Abb. 5 dargestellt.

Die festen Strukturen des Gehirns sind die Produkte von Phylogenese, Morphogenese und Ontogenese. Diese festen Strukturen bilden innere Randbedingungen und Schranken für die Aktualgenese, welche außerdem von den äußeren Randbedingungen der Umwelt beschränkt wird, die sich physisch sowie durch die über die Sinnesorgane ins Gehirn transferierten Reize manifestieren. Auf die inneren Randbedingungen wirkt die Aktualgenese im Sinne der Gedächtnisbildung zurück, auf die äußeren durch umweltveränderndes Verhalten.

Diese Evolutionspyramide wälzt sich ununterbrochen auf dem Zeitpfeil voran, und das Gehirn eines jeden von uns ist gewissermaßen eine Speerspitze dieses Evolutionsfraktals. Eine prägnante Zusammenfassung dieser Sachverhalte bieten die Worte des großen Gestaltpsychologen Wolfgang Köhler. Evolution, so schrieb er schon Ende der 1960er Jahre, sei „Dynamik genau wie in der unbelebten Welt, plus durch diese Dynamik selbst hervorgerufene Schranken.“¹¹ In vieler Hinsicht waren die Gestaltpsychologen Vordenker des Selbstorganisationsparadigmas.¹²

Damit wäre in groben Zügen der Rahmen markiert, in dem sich das Forschungsprogramm einer *synergetisch* begründeten *emergentistischen Psychologie und Neurowissenschaft* entfaltet. Auf vielen Ebenen wurden in den letzten zwei Jahrzehnten

11 Wolfgang Köhler: *Die Aufgabe der Gestaltpsychologie*, Berlin: de Gruyter 1971, S. 64.

12 Michael Stadler/Peter Kruse: „Gestalttheorie und die Theorie der Selbstorganisation“, in: *Gestalt Theory* 8 (1986), S. 75–98. Dietmar Hansch: „Psychosynergetik – neue Perspektiven für die Neuropsychologie? Grundriss einer psychosynergetischen Theorie emotionaler und motivationaler Prozesse“, in: *Zeitschrift für Psychologie* 196 (1988), S. 421–436.

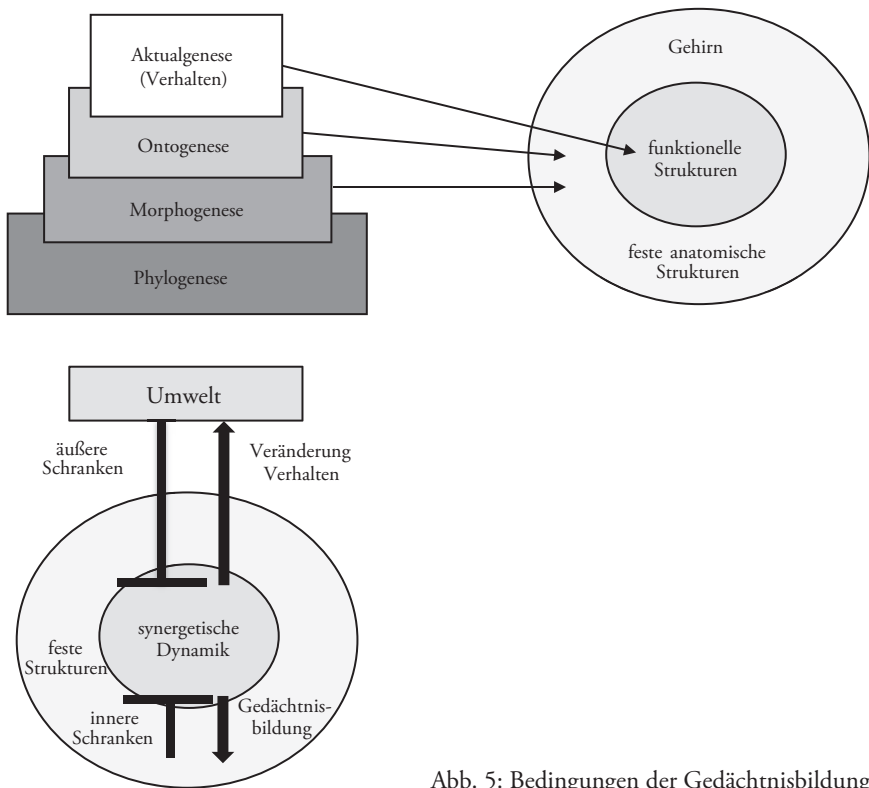


Abb. 5: Bedingungen der Gedächtnisbildung

zierung. Unter anderem konnte nachgewiesen werden, dass sich die bei der so genannten Petit-mal-Epilepsie anfallenden EEG-Daten mit den Mitteln der Synergetik sinnvoll analysieren und interpretieren lassen (Haken-Friedrich-Uhl-Verfahren), wobei sich typische Muster des deterministischen Chaos fanden (so genanntes Šilnikov-Chaos). Es zeichnet sich ab, dass auch bei der Parkinsonschen Erkrankung ein solcher Zugang zum Verständnis beitragen könnte.¹⁴

13 Hermann Haken: *Principles of Brain Functioning: A Synergetic Approach to Brain Activity, Behavior and Cognition*, Berlin: Springer 1996. J. A. Scott Kelso: *Dynamic Patterns. The Self-Organization of Brain and Behavior*, Cambridge: MIT Press 1995. Hermann Haken/Maria Haken-Krell: *Gehirn und Verhalten. Unser Kopf arbeitet anders, als wir denken*, Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt 1997. Wolfgang Tschacher: *Prozessgestalten. Die Anwendung der Selbstorganisationstheorie und der Theorie dynamischer Systeme auf Probleme der Psychologie*, Göttingen: Hogrefe 1997. Zusammenfassend auch: Haken/Schiepek: *Synergetik in der Psychologie* (Anm. 8).

14 Rudolf Friedrich/Christian Uhl/Hermann Haken: „Reconstruction of spatio-temporal signals of complex systems“, in: *Zeitschrift für Physik B* (1993) 92, S. 211–219.

Haken und andere haben sich intensiv mit der Anwendung der Synergetik auf die motorische Koordination befasst, welche der experimentellen Untersuchung besonders gut zugänglich ist. Als Schlüsselexperiment erwies sich die Untersuchung des Koordinationswechsels bei einfachen Fingerbewegungen, die Haken in Zusammenarbeit mit dem amerikanischen Physiologen J. A. Scott Kelso durchführte. Das hierbei abgeleitete Haken-Kelso-Bunz-Modell beförderte in der Motorik-Forschung den Übergang von einem instruktionistischen Paradigma („Motorprogramme“) zu einem emergentistischen. Im Experiment ließen sich mit bemerkenswerter Exaktheit alle mathematisch vorausgesagten Phänomene nachweisen. Es ließ sich ferner zeigen, dass parallel zu solchen Phasenübergängen in der äußerlichen Bewegungskoordination Phasenübergänge neuronaler Muster erfolgen. Damit kann als erwiesen gelten, dass die synergetische Selbstorganisation ein zentrales, wenn nicht das zentrale Arbeitsprinzip des Gehirns ist.¹⁵

Von Haken und Mitarbeitern des von ihm begründeten Stuttgarter *Center of Synergetics* wurden in breit angelegten Experimenten Prozesse im Wahrnehmungsbereich untersucht und modelliert (insbesondere die Erkennung von Gesichtern und Gesichtsausdrücken). Dabei zeigte sich, dass Mustererkennung im Kern nichts anderes ist als Musterbildung. Synergetische Dynamiken ergänzen ein durch den Außenreiz in Teilen oder verzerrt gebotenes Muster zu Vollständigkeit und Typikalität. Dies kann als Spezialfall eines assoziativen Gedächtnisses gesehen werden. Kommunikation ist also nicht das möglichst unveränderte Weiterleiten von Datenpaketen, sondern die wechselseitige Anregung zur Emergenz spezifischer Muster.¹⁶ Hier gibt es Bezüge zu Konzepten wie dem Radikalen Konstruktivismus oder der Autopoiesis. Überwiegend wurden diese Experimente mit Computerprogrammen durchgeführt, die gemäß wichtiger Prinzipien der Synergetik konzipiert wurden und auch die Simulation komplexerer Lernprozesse zulassen („Synergetischer Computer“).¹⁷

Zum Abschluss dieses Punktes soll ein Beispiel betrachtet werden: Die Herausbildung kollektiver Ideen, die wir hier ‚Gemeinschaftskonzepte‘ nennen wollen, also: öffentliche Meinungen, Kernkonzepte politischer Gruppierungen, Visionen von Unternehmen, Modevorstellungen, Konzepte/Baupläne von Produkten etc. Ein Gemeinschaftskonzept existiert stets in zwei Formen. So besteht es als Konzept in den Köpfen der einzelnen Menschen. Diese Einzelgemeinschaftskonzepte (EGK) sind niemals völlig identisch. Es gibt einen idealerweise sehr großen Schnittmengenbereich, der bei allen weitestgehend übereinstimmt, aber es gibt auch Bereiche stärkerer individueller Abweichungen. Der von allen geteilte Schnittmengenbereich

15 Vgl. Hermann Haken/J. A. Scott Kelso/Herbert Bunz: „A theoretical model of phase transitions in human hand movements“, in: *Biological Cybernetics* 51 (1985), S. 347–356.

16 Die Bedeutung dieser Muster erwächst aus dem inneren Kontext. Ist dieser bei Sender und Empfänger ausreichend ähnlich, kann von ‚Verstehen‘ gesprochen werden.

17 Viele weitere, sehr komplexe Probleme der Psychologie wurden vor diesem Hintergrund zumindest im qualitativ-metaphorischen Bereich diskutiert und mit hoher Plausibilität konzipiert, u. a. Prozesse der Entscheidungsfindung, psychosomatische Erkrankungen („dynamische“ Krankheiten), neue ganzheitliche Strukturmodelle des Psychischen und das Geist-Körper-Problem.

wird als Obergemeinschaftskonzept (OGK) bezeichnet. Im optimalen Fall ist er weitgehend identisch mit den materiell auskristallisierten Formen des Gemeinschaftskonzeptes, mit den Bauplänen des Produktes etwa oder mit dem Wahlkampfprogramm einer Partei. Die Herausbildung dieser Gemeinschaftskonzepte aus einer Menge von Einzelkonzepten (EK) lässt sich in Analogie zur schon beschriebenen Selbstorganisation im Laser oder bei der Bénard-Konvektion (vgl. Abb. 2) als ein Prozess der synergetischen Konsensualisierung beschreiben. (Abb. 6)

Wie die Synergetik gezeigt hat, ist dies bei allen dynamischen Strukturbildungen auf allen Ebenen des Seins ein zentrales Prinzip. Unter Beteiligung zufälliger Fluktuationen entstehen auf der Ebene der Elemente Muster, von denen sich ein besonders geeignetes nach Selbstverstärkungsprozessen auf einer übergeordneten Ebene als Ordner etabliert und konsensualisierend auf die Elemente zurückwirkt. Exemplarisch ist ein Team vorstellbar, das den Auftrag hat, ein bestimmtes neues Produkt zu entwickeln. Schon im Vorfeld macht sich jeder seine Gedanken zu dem Produkt – ein paar Rahmenvorgaben sind bereits bekannt – und entwickelt ein EGK. Wenn die Teammitglieder zu ihrem ersten Treffen zusammenkommen, unterscheiden sich die einzelnen EGK noch sehr stark. Nach Art des Brainstormings stellt jeder seine Ideen vor, der Diskussionsprozess wogt eine Zeitlang hin und her. Schließlich ist eine kritische Mehrheit von einem bestimmten Konzept überzeugt – vielleicht entspricht dieses ganz dem Vorschlag eines Teammitgliedes oder es handelt sich um eine Kombination mehrerer Vorschläge. Nach einer detaillierteren schriftlichen Ausarbeitung dieses OGKs setzen sich alle Teammitglieder individuell mit diesem auseinander. In der Folge werden die EGKs in ihrer Grundstruktur bei allen ein Stück weit an das OGK angeglichen. Jeder macht sich nun in Bezug auf bestimmte Details seine Gedanken. Hier können die Abweichungen nun wieder wachsen, bis in der nächsten Diskussionsrunde das OGK bezüglich dieser Details präzisiert wird und eine weitere Konsensualisierung aller EGKs erfolgt – und so fort in einem Spiralprozess in Bezug auf alle weiteren Detailspekte. Am Ende sollte sich ein OGK herauskristallisieren, das mit allen EGKs weitgehend deckungsgleich ist. Wenn alle rational prüf- und berechenbaren Parameter zutreffen und alle Teammitglieder insgesamt ein hohes Stimmigkeitsgefühl haben, erlischt die kreative Spannung, die Projektplanung wird abgeschlossen und die Umsetzung beginnt. Auf diese Weise entsteht ein überindividuelles Produkt, in dem sich Intelligenz, Wissen und Kreativität aller Teammitglieder übersummativ integrieren. Dies ist der Grundprozess kollektiver Intelligenz und Kreativität. In Bezug auf komplexe Entwicklungsaufgaben wird sich ‚Schwarmintelligenz‘ niemals auf eine grundlegend andere Weise realisieren lassen.

Dietmar Hansch hat sich vor diesem Hintergrund besonders mit der Rolle von Emotionen beschäftigt.¹⁸ Im Rahmen der instruktionistischen Psychologie wird die Entstehung von Emotionen überwiegend als Ergebnis eines Ist-Soll-Vergleichs gedacht: Auf der einen Seite gibt es Soll-Muster z. B. in Form physiologischer Soll-

18 Vgl. Hansch: *Psychosynergetik* (Anm. 4), Hansch: „Konstruktivistischer Monismus“ (Anm. 8).
Dietmar Hansch: *Evolution und Lebenskunst: Grundlagen der Psychosynergetik. Ein Selbstmanagement-Lehrbuch*, Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht 2002.

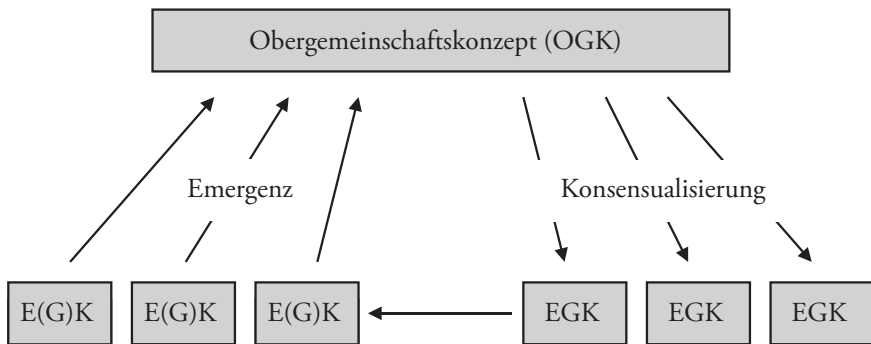


Abb. 6: Herausbildung eines Gemeinschaftskonzepts durch Konsensualisierung

Werte (z. B. ein Normalbereich für den Blutzucker-Spiegel), angeborener Auslöse-Schemata (z. B. sexuelle Schlüsselreize), durch Konditionierungslernen erworbene Soll-Muster (Gewohnheiten) oder auf der Einsichtsebene bewusst gesetzte Ziele. Auf der anderen Seite stehen die realen Lebensprozesse im Hier und Jetzt. Gefühle messen nun gewissermaßen die Ist-Soll-Diskrepanz: Gelingt es, durch entsprechendes Verhalten eine Übereinstimmung herzustellen, wird dies durch positive Gefühle belohnt (Wohlgeschmack, sexuelle Befriedigung, Behagen, Freude). Gelingt dies nicht, entstehen negative Gefühle, die einen gewissen Handlungsdruck aufrechterhalten (Hunger, sexuelles Unbefriedigtsein, Unbehagen, Ärger oder Wut).

Eine Reihe sehr wichtiger und grundlegender Emotionsprozesse wird von diesem Konzept gut erfasst. Sie liegen auf Ebene des Konditionierungslernens und sind hierin eingebunden (Spezifizierung/Ausdifferenzierung von Soll-Mustern). Es gelten hier ähnliche Einschränkungen, wie wir sie im Kontext des Konditionierungslernens besprochen hatten. In diesem Kontext binden uns Emotionen an das Bekannte, Vertraute und schon Fixierte, sie können nicht zu Prozessen beitragen, die in das Unbekannte hinausgreifen. Gibt es eine Möglichkeit, emotionale Prozesse im Sinne des emergentistischen Paradigmas auf eine Weise zu konzipieren, die keine vorfixierten Soll-Muster voraussetzt, die sie somit von den Vorgaben der schon festen Gehirnstrukturen löst?

Es gibt Hinweise darauf, dass wir für Grad und Güte des Zusammenwirkens innerer Prozesse direkt emotional sensibel sind. Wir verfügen über ein allgemeines Stimmigkeits- oder Harmonieempfinden, das sich in allen Verhaltensbereichen in ähnlicher Weise zeigt: In der Motorik haben wir Freude an gelingenden, gut koordinierten Bewegungen, in der Wahrnehmung genießen wir die innere Ordnung von Ornamenten oder Musik, im Denken freuen wir uns über schlüssige Argumentationsfolgen, über kohärente Theoriestructuren und sprechen von Aha-Erleb-

nissen, wenn sich die Ordnung eines Problemfeldes sprunghaft steigert, als Gesamtpersönlichkeit genießen wir uns ggf. in unserer ‚Selbstkongruenz‘. Dabei wird nicht nur die Güte der inneren Passungen, sondern auch deren Anzahl, also die Komplexität des harmonischen Gesamtprozesses mit positiven Gefühlen belohnt: Gekonnt zu tanzen, macht Freude. Wenn es synchron zu Musik erfolgt, bereitet es noch mehr Freude. Das Vergnügen steigert sich erneut, wenn eine passende Lichtshow dazukommt, und wenn gar eine ganze Gruppe im Gleichtakt tanzt, gerät man womöglich in Trance. Bei disponierten Personen kann in solchen Situationen sogar ein epileptischer Anfall ausgelöst werden, um den oben begonnenen Bogen zu schließen. Es passt ins Bild, dass es Formen von Epilepsie gibt, die mit euphorischen emotionalen Zuständen verbunden sind (sogenannte Temporallappen-Epilepsien).

Es waren abermals die Gestaltpsychologen, die über alle Formen der psychischen Tätigkeit hinweg auf den Bezug sehr allgemeiner Struktur- und Prozessqualitäten zu emotionalen Bewertungen hingewiesen haben („Güte und Höhe der Gestalt“¹⁹). Was hier mit ‚Grad und Güte des Zusammenwirkens‘ grob-phänomenologisch umschrieben ist, wurde an anderer Stelle differenzierter und spezifischer in den Termini der Synergetik formuliert und dort als „Synergitätsbewertung“²⁰ bezeichnet.

Interessant ist die Frage, wo diese Synergitätsbewertung und das als ihre Grundlage zu fordernde Synergitätsbewertungssystem ihren evolutionären Ursprung haben. Den wohl entscheidenden Hinweis liefert Konrad Lorenz, der im Zusammenhang mit der Entstehung der Willkürmotorik bei den greifhandkletternden Affen einen *perfection reinforcing mechanism* fordert.²¹ Dieser fungiert beim Erlernen komplexer Willkürbewegungsmuster quasi als innerer Lehrer, der die Einübung stabiler und energieökonomischer Bewegungsmuster mit positiven Gefühlen belohnt („Funktionslust“, wie dies Lorenz bezugnehmend auf den deutschen Ganzheitspsychologen Karl Bühler nennt). Da alle Tätigkeitssysteme funktionell eng miteinander vermascht sind und letztlich im Gehirn auf ein gleiches Grundsubstrat zurückgehen, kann man sich unschwer vorstellen, dass dieses im Rahmen der Motorik entstandene Bewertungssystem nun auch in Prozesse der Wahrnehmung und des Denkens hineininterferiert. Vor diesem Hintergrund lassen sich einige sehr wichtige psychische Phänomene erklären:

1. Intrinsic Motivationen und Kulturantriebe: Nach Erwerb einer gewissen Meisterschaft können wir Tätigkeiten um ihrer selbst willen genießen und streben danach, sie auszuweiten und in ihrer Komplexität zu steigern. Dabei kumuliert kulturell generierte Ordnung als materielles Sediment in den Feststrukturen des Gehirns. Diese Strukturen werden in der Psychosynergetik als *Kulturantriebe* bezeichnet. Aus ihnen erwächst der Drang, unsere Fähigkeiten im Tanz oder Tai Chi zu verbessern, uns tiefer in die Musik Bachs einzuhören,

19 Rupprecht Matthaei: *Das Gestaltproblem*, München: J. F. Bergmann 1929.

20 Hansch: *Psychosynergetik* (Anm. 4).

21 Konrad Lorenz: *Vergleichende Verhaltensforschung*, Wien/New York, NY: Springer 1978, S. 251.

oder die derzeit noch unverbundenen Untertheorien der Physik zur *Grand Unified Theory* (GUT) zu vereinigen.

Das Synergitätsbewertungssystem bildet somit die motivationale Brücke zwischen Natur und Kultur. Im Gegensatz zu den nach instruktionistischen Prinzipien funktionierenden Emotionen, die eine inhaltspezifische Zustandsbewertung leisten, vollzieht das Synergitätsbewertungssystem eine inhaltsneutrale Prozess-Bewertung: Synergetischen Prozessen können beliebige kulturelle Inhalte aufmoduliert werden. Nur so ist erklärbar, dass das menschliche Gehirn musikalische oder mathematische Strukturen zu genießen vermag, die es zum Zeitpunkt seiner evolutionären Entstehung noch gar nicht gab.

2. Ästhetische Empfindungen: Vieles spricht dafür, dass die im Rahmen der Synergitätsbewertung entstehenden Stimmigkeitsgefühle der Kern des ästhetischen Empfindens sind.
3. Intuitionen: Da diese Gefühle bei kreativen Suchprozessen in Echtzeit angeben, wie hoch die Qualität des Zusammenwirkens, die Kohärenz und Stimmigkeit des *Gesamt*prozesses ist, geben sie dem im engen Bewusstseinskanal operierenden Ich eine unverzichtbare ‚Richtungsinformation‘.

Auf dieser Grundlage kann man Strukturmodelle des Psychischen formulieren, die sowohl die Ebene der angeborenen Antriebssysteme (EP-Module im Sinne der Evolutionären Psychologie²²) als auch die Kulturantriebe angemessen repräsentieren und zeigen, wie kognitive, emotionale sowie motivationale Prozesse auf diesen Ebenen ablaufen und wechselwirken. Auf diese Weise wiederum lassen sich erstens Ansätze und Techniken traditioneller Psychotherapieschulen theoretisch interpretieren und kohärent integrieren.²³ Zweitens ist es möglich, die Interaktionen und Kommunikationen sowohl des Patienten als auch der Psychotherapie selbst systemisch und prozessual zu betrachten sowie mit den Mitteln der Synergetik zu modellieren. Dieser Aspekt wird später weiter ausgeführt.

Anwendungen der Synergetik auf die Psychotherapie

In das psychosynergetische Theoriekonzept lassen sich v. a. Vorgehensweisen aus den Therapieschulen der Verhaltenstherapie, der Humanistischen Therapien und der Systemischen Therapie integrieren. Folgende Trends werden dabei gesetzt bzw. verstärkt:

Integration der Evolutionspsychologie: Bisher hat keine der etablierten Psychotherapierichtungen das Wissen der Evolutionspsychologie systematisch und umfassend in Theorie und Praxis integriert. Das System Gehirn/Psyche ist modular auf-

22 David Buss: *Evolutionary Psychology. The New Science of the Mind* (1998), dt.: *Evolutionäre Psychologie*, übers. von Ulrich Hoffrage, München: Pearson Studium 2004.

23 Dietmar Hansch/Hermann Haken: „Zur theoretischen Fundierung einer integrativen und salutogenetisch orientierten Psychosomatik“, in: *Gestalt Theory* 26 (2004) 1, S. 7–34.

gebaut – für alle überlebensrelevanten Probleme unserer Steinzeitvorfahren gibt es aufgabenspezifische EP-Module mit emotional-motivationalen, aber auch kognitiven Komponenten. Voraussetzung für den Aufbau eines erfüllten Lebens, für eine Minimierung innerer und äußerer Konflikte sowie eine gelingende Selbststeuerung ist es, diese Erbantriebe auf der bewussten Ebene so adäquat wie möglich zu rekonstruieren (Selbstmodellierung). Sich jene immensen Prägungen aus der ‚Kindheit der Art‘ in dieser Weise bewusst zu machen, ist weitaus bedeutsamer als über die meist weniger bedeutsamen Beeinflussungen der individuellen Kindheit zu spekulieren. Wenn ein junger Mann mit seinem autoritären Chef Probleme hat, so ist das in erster Hypothese eine natürliche Reaktion: Junge Männer haben einen ererbten Drang in Richtung Selbstbehauptung und hohem sozialem Rang. Ein dominant veranlagter junger Mann wird mit hoher Wahrscheinlichkeit schon Pubertätsprobleme mit seinem Vater gehabt haben, vielleicht hat ihn das noch verstärkend sensibilisiert. In die Irre führender Unfug wäre es aber, das ‚Vaterproblem‘ zur Ursache für die Probleme mit dem Chef zu erklären (und dann viele Therapiestunden auf seine ‚Bearbeitung‘ zu verschwenden).

In weiten Bereichen der Psychotherapieszene ist leider eine antirationale Grundhaltung in Verbindung mit einem regelrechten Gefühlskult verbreitet: Es gilt, an verdrängte Gefühle ‚heranzukommen‘, wobei das Denken schadet. Oft wird Patienten empfohlen: „Mach, was sich gut anfühlt – Gefühle lügen nicht!“ Leider lügen Gefühle sehr oft: Wenn Steinzeitmenschen oder Primaten in beengten Situationen – eine enge Felsspalte oder eine herandonnernde Tierherde – Furcht und Fluchttendenzen entwickeln, ist das adäquat. Wenn aber Menschen im Fahrstuhl oder im Gedränge beim Adventseinkauf Panik bekommen, dann sind diese Gefühle eine ‚Lüge‘. Das Affenmännchen kann durch eifersüchtige Kontrolle und gewaltsame Eingrenzung seine ‚Beziehung‘ sichern und deren Sinn erhalten (seine Gene weiterzugeben). Beim Menschenmännchen tritt das genaue Gegenteil ein – auch hier verleiten die Impulse der Eifersucht zu trügerischen Schlussfolgerungen und nicht zielführendem Verhalten. Und auch der oben genannte dominante junge Mann wird keine Karriere machen, wenn er seinem Chef gegenüber ausrastet.

Hier wird deutlich, dass sich eine gewaltige Diskrepanz zwischen der steinzeitlichen Prägung sowie Ausrichtung unserer basalen Emotions-/Motivations-Mechanismen und den Anforderungen unserer kulturellen Umwelt aufgetan hat. Es ist entscheidend, diese Kluft bewusst mental zu repräsentieren und sich Tools für den Umgang mit ihr zu erarbeiten, welche sie wie ein gut geschmiertes ‚Zwischenge triebe‘ überbrücken: Welchen Erbimpuls kann ich wann wie nachgeben und sie ausleben? Welche muss ich wann eingrenzen? Mit welchen mentalen Tools kann das gelingen? Wie kann ich diese Tools erwerben und einüben?

In wie hohem Maße Letzteres gelingt, entscheidet wesentlich über die Stärke des erreichten Kohärenzgefühls. Das Konzept des Kohärenzgefühls (*Sense of Coherence*) kann vor dem Hintergrund der Psychosynergetik sehr differenziert interpretiert werden. Es gilt heute als eines der wichtigsten Konzepte im Bereich Salutogenese/ Gesundheitsforschung: Je höher das Kohärenzgefühl, desto größer sind die Chan-

cen auf psychische und körperliche Gesundheit.²⁴ Die Psychosynergetik bietet ein Programm zur Selbstentwicklung, welches in vieler Hinsicht spezifisch darauf abzielt, das Kohärenzgefühl zu steigern.

Unterstützung des Trends weg von der Überbetonung der (individuellen) Vergangenheit und verstärkte Hinwendung auf das Hier und Jetzt, auf Lösungen und Zukunft, auf das Neue und Positive, auf den Aufbau von Ressourcen. Dies impliziert zum Ersten mehr Aufmerksamkeit für Pathogenesemechanismen im Hier und Jetzt. Als ein höchstgradig rückgekoppeltes System neigt das Gehirn in hohem Maße zum Auslösen von Prozessen der nichtlinearen Selbstverstärkung, die – quasi als Kehrseite der positiven, kreativen Selbstorganisation – ins Negative kippen können. Hierfür haben wir Begriffe wie Teufelskreis, Abwärtsspirale, Aufschaukelung, sich in irgendetwas hineinsteigern, Gedankenkreisen, Grübeln u. a. Ein beträchtlicher Teil allen psychischen Leids wird allein durch diese Mechanismen hervorgebracht. Bewältigungstechniken tragen Namen wie Akzeptanz, Achtsamkeit, Flow, Dereflexion, paradoxe Intention u. a.

Im Übrigen muss ein solches schädliches, vergangenheitsbezogenes Grübeln immens verstärkt werden, wenn man einer Idee anhängt, die in der Populärpsychologie wie im professionellen Bereich noch immer sehr verbreitet ist: In Gehirn und Psyche gibt es keinen Zufall – alles hat Bedeutung, verweist auf etwas tief liegend Verdrängtes, das es aufzudecken gilt, von Traumgebilden bis zum harmlosen ‚Freud-schen Versprecher‘. Diese für die Psychoanalyse nachgerade konstituierende Idee geht auf das zur Zeit ihrer Entstehung noch vorherrschende mechanistische Weltbild zurück. So wie dieses mechanistische Weltbild heute überwunden ist, sollte auch der Determinismus im Psychischen endlich überwunden werden: Es gibt den Zufall, auch und gerade im Gehirn, dem heißesten ‚Evolutionssautoklaven‘ im bekannten Universum. Daher hat nicht alles, was in unserem Innenleben geschieht, eine tiefere Bedeutung, nicht alles ist es wert, überernt genommen zu werden – über vieles dürfen und sollten wir auch hinweggehen. Insbesondere gilt das für die bizarre Kombinatorik unserer Träume – selten leben sich die Zufallsprozesse des Gehirns ungenierter aus als in diesem Bereich.

Ähnlich verhält es sich mit der im Bereich der Tiefenpsychologie sehr ausgeprägten Neigung, das bloße Auffinden von Analogien als eine ‚aufdeckende‘ Erkenntnis zu feiern und diese mit tiefenpsychologischer Bedeutung aufzuladen. So ist in einem verbreiteten psychoanalytischen Standardlehrbuch zu lesen, dass die Ähnlichkeit zwischen Raketen und dem „hochgeschätzten männlichen Organ“ „nicht zufällig“ sei²⁵. Natürlich ist das kein Zufall. Allerdings ist die hier unterstellte psychologische Verursachung dieser Ähnlichkeit absurd. Der Hintergrund der Formähnlichkeit ist rein physikalisch-technisch und damit trivial. Würden Menschen sich durch Knospung fortpflanzen, dürften Kanonen und Raketen um keinen

24 Vgl. Aaron Antonovsky: *Salutogenese. Zur Entmystifizierung der Gesundheit*, hg. von Alexa Franke, Tübingen: dgvt-Verlag 1997.

25 Peter Kutter: *Moderne Psychoanalyse. Eine Einführung in die Psychologie unbewusster Prozesse*, Stuttgart: Klett-Cotta 1992, S. 114.

Deut anders ausschauen, falls sie ihre Funktion erfüllen sollen. In einem fraktalen Universum voller Selbstähnlichkeit sind gottlob die meisten Analogien psychologisch völlig unbedenklich. Zum Zweiten erlaubt insbesondere das Konzept des Kulturantriebs, positive Kräfte und Energien als eigenständig theoretisch darzustellen. Wie bereits erwähnt ist in den Konzepten der Tiefenpsychologie bis heute die Breite der introspektiv unschwer und unmittelbar erfahrbaren sowie (human-) ethologisch bzw. evolutionspsychologisch untersuchten angeborenen Antriebssysteme nicht repräsentiert. Die Mittel dieser Tiefenpsychologie erlauben es nicht, neue und positive kulturelle Inhalte als erworbene und eigenständige Antriebe zu konzipieren. Kulturelle Leistungen können sich hier nur aus der Libido – also letztlich aus dem Sexualantrieb – speisen. Auch dies erfolgt in negativer Manier: die nicht *via naturalis* abführbare Libidoenergie wird auf diese Weise ‚sublimiert‘. Demnach könnte künstlerische oder wissenschaftliche Kreativität also nur aus sexueller Enthaltbarkeit oder Verklemmung erwachsen und wäre eine Art Ersatzbefriedigung. Der bekannte Psychologe und Mitbegründer der Positiven Psychologie Martin Seligman bezeichnet das als „Kernfäule-Dogma“²⁶: Wie schön die Frucht von außen auch aussehen mag – im Kern kann sie immer nur faul sein. Psychosynergetik sieht sich insbesondere mit den Konzepten *Synergiätsbewertungssystem* und *Kulturantrieb* als ein Beitrag zur Positiven Psychologie, welche die Entwicklung des Gesunden und Positiven im Menschen in das Zentrum ihres Bemühens stellt.

„Mustererkennung ist Musterbildung“²⁷, so Hakens schlüssige Einsicht aus seinen Arbeiten zum Thema Wahrnehmung. Dies kann noch weiter gefasst werden: Wissensaneignung ist Wissensrekonstruktion. Es ist unmöglich, Wissen als identisch bleibende, unveränderte Struktur gemäß der Metapher vom Nürnberger Trichter von außen in ein Gehirn zu ‚transplantieren‘. Einzig möglich ist hingegen, das Gehirn zur inneren Reorganisation von Wissensstrukturen anzuregen. Die pädagogische Gekontheit dieser Anregung kann dann lediglich bewirken, dass die gebildeten inneren Wissensstrukturen den angestrebten möglichst ähnlich werden. Das gilt auch für die Vermittlung von Veränderungswissen im Rahmen von Psychotherapie: Es müssen eigene Einsichten erarbeitet, eigene Entscheidungen getroffen, eigene Erfahrungen und eigene Fehler gemacht, Gefühlsnöte und -euphorien selbst durchlebt werden. Psychotherapie kann grundsätzlich nur Hilfe zur Selbsthilfe und Selbsterfahrung sein. Auch die von der Psychosynergetik zur Verfügung gestellten Selbstmanagement-Tools muss sich jeder Patient/Klient selbst innerlich zusammensetzen und individuell anpassen. Dabei wird er jedoch unterstützt durch ein Modulsystem multimedial basierter Selbsthilfematerialien.²⁸

26 Martin Seligman: *Der Glücksfaktor. Warum Optimisten länger leben*, München: Bergisch Gladbach 2003.

27 Hermann Haken: „Pattern Formation and Pattern Recognition – an Attempt at a Synthesis“, in: ders.: *Pattern Formation by Dynamic Systems and Pattern Recognition*, Berlin/Heidelberg/New York, NY: Springer 1979, S. 2–13.

28 Dietmar Hansch: *Erfolgreich gegen Depression und Angst. Wirksame Selbsthilfe – Anleitungen Schritt für Schritt – Fallbeispiele und konkrete Tipps*, Heidelberg: Springer 2014. Ders.: *Burnout. Mit Acht-*

Ein weiterer Ansatz, die Synergetik auf die Psychotherapie anzuwenden, wurde von dem Psychologen Günter Schiepek in Zusammenarbeit mit Haken theoretisch entwickelt und in die klinische Praxis eingeführt.²⁹ Schiepek deutet Heilung als Phasenübergang von einem krankhaften Ordnungszustand in einen neuen Ordnungszustand mit gesundem, flexiblem Verhalten. Als Aufgabe von Psychotherapie sieht er in erster Linie die Schaffung von optimalen Rahmenbedingungen für diesen Prozess einer innengetriebenen psychischen Selbstorganisation. Dem Übergang in eine gesündere innere Organisation sollte eine kritische Instabilität – idealerweise verbunden mit kritischen Fluktuationen – vorausgehen. Um diese Hypothesen zu prüfen, modifizierte bzw. entwickelte Schiepek Methoden der Prozessverlaufsanalyse. Die im Rahmen des Forschungsprojekts „Synergetik der Psychotherapie“ am Universitätsklinikum der RWTH Aachen (1998–2003) erhobenen umfangreichen Datenbestände wurden durch tägliche Selbsteinschätzungen der Patienten gewonnen, wobei diese ca. fünfzig Fragen zu verschiedenen Bereichen beantworteten (Befinden, Therapiefortschritte, Verhältnis zu Therapeuten und Mitpatienten). Diese Daten wurden anschließend mit den mathematischen Mitteln der Synergetik bearbeitet und analysiert, insbesondere hinsichtlich ihrer Fluktuation. In einer am Universitätsklinikum Aachen unter Leitung von Schiepek durchgeführten Studie zeigte sich, dass die Messwerte die meiste Zeit stabil blieben. Stärkere Fluktuationen traten nur innerhalb eines Zeitraums weniger Tage auf und betrafen stets mehrere Messparameter gleichzeitig. Diese Phasen der Instabilität fanden sich Schiepek zufolge vor allem in erfolgreichen Therapien und korrelierten mit einer Abnahme der Beschwerden – je ausgeprägter die Fluktuationen, desto größer der endgültige Therapieerfolg.³⁰ Um diese und andere Informationen dem Therapeuten schon während der laufenden Therapie als zusätzliches Kriterium für therapeutische Interventionen zugänglich zu machen, entwickelt Schiepek eine internetbasierte Echtzeit-Monitoring-Software („Synergetisches Navigationssystem“).³¹ Dieser Ansatz fügt sich nahtlos an die sonstigen, ebenfalls von der Synergetik bereicherten Konzepte der Systemischen Therapie.³²

samkeit und Flow aus der Stressfalle, München: Droemer Knauer 2014. Ders.: *Erfolgsprinzip Persönlichkeit. Selbstmanagement mit Psychosynergetik Probleme meistern, die Zukunft gestalten, eigene Potenziale entwickeln und ausschöpfen*, Heidelberg: Springer 2009. Ders.: *Persönlichkeit führt. Sich selbst und Mitarbeiter wirkungsvoll coachen. Grundlagen der Psychosynergetik*, Offenbach: GABAL 2008.

29 Vgl. Haken/Schiepek: *Synergetik in der Psychologie* (Anm. 8). Günter Schiepek leitet u. a. das Institut für Synergetik und Psychotherapieforschung an der Paracelsus Medizinischen Privatuniversität Salzburg.

30 Günter Schiepek/Stefan Weihrauch/Hermann Honermann/Frank Jagdfeld/Friederike Ludwig-Becker/Ernst R. Petzold/Friedebert Kröger: „Macht die Natur Sprünge? Diskontinuität und kritische Fluktuationen auf dem Weg zum therapeutischen Erfolg“, in: *Verhaltenstherapie und Verhaltensmedizin* 22 (2001) 1, S. 7–25.

31 Günter Schiepek/Wolfgang Aichhorn: „Real-Time Monitoring in der Psychotherapie“, in: *Psychotherapie Psychosomatik Medizinische Psychologie* 63 (2013), S. 39–47.

32 Zur Relevanz des sozialen Umfeldes für die psychische Störung des Patienten vgl. Günter Schiepek/Heiko Eckert/Brigitte Kravanja: *Grundlagen systemischer Therapie und Beratung: Psychotherapie als Förderung von Selbstorganisationsprozessen*, Göttingen: Hogrefe 2013.

Resümierend ist festzustellen: Es handelt sich bei der Synergetik um ein zentrales Paradigma, das entscheidende Einsichten in die Funktionsweise des Gehirns ermöglicht und eine hochgradige Differenzierung sowie Ausarbeitung erfahren hat. Allerdings muss eine Verlangsamung des Fortschritts konstatiert werden. Nach wie vor ist es extrem schwierig, die interdisziplinäre Erforschung hochkomplexer Sachverhalte über Jahre und Jahrzehnte so zu organisieren, dass sich kontinuierlich die Wissenspyramide eines kumulativen Erkenntnisfortschrittes aufbaut und dabei sowohl an Breite, Höhe und innerer Konsistenz gewinnt. Immer wieder werden die Fundamente bestgefügter Pyramiden von Modewellen unterspült. Im Folgenden werden einige mögliche Ursachen genannt. So ist die Erforschung des Komplexen schwierig – sind die wenigen gut zugänglichen Oberflächenschätze geborgen, steigt der Aufwand für weitere Funde exponentiell. Von allgemeinen Tendenzen wie Beschleunigung, Informationsüberflutung, Kampf um die immer knappere Ressource Aufmerksamkeit bis hin zur Spektakelkultur bleibt auch der Wissenschaftsbetrieb nicht unberührt. Resonanz in Öffentlichkeit und Wissenschaftsjournalismus spielt eine wachsende Rolle. Zwangsläufig gewinnen in dieser Situation diejenigen Ansätze systematische Vorteile, welche sich als ‚neu‘ deklarieren und in der Tendenz einfacher sowie plakativer sind: Das Bild schlägt immer die Formel.

Die Modewelle, die vor diesem Hintergrund einer synergetisch und komplexitätstheoretisch orientierten Neurowissenschaft Aufmerksamkeit und Ressourcen nimmt, heißt *bildgebende Verfahren*. Insbesondere die funktionelle Magnetresonanztomografie (fMRT) hat hier eine Verbreitung und Dominanz gewonnen, die weit über ihren potenziellen Erkenntniswert hinausreicht. Im Ergebnis werden hier Durchblutungsunterschiede als Farbflecken in Hirn-Schnittbildern dargestellt. Die für das psychische Geschehen wichtigen funktionellen synergetischen Strukturbildungen lassen sich mit dieser Methode jedoch nicht erfassen. Zum einen ist die zeitliche Auflösung zu gering, zum anderen ist der Bezug zwischen Durchblutung und eigentlicher Hirnfunktion zu indirekt und unklar. Was würde man z. B. über einen PC erfahren, wenn man ihn mit einer Wärmebildkamera untersuchen würde? Man erhielte rote Punkte im Bereich von Prozessor, Grafikkarte und Netzteil, könnte jedoch diese Funktionen nicht differenzieren und würde schon gar nichts über die filigranen und schnellen Prozesse in der CPU erfahren. Im Rahmen der Synergetik des Gehirns empfiehlt es sich deshalb, insbesondere Methoden mit hoher zeitlicher Auflösung wie die Magnetenkephalografie (MEG) weiterzuentwickeln. Bei dieser werden die durch elektrische Neuronenaktivität entstehenden Magnetfelder durch bis zu dreihundert Sensoren auf der Kopfhaut abgegriffen.

Anders als vielerorts im Rahmen der fMRT-Mode wäre das Primat der Sachfrage vor den Methodenfragen zu sichern. Die forschungsleitende Perspektive sollte also nicht sein: Wir haben einen Scanner – was kann man denn damit jetzt so alles untersuchen?, sondern vielmehr: „Wir haben ein vielschichtiges, interdisziplinär begründetes Modell relevanter Hirnfunktionen. Wie können wir verschiedene Methoden sinnvoll einsetzen, um dieses Modell zu korrigieren und auszubauen?“

Es ist die Hoffnung der Autoren, dass sich der Mainstream der Neurowissenschaften wieder in einer solchen Richtung sammeln möge. Grundsätzlich sind wir

der Überzeugung, dass die Synergetik im Verbund mit den anderen Ansätzen aus dem Bereich komplexer dynamischer Systeme für unser Welt- und Menschenbild so relevant ist wie keine andere wissenschaftliche Neuerung der letzten Jahrzehnte. Die hier verborgenen Möglichkeiten sind noch nicht ausreichend erkannt, geschweige denn ausgeschöpft. Dies betrifft auch und vor allem die immer noch ausstehende Integration der „zwei Kulturen“ Charles Percy Snows zu einer *dritten Kultur*. Die Theorien komplexer dynamischer Systeme liegen auf einer systemtheoretischen Zwischenebene. Sie erlauben es, mit Begriffen und Konzepten, die aus der Naturwissenschaft abgeleitet wurden, komplexe Fragen und Probleme anzugehen, die ehemals alleiniges Terrain der Geisteswissenschaften waren. Wir wünschen uns, dass beide Kulturen auf dieser systemtheoretischen Zwischenebene zu einem wechselseitig bereichernden Dialog finden. Ein solcher Dialog enthält wichtige Anregungen für alle Bereiche von Wissenschaft, Kultur und Gesellschaft.³³

33 Weiterführend dazu vgl. Dietmar Hansch: *Sprung ins Wir. Die Neuerfindung von Gesellschaft aus systemischer Sicht*, Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht 2010.

Autorinnen und Autoren

LISA MARINA BORLAND, Dozentin an der Stanford University (Department of Management Science and Engineering), zuletzt Head of Research und Co-Portfolio Managerin bei der Vermögensverwaltungsfirma T2AM in Los Angeles. Forschungsschwerpunkte: Finanzmathematik, Ökonomie und Physik (Econophysics), Thermodynamik mit Fokus auf non-lineare stochastische Systeme. Publikationen (Auswahl): „Statistical signatures in times of panic: markets as a self-organizing system“, in: *Quantitative Finance* 12 (2012) 9, S. 1367–1379, „On a multi-time-scale statistical feedback model for volatility fluctuations“ (mit J.-P. Bouchaud), in: *Journal of Investment Strategies* 1 (2011) 1, S. 65–104, „A non-Gaussian option pricing model with skew“ (mit J.-P. Bouchaud), in: *Quantitative Finance* 4 (2004) 5, S. 499–514, „Option pricing formulas based on a non-Gaussian stock price model“, in: *Phys. Rev. Lett* 89, 098701 (2002), „Microscopic dynamics of the non-linear Fokker-Planck equation: A phenomenological model“, in: *Phys. Rev. E* 57, 6634 (1998).

PETER A. CORNING, Direktor des Institute for the Study of Complex Systems, davor Dozent des interdisziplinären Human Biology Program der Stanford University sowie Forschung am Behavior Genetics Laboratory der Stanford Medical School und dem Engineering-Economic Systems Department. Forschungsschwerpunkte: Evolution, Komplexe Systeme, Systemtheorie und kybernetische Informationstheorie. Publikationen (Auswahl): *The Synergism Hypothesis: A Theory of Progressive Evolution* (New York, NY 1983), *Nature's Magic: Synergy in Evolution and the Fate of Humankind* (New York, NY 2003), *Holistic Darwinism: Synergy, Cybernetics, and the Bioeconomics of Evolution* (Chicago, IL 2005), *The Fair Society: The Science of Human Nature and the Pursuit of Social Justice* (Chicago, IL 2011).

SUSANNE VON FALKENHAUSEN, Professorin für Neuere Kunstgeschichte mit Schwerpunkt Moderne an der Humboldt-Universität zu Berlin. Forschungsschwerpunkte: Kunst, Architektur und Macht seit der Französischen Revolution, Geschlechterforschung in der Kunstgeschichte der Moderne, Theorien und Praxen von Repräsentation, Fragen der Interdisziplinarität in Kunstgeschichte und Kunstwissenschaft. Publikationen (Auswahl): *Jenseits des Spiegels. Das Sehen in Kunstgeschichte und Visual Culture Studies* (Paderborn 2015), *Praktiken des Sehens im Felde der Macht. Gesammelte Schriften* (Hamburg 2011), *KugelbauVisionen. Kunstgeschichte einer Bauform von der Französischen Revolution bis zum Medienzeitalter* (Bielefeld 2008), *Medien: Medialität – Kultureller Transfer – Geschlecht* (Mithg., Marburg 2004), *Italienische Monumentalmalerei im Risorgimento 1830–1890. Strategien nationaler Bildersprache* (Berlin 1993).

GABRIELE FOIS-KASCHEL, emeritierte Professorin für deutsche Sprache und Literatur an der Université de la Réunion in Saint-Denis, Forschungsabteilung Contacts de Cultures, de Littératures et de Civilisations. Forschungsschwerpunkte: Schreibweisen des Körpers, literarische Hermetik, Ästhetik der Befremdung, altermoderne Kunst und Performance Art. Publikationen (Auswahl): *Rabindranath Tagore. Ein anderer Blick auf die Moderne – Un autre regard sur la modernité* (Hg., Tübingen 2013), *Blick und Domination im Wechselspiel von Eigenem und Fremden*, (Mithg., Saint-Denis 2006), *Analyse linguistique de l'hermetisme et des libertés poétiques chez Hölderlin, Trakl et Celan* (Paris 2002), *Text/Körper und Choreographie: Die ausdrückliche Zergliederung des Antonin Artaud* (Frankfurt a. M. 1981).

HERMANN HAKEN, emeritierter Professor für theoretische Physik der Universität Stuttgart. Er ist einer der Väter der Lasertheorie und begründete 1969 die Synergetik. Ordentliches Mitglied der Akademie der Naturforscher Leopoldina, Träger des Ordens Pour le Mérite sowie der Max-Planck-Medaille der Deutschen Physikalischen Gesellschaft. Forschungsschwerpunkte: Festkörperphysik, Quantenoptik, Laserphysik, Atom- und Quantenphysik, Synergetik. Publikationen (Auswahl): *Synergetics* (Berlin 2013), *Synergetik in der Psychologie* (Göttingen 2006), *Brain Dynamics* (Berlin 2002), *Erfolgsgeheimnisse der Natur* (Stuttgart 1981), *Quantenoptik, Laser, nichtlineare Optik* (Opladen 1975).

DIETMAR HANSCH, Leiter des Schwerpunktes Angsterkrankungen an der Privatklinik Hohenegg in Meilen am Zürichsee. Forschungsschwerpunkte: Psychosynergetik, Selbstmanagement, Persönlichkeitsentwicklung, Salutogenese und Positive Psychologie. Publikationen (Auswahl): *Burnout* (München 2014), *Erfolgreich gegen Depression und Angst* (Berlin 2011), *Sprung ins Wir* (Göttingen 2010), *Erfolgsprinzip Persönlichkeit* (Heidelberg 2006), *Psychosynergetik* (Opladen 1997) „Psychosynergetik – neue Perspektiven für die Neuropsychologie? Grundriss einer psychosynergetischen Theorie emotionaler und motivationaler Prozesse“, in: *Zeitschrift für Psychologie* 196 (1988), S. 421–436.

MARIE-LUISE HEUSER, Leiterin der Forschungsgruppe „Kultur und Raumfahrt“ am Institut für Raumfahrtsysteme der Technischen Universität Braunschweig und Geschäftsführerin der Gesellschaft für Kultur und Raumfahrt e.V. Forschungsschwerpunkte: Natur-, Technik- und Wissenschaftsphilosophie, Metaphysik und Kunstphilosophie, Romantische Naturphilosophie, Philosophie der Raumfahrt. Publikationen (Auswahl): „The Significance of „Naturphilosophie“ for Justus und Hermann Grassmann“, in: Hans-Joachim Petsche (Hg.): *From Past to Future: Grassmann's Work in Context* (Basel/Boston, MA/Berlin 2011), S. 49–60, *Schelling und die Selbstorganisation. Neue Forschungsperspektiven* (Mithg., Berlin 1994), „Die Architektur des Komplexen“ (Mitautorin), in: *Arch+* 121 (1994), S. 38–42, *Die Produktivität der Natur. Schellings Naturphilosophie und das neue Paradigma der Selbstorganisation in den Naturwissenschaften* (Berlin 1986).

GEORGI KAPRIEV, Professor für Philosophie an der St.-Kliment-Ohridski-Universität Sofia. 2002–2012 Vorsitzender der Kommission „Byzantinische Philosophie“ der Société Internationale pour l'Étude de la Philosophie médiévale. Herausgeber von *www.philosophia.bg* und Mitherausgeber von *Archiv für mittelalterliche Philosophie und Kultur*. Forschungsschwerpunkte: byzantinische und lateinische Philosophie des Mittelalters, orthodoxe Theologie, Philosophie und Soziologie der Kultur, Philosophie und Kunst des 20. Jahrhunderts. Publikationen (Auswahl): *Byzantinische Etüden* (bulg., Sofia 2014), *Le Sujet de l'Acteur. An Anthropological Outlook on Actor-Network Theory* (Mithg., München 2014), *Byzantinische Philosophie. Vier Zentren der Synthese* (bulg., Sofia 2011), *Maximus Confessor. Eine Einführung in sein Denksystem* (bulg., Sofia 2010), *Was ist Idee?* (Mithg., Hannover 2007), *Philosophie in Byzanz* (Würzburg 2005), *Die Dionysius-Rezeption im Mittelalter* (Mithg., Turnhout 2000), *... ipsa vita et veritas Der „ontologische Gottesbeweis“ und die Ideenwelt Anselms von Canterbury* (Leiden u. a. 1998).

HELENA KNYAZEVA, Professorin für Philosophie an der National Research University Higher School of Economics in Moskau, Leiterin des Fachbereichs „Evolutionäre Erkenntnistheorie“ sowie des Forschungsprojektes „Evolutionäres Denken als Grundlage interdisziplinärer Synthesen des Wissens“. Forschungsschwerpunkte: Epistemologie und Philosophie der Wissenschaften, Komplexitätsforschung und Grundlagen der Synergetik. Publikationen (Auswahl): *Enactivism: eine neue Form in der Epistemologie* (russ., Moskau 2014), *Synergetik. Anthologie* (russ., Hg., Moskau 2013), *Evolutionäre Epistemologie. Zeitgenössische Diskussionen und Tendenzen* (russ., Hg., Moskau 2012), *Grundlagen der Synergetik. Der Mensch, der sich und seine Zukunft konstruiert* (russ., mit S. P. Kurdyumov, 4., erw. Aufl. Moskau 2011), „Self-Reflective Synergetics“, in: *Systems Research and Behavioral Science* 20 (2003) 1, S. 53–64, „Arbitrariness in Nature: Synergetics and Evolutionary Laws of Prohibition“, *Journal for General Philosophy of Science* 31 (2000) 1, S. 57–73 (mit H. Haken), *Die Gesetze der Evolution und Selbstorganisation komplexer Systeme* (russ., mit S. P. Kurdyumov, Moskau 1994).

JOACHIM KRAUSSE, emeritierter Professor für Designtheorie an der Hochschule Anhalt in Dessau und ständiger Mitarbeiter der Architekturzeitschrift *Arch+*. Forschungsschwerpunkte: Theorie und Geschichte von Bau, Raum und technischer Kultur in Architektur, Ausstellung, Design und visuellen Medien, Konstruktion als Verkörperung von Intelligenz. Publikationen (Auswahl): *Unsichtbare Architektur. Knud Lönberg-Holm und die Structural Study Associates* (Nürnberg 2011), R. Buckminster Fuller: *Bedienungsanleitung für das Raumschiff Erde und andere Schriften* (Hg., Hamburg 2010), Vorlesungen: „*The Architecture of Spacetime*“, 2007, online <https://vimeo.com/album/2921025>, *Vom großen Refraktor zum Einsteinturm* (Mitautor, Gießen 2002), *Your Private Sky: R. Buckminster Fuller, 2 Bde.* (gemeinsam mit Claude Lichtenstein, engl. und dt. Ausg.): I. *The Art of Design Science / Design als Kunst und Wissenschaft* (Baden 1999), II. *Discourse / Diskurs* (Baden 2001), „Gebaute Weltbilder. Von Boullée bis Buckminster Fuller“, *ARCH+* 116 (1993), S. 20–79.

VANESSA LUX, Research Fellow am Arbeitsbereich Genetische Psychologie an der Ruhr-Universität Bochum. Forschungsschwerpunkte: Schnittstellen zwischen den Bio-/Neurowissenschaften und der Psychologie sowie Theorie und Geschichte der Psychologie. Publikationen (Auswahl): *Kulturen der Epigenetik: Vererbt, codiert, übertragen* (Mithg., Berlin/Boston, MA 2014), *Genetik und psychologische Praxis* (Wiesbaden 2012), „Verschiebungen im biologischen Determinismus: Aufwertung des Psychischen und Renaturalisierung des Sozialen“, in: Christoph Bialluch/Klaus-Jürgen Bruder/Bernd Leuterer (Hg.): *Macht – Kontrolle – Evidenz: psychologische Praxis und Theorie in den gesellschaftlichen Veränderungen* (Gießen 2012), S. 359–374, *Erkenntnis und Kritik. Zeitgenössische Positionen* (Mithg., Bielefeld 2009).

KLAUS MAINZER, Professor für Philosophie und Wissenschaftstheorie an der Technischen Universität München und Direktor der Carl von Linde-Akademie, Gründungsdirektor des Munich Center for Technology in Society an der TUM. Forschungsschwerpunkte: Mathematische Modellierungen in den Natur-, Technik- und Sozialwissenschaften, Komplexe Systeme und Selbstorganisation sowie Künstliche Intelligenz. Publikationen (Auswahl): *Die Berechnung der Welt: von der Weltformel zu Big Data* (München 2014), *Local Activity Principle. The Cause of Complexity and Symmetry Breaking* (mit L. Chua, London 2013), *The Universe as Automaton. From Simplicity and Symmetry to Complexity* (mit L. Chua, Berlin 2011), *Leben als Maschine? Von der Systembiologie zur Robotik und Künstlichen Intelligenz* (Paderborn 2010), *Symmetry and Complexity: The Spirit and Beauty of Nonlinear Science* (Singapore 2005), *Zeit. Von der Urzeit zur Computerzeit* (München 1995/52005, engl. 2003), *Thinking in Complexity. The Computational Dynamics of Matter, Mind, and Mankind* (Berlin/Heidelberg/New York, NY 1994/52007, japan. 1997, chin. 1997/52013, russ. 2009), *Symmetrien der Natur* (Berlin/New York, NY 1988, engl. 1996).

TATJANA PETZER, Dilthey-Fellow am Zentrum für Literatur- und Kulturforschung Berlin und bis 2015 Oberassistentin am Slavischen Seminar der Universität Zürich. Forschungsschwerpunkte: Slavische Literaturen und (Wissens-)Kulturen, Transformationsästhetik der Moderne, Epistemologien der Kälte, Wissensgeschichte der Synergie. Publikationen (Auswahl): Internetforum „SynergieWissen“ auf: <http://www.zffprojekte.de/synergie> (seit 2011), *Ordnung pluraler Kulturen. Figurationen europäischer Kulturgeschichte, vom Osten her gesehen* (Mithg., Berlin 2013), »Isochimenen«. *Raum und Kultur im Werk von Isidora Sekulić* (Mithg., München 2012), *Namen. Benennung – Verehrung – Wirkung. Positionen in der europäischen Moderne* (Mithg., Berlin 2009), *Geschichte als Palimpsest. Erinnerungsstrukturen in der Poetik von Danilo Kiš* (Frankfurt a. M. 2008).

IGOR J. POLIANSKI, kommissarischer Leiter und Akademischer Rat am Institut für Geschichte, Theorie und Ethik der Medizin der Universität Ulm. Forschungsschwerpunkte: Kultur- und Ideengeschichte der Medizin und Biowissenschaften im

18.–20. Jahrhundert, Geschichte der Medizinethik und historische Moralsoziologie, Modernisierungstheorie und Gesundheitswesen, historische Semantik und Ikonographie der Natur und des menschlichen Körpers. Publikationen (Auswahl): *Das Schweigen der Ärzte. Eine Kulturgeschichte der sowjetischen Medizin und ihrer Ethik* (Habilitationsschrift 2014), *Medizin im Spiegel ihrer Geschichte, Theorie und Ethik. Schlüsselthemen für ein junges Querschnittsfach* (Mithg., Stuttgart 2012), *Die Spur des Sputnik. Kulturhistorische Expeditionen ins kosmische Zeitalter* (Mithg., Frankfurt a. M. 2009), *Die Kunst, die Natur vorzustellen. Die Ästhetisierung der Pflanzenkunde um 1800 und Goethes Gründung des botanischen Gartens zu Jena im Spannungsfeld kunsttheoretischer und botanischer Diskussionen der Zeit* (Worms 2004).

STEPHAN STEINER, Referent für Philosophie an der Katholischen Akademie in Berlin. Arbeitsschwerpunkte: Religionsphilosophie, politische Philosophie, Naturphilosophie, Philosophiegeschichte des 19. und 20. Jahrhunderts. Publikationen (Auswahl): „The Relevance of Cassirer and the Rewriting of Intellectual History“, in: *History of European Ideas* 40 (2014), S. 1–7, „Pragmatischer Naturalismus. Anmerkungen zum Naturbegriff in transatlantischer Perspektive“, in: *Forum Interdisziplinäre Begriffsgeschichte* 3 (2014), S. 74–81, „Naturalism and Religion. A European Perspective“, in: *American Journal of Theology and Philosophy* 35 (2014), S. 65–75, *Weimar in Amerika. Leo Strauss' Politische Philosophie* (Tübingen 2013), „Der unabschließbare Prozess der Interpretation. Religionskritik und Kulturkritik als Doppelgänger und Widersacher“, in: *Fuge – Journal für Religion und Moderne*, Band 8 (2011), S. 101–120.

DIETER THOMÄ, Professor für Philosophie an der Universität St. Gallen. Arbeitsschwerpunkte: Sozialphilosophie, Ethik, Kulturphilosophie, politische Philosophie, Phänomenologie. Publikationen (Auswahl): *Glück. Ein interdisziplinäres Handbuch* (Mithg., Stuttgart 2011), *Väter. Eine moderne Heldengeschichte* (München 2008), *Totalität und Mitleid* (Frankfurt a. M. 2006), *Heidegger-Handbuch* (Hg., Stuttgart 2003), *Erzähle dich selbst. Lebensgeschichte als philosophisches Problem* (München 1998), *Die Zeit des Selbst und die Zeit danach. Zur Kritik der Textgeschichte Martin Heideggers 1910–1976* (Frankfurt a. M. 1990).

GEORG TOEPFER, Leiter des Forschungsbereichs LebensWissen am Zentrum für Literatur- und Kulturforschung Berlin. Arbeitsschwerpunkte: Philosophie der Biologie, Geschichte und Theorie biologischer Grundbegriffe, Grenzdiskurse zwischen den Natur- und Kulturwissenschaften, Anthropologie. Publikationen (Auswahl): *Evolution* (Stuttgart 2013), *Historisches Wörterbuch der Biologie. Geschichte und Theorie der biologischen Grundbegriffe* (3 Bde., Stuttgart/Weimar 2011), *Transformation. Ein Konzept zur Erforschung kulturellen Wandels* (Mithg., München 2011), *Diffusion des Humanen. Grenzregime des Humanen zwischen Leben und Kulturen* (Mithg., Frankfurt a. M. 2007), *Philosophie der Biologie. Eine Einführung* (Mithg., Frankfurt a. M. 2005), *Zweckbegriff und Organismus. Über die teleologische Beurteilung biologischer Systeme* (Würzburg 2004).

CHRISTINA VAGT, Vertretungsprofessorin für Wissens- und Kulturgeschichte, Institut für Kulturwissenschaft, Humboldt-Universität zu Berlin sowie wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fachgebiet Literaturwissenschaft der Technischen Universität Berlin. Forschungsschwerpunkte: Wissens- und Kulturgeschichte der Naturwissenschaften, Technik-, Design- und Medientheorien. Publikationen (Auswahl): *Geschichte Sprünge. Physik und Medium bei Martin Heidegger* (Berlin 2012), *Henri Bergson, Dauer und Gleichzeitigkeit. Über Einsteins Relativitätstheorie* (Hg.), übers. von Andris Breitling (Hamburg 2015), *The Afterlives of Systems (= Communication+1*, Nr. 3) (hg. mit Florian Sprenger, Amherst, MA 2014), „Richard Buckminster Fuller – Ventilated Prose“, in: Katrin Klingan et. al. (Hg.): *Textures of the Anthropocene: Grain Vapor Ray* (Boston, MA 2014), „Heidegger und die Atomphysik“, in: David Espinet/Toni Hildebrandt (Hg.): *Suchen, Entwerfen, Stiften. Entwurfsdenken mit Heidegger und darüber hinaus* (Paderborn 2014), S. 143–154, „Fiktion und Simulation. Buckminster Fullers *World Game*“, in: Friedrich Balke/Joseph Vogl/Bernhard Siegert (Hg.): *Mediengeschichte nach Friedrich Kittler* (= Archiv für Mediengeschichte, Nr. 13) (München 2013), S. 51–68, „Im Äther. Einstein, Bergson und die Uhren der Mikrobe“, in: Eva Johach/Diethard Slawicki (Hg.): *Übertragungsräume. Trierer Beiträge zu den historischen Kulturwissenschaften* (Wiesbaden 2013), S. 133–144.

Register

- Agrippa, Menenius 97, 104
Akindynos, Gregorios 34 f.
All-Einheit 289–292, 297, 311
Analogie 20, 23, 37, 47, 50, 57, 215, 239,
250, 278, 322, 332–336, 342, 348,
351 f., 358, 367, 372, 378, 383 f.
anorganisch 54, 106 f., 150 f., 155, 193 f.,
232, 236, 306, 339
Anschaulichkeit 16, 29, 60, 77, 83, 168 f.,
202, 323, 245
Anthropologie 16, 29, 39, 42 f., 45, 49,
153, 163, 285, 289 f., 292, 298, 307,
312, 314, 330–332
synergetische Anthropologie 29, 311,
314
Anthropologie 289, 292
Architektur 7, 16–18, 27, 87, 167 f.,
178 f., 181, 184, 186, 194, 198, 208,
214, 218, 227, 237 f., 240 f., 244 f.,
348 f., 350 f., 353–355, 358 f.
Aristoteles 13–16, 22, 34–36, 60, 63, 95–
97, 99–111, 130, 139, 141, 214, 300 f.,
317
aristotelisch 9, 34, 43, 47, 59 f., 96 f.,
99, 255, 301
Augustinus 11, 42, 48, 331
Aurel, Mark 97
Autopoiese 21, 31, 149, 151, 155–157,
60–163, 365, 377
Avantgarde 8, 59, 61, 65 f., 69
- Bachelier, Louis 268, 271
Baldwin, James Mark 251
Barabási, Albert-László 137
Barlaam von Kalabrien 35, 41, 251
Barthez, Paul Joseph 100 f., 103
Basilius von Caesarea 51 f., 331
Baudelaire, Charles 118
Baukonstruktion 18, 178 f., 197, 200, 202,
206
Beguëlin, Henry 98
Belov, Nikolaj 304 f.
Belyj, Andrej 297–299
Bénard, Henri 153
Bénard-Experiment 77 f.
Bénard-Instabilität 366
Bénard-Konvektion 153, 367, 378
Bénard-Zellen 109, 136, 141, 153,
159 f.
Berdjaev, Nikolaj 296–298
Bergson, Henri 83, 132, 307
Bernoulli, Johann 72
Bertalanffy, Ludwig von 181
Berzelius, Jöns Jakob 80
Bewegung, Beweglichkeit 21, 24 f., 28, 32,
34, 54 f., 56, 62, 64 f., 66 f., 69, 72,
74 f., 78, 85, 87, 102, 112, 154, 158–
160, 172, 174, 179, 181 f., 184–189,
237, 312, 377, 379
Bifurkation 80, 154, 156 f., 162, 324,
368
Binnig, Gerd 371 f.
Biosphäre 163, 306–308
Black, Fisher 268, 271 f.
Blitz, David 130 f.
Bogdanov, Aleksandr 303–306, 309 f.
Bohr, Nils Henrik David 171
Boltzmann, Ludwig 77 f.
Boullée, Étienne-Louis 346–351, 356 f.
Brownsche Molekularbewegung 154, 267,
366
Bruno, Giordano 149, 150 f.
Bugaev, Nikolaj Vasil'evič 298
Bühler, Karl 62 f., 380
- Čachal, Gor 311–313
Campbell, Donald T. 135
Carlyle, Thomas 118
Carnot, Sadi 73 f.
Cartesianismus, cartesianisch 53, 55 f., 60,
314
Caspar, Donald 223
Casti, John 138
Čekrygin, Vasilij 295
Chemie, chemisch 12, 18, 26, 28, 47,
71, 75 f., 79–86, 89 f., 93, 107 f.,
130 f., 136, 144, 155 f., 192, 194–196,
198, 204, 222 f., 229, 234, 237, 241,
253 f., 256, 265, 277, 305, 309, 342,
367, 370
chemische Reaktion 13, 80 f., 106 f.
Choreographie 24–26, 247–251, 254–263

- Choružij, Sergej 29, 291, 311 f., 314
 Chreode 21, 28, 247–251, 254–263
 Christentum, christlich 35 f., 44, 48, 52, 56, 97, 121, 290, 292, 296, 299, 312, 330, 332, 334, 337, 340, 343
 christlich-orthodox, s. auch Ostchristentum 11, 285, 290, 294, 300
 Christologie 36, 38, 43, 295
 Christus 38, 42, 52, 286, 289, 295 f., 311
 Clausius, Rudolf 74
 Clayton, Philip 139, 147
 Condorcet, Marquis de 126
 Cowe, Russell J. 258 f.
 Crick, Francis 138, 141
- Dadaiismus 66 f., 209
 Darwin, Charles Robert 15, 82, 130 f., 142, 145
 Darwin, Erasmus 101 f.
 Darwinismus, darwinistisch 142, 251, 129, 133, 136, 257, 370
 neo-darwinistisch 134
 non-darwinistisch 132
 post-darwinistisch 130
 Delrío, Martín Antonio 98
 Demokrit 253
 Denkfigur 21–24, 30, 47 f., 49, 57, 330, 346, 348, 366
 Descartes, René, s. auch Cartesianismus 42, 45, 231, 242
 Design 7, 17, 135, 140, 193, 208 f., 212, 214, 217, 227, 237–240, 244 f., 350, 359
 Dissipation, s. auch dissipative Struktur 74, 81, 89
 Dorotheos von Gaza 287
 Dreieck 176, 189, 202–205, 208, 212, 215–219, 241
 Durkheim, Émile 103, 344
 Dymaxion 175, 198, 209, 212, 216, 220
 Dynamik 22 f., 27, 33 f., 39–41, 54, 57, 63 f., 67, 69, 78, 81–83, 85–87, 105, 110, 123, 134 f., 138, 141, 143, 146 f., 150 f., 153 f., 156, 159, 161–163, 173 f., 179, 204, 251, 258, 261 f., 265–268, 274 f., 208 f., 231, 304 f., 307, 321, 323 f., 331 f., 343, 366 f., 370, 372 f., 375–378, 389
- Eggers, Dave 345
 Eigen, Manfred 82, 155 f.
 Einstein, Albert 28, 169–174, 189, 212, 232, 235, 237, 240 f.
 Ektropie, ektropisch 301 f.
 Emergenz 13, 20 f., 22, 26 f., 93, 107 f., 129–147, 149, 151 f., 156, 160 f., 229, 254 f., 301, 318, 325, 328, 335, 368, 373, 375, 377, 379
 Emergentismus 12 f., 15
 Energie 14, 16, 294, 300
 Energetik 16, 26, 71–90, 300
 Energie 11, 16–18, 24, 28, 34–45, 54–56, 61, 66, 98, 111, 126, 131 f., 136, 140, 154, 167 f., 170 f., 182, 184, 189, 192 f., 204 f., 208, 212, 214, 279, 227, 229, 232, 235–239, 241 f., 265, 286, 288 f., 291, 294, 299–302, 304, 306, 312, 314, 323, 331, 347, 380, 384
 Energienlehre 11, 33, 35–37
 Entropie 19, 74, 76 f., 154, 156 f., 301 f.
 Epistemologie 12, 22, 129, 139, 141, 205, 229, 242–244, 290, 310, 316, 318, 373, 391
 Erasmus von Rotterdam 48 f., 97
 euklidische Geometrie, s. Geometrie
 Evolution 16, 23, 27–29, 48, 60 f., 82 f., 87, 94, 109 f., 129–143, 145–147, 155 f., 235, 247–249, 251–253, 257–260, 262, 266, 280, 294, 302, 307, 317–327, 330, 338, 340, 365 f., 367–372, 375, 380 f., 383 f.
 Experiment 15, 22, 59, 61, 67, 69, 77, 132, 145 f., 167, 176, 182, 188, 196, 233 f., 242 f., 253, 261, 266, 304, 306, 314, 319, 330, 337, 368, 374, 377
- Fedorov, Nikolaj 292–297
 Feofan der Klausner 287 f.
 Finanzmarktsynergetik 9, 20, 265–281
 Florenskij, Pavel 16 f., 289, 298–301, 308
 Florovskij, Georgij 310
 Foerster, Heinz von 134, 161
 Foster, Norman 345 f., 362
 Freud, Sigmund 26, 112, 126, 127
 Fuller, Richard Buckminster 17 f., 20, 22, 25, 27 f., 30, 135, 167–172, 174–179, 181, 184, 188–214, 216–223
 Fuller Snyder, Allegra 25, 214

- Galen 44, 96 f., 99 f.
 Ganoczy, Alexandre 23, 30, 329–343
 Ganzes, s. auch Teil-Ganzes-Relation
 Ganzheit 14 f., 18, 38, 42 f., 57, 85, 93–95, 237, 300, 303, 305 f., 310, 315, 335 f., 338, 343, 377, 380
 Gauß, Carl Friedrich 237
 Gaußsche Verteilung 268–273, 275, 278
 Gebet 21, 51, 53, 58, 286, 288 f., 312, 340
 Genetik 27 f., 82, 85, 87, 132, 134, 152, 162 f., 229, 247, 249–252, 254–263, 294, 304, 322 f., 330, 370–372, 374, 381
 geodesic domes 135, 191, 200, 206, 208, 222
 Geometrie 25, 27 f., 72, 76, 158 f., 167–172, 174–176, 193 f., 196 f., 200, 202–205, 208, 211 f., 214 f., 217 f., 200–222, 228, 235 f., 241, 330, 348, 354, 365, 371
 energetische 28, 229–233, 237, 239, 247
 empirische 168
 euklidische 28, 205, 232, 235, 237
 nicht-euklidische 230
 post-euklidische 358
 Georgios von Zypern 37 f.
 Gibbs, Josiah Willard 77
 Gilbert, Scott F. 251 f.
 Gilbreth, Frank Bunker 178 f., 189
 Gilbreth, Lillian Moller 181
 Glandsdorff, Paul 157
 Glaube 30, 40, 51, 285–290, 296, 299, 309
 Aberglaube 33, 44
 Goldstein, Jeffrey 138
 Gott-Mensch-Beziehung 16 f., 54, 285, 298, 315
 Graham, Robert 157 f.
 Grand, Steve 137
 Graßmann, Hermann 230–232, 237, 244
 Gregersen, Nils Henrik 137
 Gregor von Nazianz 285
 Gutfeldt, August 102

 Haeckel, Ernst 222, 304, 309, 371
 Hahn, Otto Emil 171
 Haken, Hermann 17–20, 22 f., 29 f., 79, 106, 135, 155–160, 162, 208, 229, 265 f., 276, 314, 317–319, 324, 335, 342 f., 376 f., 384 f.
 Haldane, John B. S. 247, 257
 Hamilton, William Rowan 231
 Hands-on-Praxis 25, 167
 Hartmann, Max 94
 Hegel, Georg Wilhelm Friedrich 119, 124, 290
 Heidegger, Martin 34
 Heiligung 287, 341
 Selbstheiligung 56
 Heilsökonomie 10, 288
 Heisenberg, Werner 195, 232
 Helmholtz, Hermann von 73, 76, 252
 Henderson, Lawrence 234
 Heraklit 233, 372
 Herder, Gottfried 117, 119
 Hermeneutik 11, 338, 340
 Naturhermeneutik 30, 329
 Hesychasmus 11, 35, 286, 288 f., 299, 311 f., 314 f.
 Hesychasmusstreit 35, 41, 299
 Heylighen, Francis 136
 Higgs-Teilchen 140, 330
 Hilbert, David 168 f.
 Hirnforschung 7, 30, 79, 372
 Hoff, Jacobus Henricus van't 195 f.
 Hofmannsthal, Hugo von 62, 68
 Holismus, holistisch 12, 13, 15, 22, 24, 26, 28, 30, 55, 61, 66, 93 f., 158, 247 f., 260, 285, 303, 309, 315, 334 f., 341, 347
 Holland, John 136, 138
 Hönigswald, Richard 94 f.
 Huang, Sui 262 f.
 Hubble, Edwin 212
 Hume, David 119, 122
 Husserl, Edmund 62 f.
 Huxley, Julian Sorell 133, 146

 Ideengeschichte 20, 47, 296, 331
 Instabilität, s. auch Bénard-Instabilität 154, 156, 158 f., 160, 162, 203, 301, 318, 322, 324 f., 328, 385
 Instabilitätspunkt 78, 82, 367 f.
 Rayleigh-Taylor-Instabilität 154
 Integration, integrativ 21, 29 f., 126, 133, 153, 155, 255, 257, 262, 290, 302, 304 f., 315, 318, 321–323, 326, 340, 358, 361, 381, 387

- Integrität 15, 145 f., 172, 175, 188, 192, 202 f., 213, 218, 244
- Interaktion, interaktiv 15–17, 22, 24, 26 f., 30, 59 f., 62, 65–68, 77, 93–96, 103, 105–109, 115, 118, 120, 162, 181, 188, 200, 250, 254, 256, 306, 330, 381
- Interdisziplinarität 7, 9, 15, 17, 20 f., 23, 29, 223, 265, 315, 331, 333 f., 336, 338 f., 342, 369, 386
- Isensee, Theodor Emil 57
- Ivanov, Vjačeslav 297 f.
- Jesusgebet 35, 286 f.
- Jitterbug-Transformation 25, 216–223, 239
- Johannes Damaskenos 36, 38, 43 f.
- Johannes Klimakos 387
- Jonas, Hans 341
- Kalkül 169, 192, 229–332, 242
- Kant, Immanuel, siehe auch Neukantianer 57, 95, 120, 150 f., 230, 294
- Kausalität 20, 105, 129, 131, 141 f., 147, 236, 241, 258, 271, 324, 335
- Kekulé, August 195
- Kelso, J. A. Scott 377
- Kelvin, William Thomson, Lord 74
- Kenner, William Hugh 177
- Klein, Felix 230
- Kleist, Heinrich von 64 f.
- Klimontovič, Jurij 314
- Klug, Aaron 223
- Knapp, Markus 337
- Knjazeva, Elena 314 f.
- Knotenverbindung 203, 206–208, 211 f.
- Koestler, Arthur 147
- Ko-Evolution 29, 317–321, 323–327
- Köhler, Wolfgang 375
- komplementär 10, 58, 139, 144, 176 f., 200, 208, 227, 242 f., 262, 298, 342
- Komplexität 8, 20, 22, 26, 79, 85, 105, 109 f., 129 f., 132–137, 141–147, 248, 301, 317–320, 324–327, 335, 365, 370, 380, 386, 391
- Komprehensivität 18, 22, 133, 175, 244, 318, 350
- Koncsik, Imre 23
- Konkreativität 23, 295, 315, 332
- Konvektion 77, 153 f., 366–368, 370, 378
- Kooperation 12, 21, 24–27, 52 f., 87, 93, 95–98, 101, 106, 109, 111, 116, 124, 142, 154, 193, 314, 336
- Korzybski, Alfred 25
- Kösel, Edmund 260
- Kosmismus 293, 303, 309, 315
- Kreativität 27, 45, 59, 66, 69, 160, 161, 234, 343, 347, 384
- Kröger, Bernd 19, 156
- Kuboktaeder 209, 216–220
- Kubus 189, 195–197, 203–205, 209, 215–221, 269
- Kugel, Sphäre 30, 72, 77, 154, 162, 173–176, 215, 218–220, 237, 239–241, 249, 345–356, 358
- Kugelpackung 218–220, 239–241
- Kult, kultisch 65, 66, 293–296, 308, 345–347
- Kurdjumov, Sergej 314
- Kybernetik 27, 29, 86, 140, 149, 161 f., 229, 247 f., 257 f., 303, 306, 315
- Lamarck, Jean-Baptiste de 131, 251
- Landau, Lev D. 157–159
- Laserphysik 17, 19 f., 106, 156, 158 f., 265 f., 277, 314, 319, 366, 378
- Le Corbusier 358–360
- Legierung 28, 193 f.
- Leibniz, Gottfried Wilhelm 69, 72 f., 86, 151, 231, 290
- Lenin, Vladimir Il'ič 74 f., 305, 354
- Leonidov, Ivan 350 f., 354
- Lessing, Gotthold Ephraim 64 f., 113
- Lewes, George Henry 12 f., 130, 138–140
- Licht 7, 20, 41 f., 51, 81, 87, 103, 158, 171, 173, 175, 184 f., 188, 243, 252, 286, 288, 291, 304
- Lifschitz, Evgenij M. 157 f.
- Lissack, Michael 138
- Lloyd Morgan, Conwy 131 f., 135, 138–140
- Logos 39, 289, 291, 301 f.
- Lorenz, Konrad 380
- Lovejoy, Arthur O. 47
- Luhmann, Niklas 117, 157
- Luther, Martin 10 f., 48 f., 288
- Mach, Ernst 303
- Macht 29, 53, 58, 67, 88, 111, 123, 295, 297, 311, 346, 355 f., 358, 361

- Mackay, Alan 223
 Makarij von Optina 287
 Malevič, Kazimir 350
 Mallarmé, Stéphane 62, 67
 Marey, Étienne-Jules 182, 184
 Marx, Karl 29, 118 f., 290, 305, 310, 314
 Materialismus 74 f., 83, 86, 245, 252,
 255–257, 296, 358
 Materie 38, 42, 44, 53–56, 64, 68, 73–75
 Mathematisierung 27, 78, 257–259,
 261–263
 Maturana, Humberto 155 f., 160–163
 Maximus Confessor 38, 43
 Mayer, Julius Robert 73
 Mayr, Ernst 146, 251
 Mazel, Henri 15
 McLuhan, Marshall 228, 358 f.
 Mead, Margaret 359
 Meinter, Lise 171
 Melanchthon, Philipp 11
 Meyendorff, John 310
 Michelet, Jules 126
 Mill, John Stuart 12 f., 130
 Mitarbeit 11, 40, 285
 Mitarbeiter s. synergós
 Mitarbeiter Gottes 7, 11, 285
 Mitarbeiter der Natur 11, 56
 Mitwirkung 8, 48 f., 285, 287, 289, 299 f.,
 310
 Molekül 18, 28, 57, 77–79 f., 82 f., 93,
 106 f., 135, 137 f., 140 f., 154 f., 157,
 194–196, 200, 218, 241, 247, 253,
 255, 260, 265, 294, 365 f., 368
 Monismus 21, 57, 73, 214, 290, 302 f.,
 309, 352, 373, 378, 380
 Monod, Jacques 250, 256
 Morgan, Thomas Hunt 247, 252
 Morin, Edgar 352
 Morowitz, Harold J. 137
 Musterbildung 18 f., 79 f., 258, 265, 367,
 373, 377, 384

 Naturphilosophie 12, 14, 23 f., 26 f., 29,
 42–44, 57, 71, 73, 78 f., 83, 86, 90,
 149 f., 152 f., 157, 159, 290 f., 307,
 314, 341, 343
 Needham, Joseph 133, 252
 Neopalamismus, Neuplatonismus 35, 37,
 149, 310
 Neopatristik 310

 Netzwerk 33, 85, 87, 90, 110, 123, 135,
 137, 161, 200, 208, 258, 261 f., 280,
 327, 358–360, 371, 373
 Neuheit, Neues 8 f., 12 f., 15 f., 22, 30, 35,
 37, 47, 49, 60–62, 64–66, 68–70, 77,
 80, 82 f., 85, 88, 101, 103 f., 106–109,
 150–154, 156 f., 161 f., 195, 211–213,
 235–237, 239, 243, 245, 247, 251, 260,
 285, 292, 294–297, 301, 307, 311, 352,
 365 f., 369–373, 375, 383, 385
 Neukantianer, neukantianisch 95, 244, 290
 Neurowissenschaft 20, 30, 342, 375, 386
 Newton, Isaac 151, 172 f., 231, 236, 252,
 346 f., 351, 354, 358
 Nietzsche, Friedrich 64 f., 66, 292
 Nikodemos Hagioreites 286
 Nikolaus von Kues 23, 290, 331 f.
 Noosphäre 302, 306 f., 308
 Noverre, Jean Georges 64
 Novikoff, Alex Benjamin 133

 Octet Truss 188, 190–192, 206, 217
 Ökonomie 9 f., 15, 28 f., 29, 38, 59, 89,
 93, 108 f., 110, 112, 114, 116, 156,
 172, 178, 188 f., 305, 315, 330
 Ontologie 75 f., 85, 106, 129 f., 133,
 140 f., 162 f., 227, 229, 233, 236, 244,
 290 f., 301, 316, 318, 331 f., 340 f.,
 369, 373
 Ordnung 14, 18–22, 29, 47, 49, 56, 59 f.,
 63, 77–80, 113, 123, 154–160, 163,
 178, 213, 217, 233, 255, 301, 306,
 352, 354, 365 f., 369 f., 379 f., 385
 Ordnungsmuster, s. auch Musterbildung
 77–80
 Organ 12 f., 15, 41, 55, 83, 95–105, 140,
 143, 193, 248–251, 255, 294, 375, 383
 Organisation 8, 16, 29, 43, 77, 82, 85, 89,
 96, 100, 104 f., 107, 109 f., 129,
 131–133, 136, 138, 140–144, 147,
 149–163, 177, 181, 200, 229, 240,
 247, 251, 253–256, 277–279, 281,
 291, 302 f., 304, 306, 315, 317–324,
 323–328, 360 f., 366, 384–386
 organisch 16, 27, 55, 57, 61 f., 69, 80, 96,
 104–107, 144, 150–152, 154, 193 f.,
 196, 232, 236, 250, 291, 293, 295,
 305 f., 339
 Organismus 15, 53 f., 57, 81–84, 88, 93,
 97 f., 100 f., 105, 109, 133, 142–144,

- 146 f., 150, 152, 155 f., 161–163, 214, 229, 234, 247 f., 250 f., 253–255, 287, 291, 294 f., 304–306, 341
- Ostchristentum, ostchristlich 7, 59, 286, 289, 292, 296, 298, 312
- Ostwald, Wilhelm 16, 26, 71–78, 80–90, 300, 302 f.
- Palamas, Gregorios 11, 34 f., 37, 40–43, 286, 310
- Pauling, Linus 194 f., 218
- Partizipation 21, 140, 273, 280 f., 296, 301, 324, 327, 352
- Patristik, s. auch Neopatristik 11, 29, 285, 287, 298, 310–312
- Pelagius, Pelagianismus 11, 288
- Performance 59, 168, 197, 200, 202, 205, 211, 216, 255, 311, 390
- Performativität, performativ 17, 24 f., 27, 59 f., 64, 66, 68 f., 209, 297, 316
- Perichorese 36, 38, 42 f.
- Phasenübergang 19, 78 f., 82 f., 155, 157, 159, 218, 220, 222, 277–281, 318, 323, 325, 367 f., 371, 375, 377, 385
- Philokalie 11, 286–288, 312
- Photios von Konstantinopel 39
- Pietismus 11, 54, 57
- Planck, Max 243
Plancksches Wirkungsquantum 242 f.
- Platon 42, 63, 97, 149, 215, 218, 221, 239
- Platonismus, s. auch Neoplatonismus 239
- Polyeder 27, 203, 208, 215 f., 218–221, 348
- Pöppel, Ernst 7
- Prigogine, Ilya 19, 78 f., 136, 141, 155–157, 163, 314
- Prognostik 18, 315, 326
- Prozessontologie 234 f., 239
- Psychosynergetik 19 f., 30, 365, 375, 380–384
- Quadrat 171 f., 176, 190, 197, 202–205, 208, 216, 217 f.
- Quantenphysik 45, 195, 232 239, 242, 252, 312
- Rayleigh, John William S. 154, 159 f.
- Rechtfertigung 48, 65, 97, 125, 288, 334, 336, 343
- Reid, Robert G. B. 145 f.
- Relation, relational, s. auch Teil-Ganzes-Relation 26, 33, 37 f., 93, 106, 112, 130, 133, 139 f., 142, 145, 147, 161 f., 234 f., 237, 241–243, 252, 255, 271, 285, 290, 304, 331 f.
- Relativitätstheorie 45, 107 f., 174, 227, 232 f., 235, 239, 242
- Religionsphilosophie 29, 289–291, 294–297, 303, 308 f., 312
- Repräsentation 64, 203, 345, 349, 261, 271
- Resonanz 195, 300 f., 323, 386
- Richter, Christian Friedrich 54 f.
- Riemann, Bernhard 169, 174, 232
- Rilke, Rainer Maria 62, 67–69
- Roosevelt, Theodore 171, 352
- Rossolimo, Grigorij 309
- Rousseau, Jean-Jacques 26, 112, 122–125
- Russell, Bertrand 132
- Ruthenbeck, Rainer 173 f.
- Sacharow-Ross, Igor 7
- Schelling, Friedrich Wilhelm Joseph 27, 151–154, 159, 290 f.
- Schiller, Friedrich 123, 127
- Scholes, Myron 269, 272 f.
- Schöpfung 30, 35, 39, 41, 43, 53, 68, 153, 260, 289, 292, 297, 300 f., 330, 332, 336–340, 375
- Schrödinger, Erwin 126, 195
- Schuster, Peter 82
- Selbstorganisation 19–22, 27, 29, 72, 82 f., 85, 94, 106, 149–160, 162 f., 229, 301, 306, 315, 365–367, 369 f., 374 f., 377 f., 383, 385
- Seneca 97
- Shechtman, Daniel 222
- Sheldrake, Rupert 260
- Sherrington, Sir Charles 19
- Shaw, George Bernard 172
- Sieyès, Emmanuel-Joseph 348
- Singer, Wolf S. 374
- Smith, Adam 26, 112–122, 124–126
- Smith, John Maynard 143
- Smuts, Jan Christiaan 132, 317
- Smythies, John R. 147
- Snow, Charles Percy 243, 387
- Sokrates 10
- Solov'ev, Vladimir 289–293, 297 f., 307, 311

- Sophiologie 290, 292, 311
 Sozialtheorie 26 f., 29, 111, 157
 Spemann, Hans 247, 253
 Spencer, Herbert 15, 131 f., 136, 142
 Sperry, Roger Wolcott 134 f.
 Sponde, Henri de 97
 Stabilität 78, 82, 199, 204, 206, 241, 250 f., 257, 260, 301
 Stahl, Georg Ernst 11, 54–57, 98
 Starzentum 286 f., 290, 301
 Stevin, Simon 72
 Stockhausen, Karl-Heinz 356, 358 f.
 Strigel, Viktor 97
 Struktur 18–20, 23, 27 f., 39, 42 f., 47, 49, 62, 77–80, 82, 85, 88, 105–108, 150, 153 f., 156, 158 f., 160–163, 167, 175, 177–179, 182, 184, 189 f., 192, 194–200, 202–204, 206, 208, 211, 213, 219, 222, 227, 232–237, 239–242, 247 f., 250 f., 253–255, 303–306, 309, 330–333, 335, 342, 347, 349, 352, 359–361, 365, 369–373, 375 f., 378–381, 384, 386
 dissipative Struktur, s. auch Bénard-Instabilität 19, 78, 136, 319, 325, 365
 geodesic structure 192
 Oktaeder-Tetraeder-Struktur 192, 194, 197 f.
 Strukturbildung 21, 27, 78, 82, 107, 154, 194, 372, 378
 Strukturlehre, Strukturtheorie 192, 195, 236, 304
 Strukturmodell 377, 381
 Subjektivität 62 f., 66
 Summe 9, 13 f., 22, 60, 72, 79, 93, 108, 130, 135, 138 f., 141, 146, 158, 176, 178, 193, 196, 214, 301, 305, 309, 317, 323, 343
 Surrealismus 66 f.
 Swedenborg, Emanuel 50
 Symbiose 145, 308
 Symbol 30, 63, 67, 69, 117, 169, 249 f., 256, 289–301, 315, 334 f., 354
 Symbolismus 297 f., 301
 Symmetrie 158, 216, 219–223, 238, 272, 277, 347 f., 355, 368
 Symmetriegruppe 220 f.
 Sympathie 12, 26, 44, 57, 97–103, 111–127, 137, 298
 synérgeia, s. auch Gott-Mensch-Beziehung 9, 11, 13 f., 16, 54, 300, 331
 synergein 316, 331
 Synergetics / Synergetik, s. auch Finanzmarktsynergetik u. Psychosynergetik 7, 12, 20, 22 f., 25, 27 f., 30, 72, 78 f., 106 f., 135, 149, 155–163, 167 f., 175 f., 181, 196 f., 202–205, 208, 211–214, 216, 218, 220 f., 223, 227–229, 236 f., 241, 243 f., 265–267, 272, 276–278, 280 f., 314 f., 317–320, 327 f., 329–336, 338 f., 341–344, 347, 361, 365–370, 372, 376 f., 380 f., 385–387
 Geometry of Thinking 347
 Lehre vom Zusammenwirken 17–19, 365
 Moskauer Schule der Synergetik 29, 317–319, 325
 synergetisch 8, 9–12, 18–30, 38 f., 42 f., 50 f., 53, 56, 58–60, 62 f., 65–70, 79, 95, 99, 101, 106 f., 116, 121, 24, 126 f., 153, 158 f., 167 f., 170, 189, 190, 192–194, 200, 204, 206, 214, 217, 227, 229, 237 f., 245, 265 f., 279, 285, 287–289, 292, 294, 296 f., 299–301, 309–312, 314 f., 319, 322, 324, 331, 335 f., 338, 314, 346 f., 356, 361, 366, 368–370, 372–378, 381, 385 f.
 Synergie 7, 9 f., 12–30, 33–38, 40, 44 f., 47 f., 51, 54–58, 60 f., 63, 69, 93–112, 116, 119, 121, 127, 129, 139–143, 145, 167, 192–194, 211, 214, 237, 285, 287–289, 291 f., 296 f., 300–303, 306, 309 f., 314 f., 327, 330–334, 336, 341, 343, 345–347, 349, 361 f., 365
 Begriffsgeschichte der Synergie 9–12, 18, 93–95, 97 f.
 Synergismus 10 f., 21, 48–50, 55, 58, 97, 108, 142, 145, 147, 193, 197 f., 285, 287–389, 296, 324, 327
 synergistisch 10, 43, 58, 130, 139, 142 f., 145–147, 287
 synergistischer Streich 11, 48 f.
 Synergometer 309
 synergós, synergoí, s. auch Mitarbeiter 7, 10 f., 29, 139, 285 f., 297, 312, 316
 Synthese 12 f., 16, 133 f., 143, 231, 236, 247, 252 f., 290, 292, 295, 297, 299, 305, 307, 310, 315, 319–321, 340

- System 12 f., 16–20, 22 f., 27, 29, 47 f., 56, 66, 69, 72, 74 f., 77–79, 82–88, 93–96, 98, 100, 103–110, 123, 129, 133–137, 140–144, 146 f., 149, 152, 154, 156–163, 168, 170, 174–177, 179, 186, 188, 192 f., 195, 197, 205 f., 214, 216, 218, 227–230, 233–235, 237, 240–243, 247 f., 250, 253–260, 265 f., 298, 274, 177–281, 301–305, 307 f., 317–320, 322–324, 326–328, 345–348, 351–356, 358 f., 361, 365, 367 f., 370 f., 380 f., 383–385, 387
dissipatives 19, 79, 81, 155, 157 f., 314
dynamisches 78 f., 138, 141, 181, 289, 304, 365, 367–370, 387
nichtlineares 82, 322
Subsystem 22, 85, 106, 108, 158, 192, 265 f., 317 f., 320, 326
systemisch 10, 18, 22 f., 55, 61, 127, 169 f., 186, 234 f., 286, 312, 331, 343, 381, 386
Systemtheorie 9, 13, 21–23, 51, 96, 134, 176, 181, 237, 260, 306, 317, 365, 387
- Tansley, Arthur G. 133
Tarde, Gabriel 120
Taylor, Frederick Winslow 181
Teil-Ganzes-Relation 13, 22, 106, 137, 229, 234, 254, 310
Teilhabe 11, 40 f., 43, 312
Teilhard de Chardin, Pierre 132, 137, 307
Tektologie 303–306
Tensegrity 28, 167, 177, 213, 347
Tetraeder 171, 189 f., 192, 194–197, 204 f., 208, 215, 217–219, 221, 239 f.
théôsis, s. auch Vergöttlichung 285 f.
Therblig 187–189
Thermodynamik 19, 26, 71–73, 75–78, 80, 82 f., 85, 136, 155 f., 157, 159, 272, 277, 301, 325, 265, 389
Theurgie, s. auch Anthropourgie 289, 292, 294, 297
Gott-Wirken 294, 297
Thompson, D'Arcy Wentworth 213 f., 222
Totalität 15, 30, 61 f., 237, 345–350, 352, 355 f., 358, 362
Transfer 7, 12, 20 f., 144, 218, 236, 275
Transformation 7, 16, 22, 24–27, 65, 88 f., 123, 140, 177, 213, 217 f., 221, 235 f., 239, 285, 294–298, 305 f., 309 f., 312, 316–319, 323, 347, 360
Transformationsästhetik 297, 302
- Übergang 21, 40, 49, 71, 77, 84, 123 f., 126, 154, 174, 178 f., 188, 206, 227, 235, 377
Übersummativität, übersummativ 9, 18, 21, 22, 24, 27, 30, 47, 301, 304, 378
Umwelt 28, 62, 81 f., 89, 105, 163, 176, 193, 247 f., 250 f., 261, 305, 339, 370, 372, 375 f., 352
- Valéry, Paul 62, 67
Varela, Francesco 160, 162
Varignon, Pierre de 72
vector equilibrium 216–218
Vektor 28, 171, 216 f., 229–232, 235–238, 240–242, 244 f., 367
Verbindung, s. auch Knotenverbindung 7 f., 13, 17, 25, 43, 66, 80, 101, 113–115, 118, 120, 125 f., 127, 194–198, 200, 202, 205 f., 209, 212–214, 216–219, 241, 243, 285, 289, 306, 382
Vergöttlichung, s. auch théôsis 11, 24, 38–40, 42 f., 285, 287 f., 296, 299
Verkörperung 25, 36, 73, 168, 202 f., 212, 295, 343, 347
Vernadskij, Vladimir 303, 306–309, 315
Versklavung 20, 158, 160, 366, 373
- Waddington, Conrad Hal 247–255, 257–263
Waldrop, Mitchell 137
Wallace, Alfred Russel 130
Ward, Lester Frank 16–18, 60 f.
Weber, Samuel 360
Wechselwirkung 23, 59, 78, 80 f., 85, 160, 167, 175, 248, 250, 254, 258, 300, 304, 335, 338, 340, 371, 381
Weinberg, Steven 132 f.
Weiss, Paul 134
Weltanschauung 16, 29, 72, 74 f., 300, 303, 309, 314, 316
Weston, John Fred 108
Weyl, Hermann 231
Whitehead, Alfred North 232–239, 241, 243–245, 252, 255
Wigman, Mary 66 f.

- Wilson, Edward 133, 141
Wimsatt, William C. 140
Winkler, Ruthild 150
Wissen 7 f., 10, 12 f., 16–18, 21–24, 26,
28, 30, 34, 43, 65, 69, 88, 153, 229,
234, 237, 245, 247, 290 f., 294, 298,
302, 306, 309 f., 350, 367, 370, 378,
381, 384, 386
 Synergiewissen 23 f., 29, 229, 237
Wissenschaftsgeschichte 7, 24, 30
Wunderlin, Arne 159
Xenophon 9 f., 15
Zenon 14
Zukunft 20, 24, 29, 70, 163, 171, 257,
292, 297 f., 302 f., 305, 315, 345, 359,
383
Žuravlev, Vladimir 315
Zusammenwirken 7, 10–12, 14, 17, 19,
21, 24, 26 f., 29, 33 f., 39, 54, 56 f., 61,
79, 94–97, 100 f., 104–107, 111, 117,
119, 124, 167, 175, 181, 186, 192 f.,
197, 208, 253, 257, 285, 287, 298,
302–305, 315, 318, 335, 341 f., 344,
365, 370, 379–381

