

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](http://www.fink.de)

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

ISBN 978-3-7705-5896-4

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.<sup>1</sup>

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“<sup>2</sup> 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.<sup>3</sup> 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.<sup>4</sup> 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*.<sup>5</sup>

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.<sup>6</sup> 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.<sup>7</sup> 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.<sup>8</sup>

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.<sup>9</sup> 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.<sup>10</sup>

## 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.<sup>11</sup> 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.<sup>12</sup> „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.<sup>13</sup> 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 <sup>2</sup>1985, 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.<sup>14</sup>

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.<sup>15</sup>

Zeitgleich zu Graßmann formuliert William Hamilton in Cambridge ein Vektorkalkül, seine *Quaternionen-Theorie*, die allerdings nicht so allgemein wie Graßmanns *Ausdehnungslehre* formuliert ist.<sup>16</sup> 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.<sup>17</sup> 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.<sup>18</sup> 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.<sup>19</sup>

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 Bezeichnungweise 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 & Sohn<sup>6</sup> 2003.

für das Rechnen mit Raum.<sup>20</sup> 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.<sup>21</sup> 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.<sup>22</sup>

## Kosmologie

Whitehead ist einer der ersten Mathematiker, der in Cambridge nicht-euklidische Geometrien und Graßmanns Vektorkalkül lehrt.<sup>23</sup> 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.“<sup>24</sup> 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 <sup>2</sup>1878, 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.“<sup>25</sup>

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.“<sup>26</sup> ‚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.“<sup>27</sup>

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.<sup>28</sup> Whitehead bezieht daher die metaphysisch bescheidenere Position des „provisorischen Realismus“.<sup>29</sup> 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.“<sup>30</sup>

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.<sup>31</sup>

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.“<sup>32</sup>

Die Beziehung zwischen Teil und Ganzem bildet die fundamentale Struktur der „organistischen Philosophie“, wie Whitehead die Prozessontologie von *Process and Reality* auch nennt.<sup>33</sup> 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“<sup>34</sup> 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*.<sup>35</sup> 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.“<sup>36</sup> 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.<sup>37</sup> 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.<sup>38</sup>

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.<sup>39</sup> 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*.“<sup>40</sup> Emotionales Erfassen ist bei Whitehead genauso real wie physikalisches Erfassen, weil es auf Übertragung beruht, auf der Weitergabe, dem *Passing on* von Daten.<sup>41</sup>

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.“<sup>42</sup>

## 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.<sup>43</sup> Es basiert im Wesentlichen auf Fullers geometrisch-energetischen Studien, die er unter dem Titel *Energetic Geometry* in den 1940er Jahren beginnt.<sup>44</sup> 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,<sup>45</sup> 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.<sup>46</sup>

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.

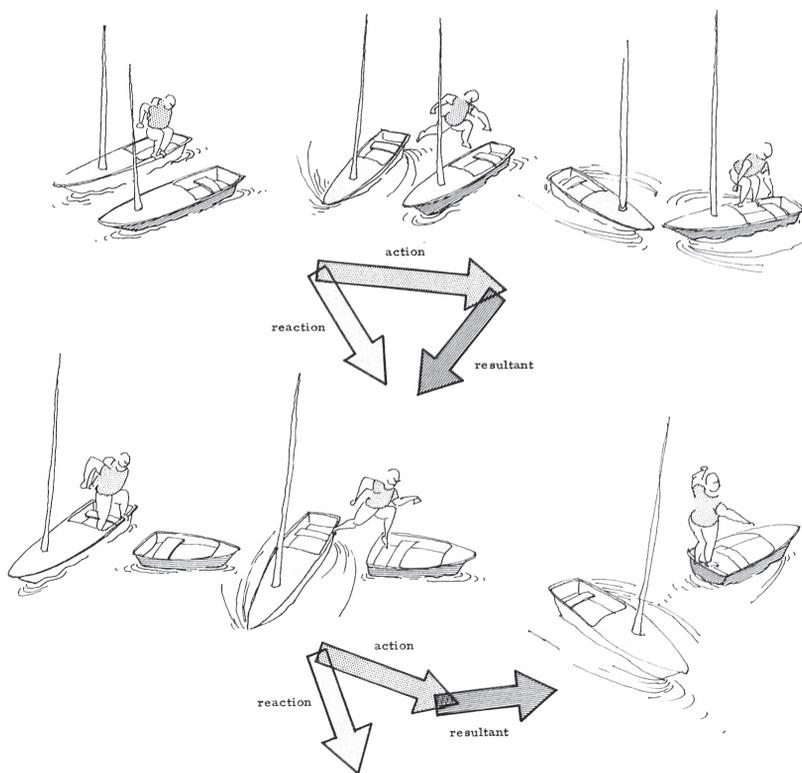


Abb. 1: Der passionierte Segler Fuller illustriert die vektorielle Verkettung Ereignis-Reaktion-Resultat anhand eines Mannes, der von einem Boot ins andere springt.

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.<sup>47</sup> 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)

<sup>47</sup> Fuller: *Synergetics* (Anm. 5), S. 259 f.

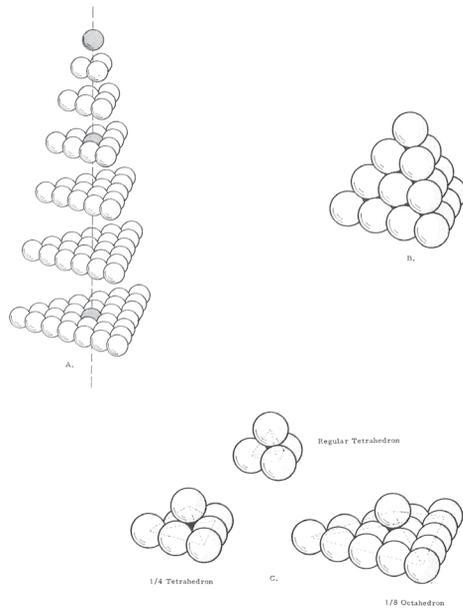


Abb. 2: Tetraedische dichteste  
Packung von Kugeln

Im Unterschied zu Whitehead behauptet Fuller eine tetraedrische Struktur der Natur<sup>48</sup>, 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.<sup>49</sup>

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.“<sup>50</sup>

<sup>48</sup> Vgl. den Analogieschluss zwischen Fullers Geodesie und Ernst Haeckels Radioalarien, Fuller: *Synergetics* (Anm. 5), S. 25.

<sup>49</sup> Vgl. Fullers Jitterbug-Transformation, welche drei Platonische Körper (Tetraeder, Icosaeder, Oktaeder) als Phasenzustände durchläuft. Fuller: *Synergetics* (Anm. 5), S. 192, *passim*.

<sup>50</sup> 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.

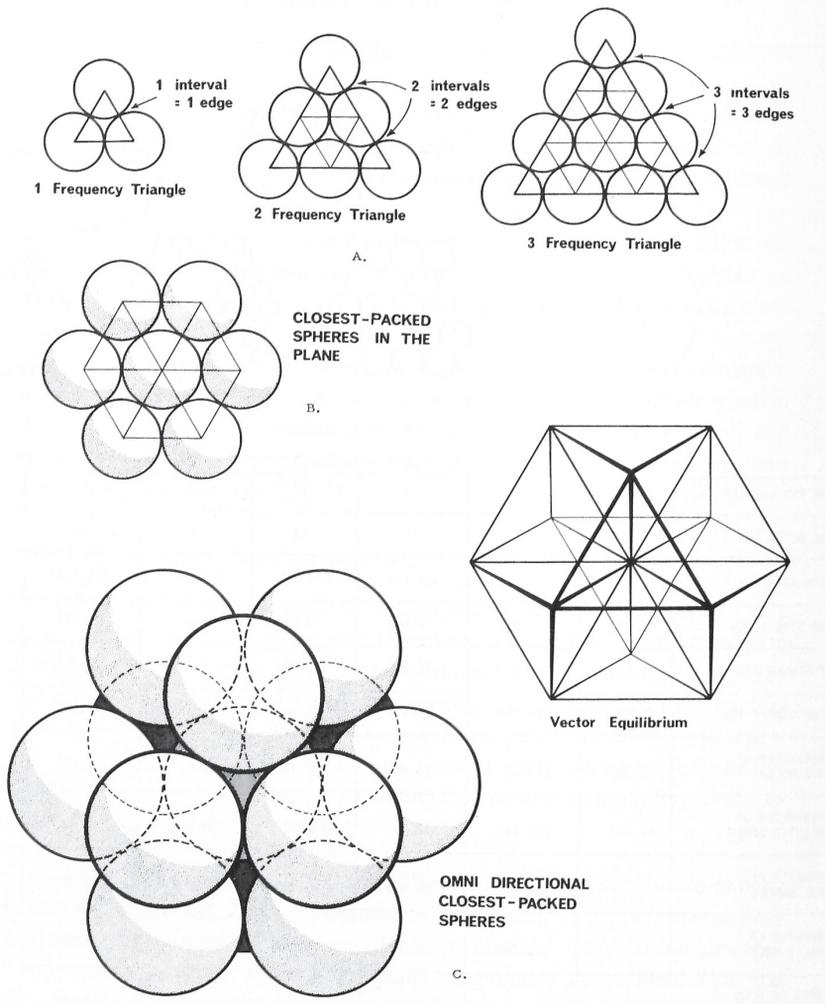


Abb. 3: Vektoriell Gleichgewicht: Omnidirektionale dichteste Packung von Kugeln

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.<sup>51</sup> (Abb. 2)

<sup>51</sup> Vgl. Fuller: *Synergetics* (Anm. 5), S. 108, *passim*.

Strukturen, deren Winkel gemäß dieser Matrix  $60^\circ$  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.<sup>52</sup>

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  $60^\circ$ -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.<sup>53</sup> 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

<sup>52</sup> Vgl. ebd., S. 133, *passim*.

<sup>53</sup> Vgl. Fuller: „Conceptuality of Fundamental Structures“ (Anm. 50), S. 76.

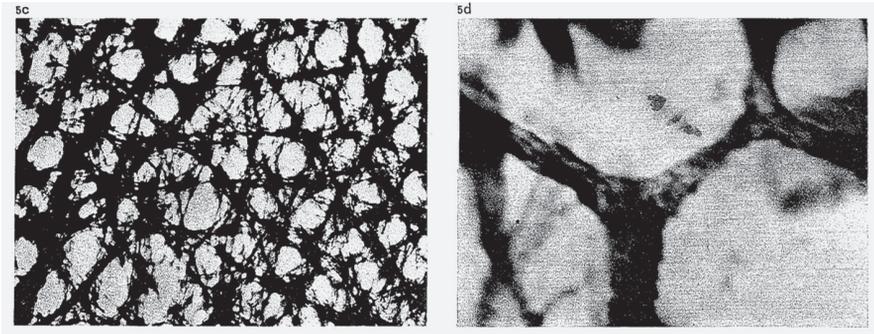


Abb. 4: Bildbeispiele für die geodätische Struktur mikrobiologischer Oberflächen aus den 1960er Jahren: Silberfärbung der äußeren Hodenhaut (5c) und Hornhaut des menschlichen Auges (5d)

in allerlei epistemologische Abgründe führt.<sup>54</sup> Das Koordinatensystem, in dem die Welt denkt, rechnet und baut – Fuller nennt es das „XYZ-90°“-Koordinatensystem – bringt eine mit irrationalen Zahlen wie  $\pi$  oder  $\sqrt{2}$  operierende Mathematik hervor, die in Kombination mit empirischer Messung, wiederum in irrationalen Naturkonstanten wie Plancks Wirkungsquantum  $h$  resultiert.<sup>55</sup> 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

<sup>54</sup> 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.

<sup>55</sup> Fuller rechnet hier Plancks Wirkungsquantum, das die Energiequantelung bis heute mathematisch festschreibt, 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.<sup>56</sup> 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.<sup>57</sup>

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.<sup>58</sup>

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.<sup>59</sup> 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.<sup>60</sup>

## 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.<sup>61</sup> 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.