

E-JOURNAL (2017)  
6. JAHRGANG / 1

zfl

**FORUM  
INTERDISZIPLINÄRE  
BEGRIFFSGESCHICHTE  
(FIB)**

ZENTRUM  
FÜR LITERATUR- UND  
KULTURFORSCHUNG

Herausgegeben von Ernst Müller

**Zentrum für Literatur- und Kulturforschung Berlin**  
Schützenstraße 18 | 10117 Berlin  
T +49(0)30 201 92-155 | F -243 | sekretariat@zfl-berlin.org

## IMPRESSUM

### Herausgeber

Ernst Müller, Zentrum für Literatur- und Kulturforschung Berlin (ZfL), [www.zfl-berlin.org](http://www.zfl-berlin.org)

### Direktorin

Prof. Dr. Eva Geulen

### Redaktion

Ernst Müller (Leitung), Herbert Kopp-Oberstebrink, Dirk Naguschewski, Tatjana Petzer, Falko Schmieder, Georg Toepfer, Stefan Willer

### Wissenschaftlicher Beirat

Faustino Oncina Coves (Valencia), Christian Geulen (Koblenz), Eva Johach (Konstanz), Helge Jordheim (Oslo), Christian Kassung (Berlin), Clemens Knobloch (Siegen), Sigrid Weigel (Berlin)

**Gestaltung** KRAUT & KONFETTI GbR, Berlin

**Layout/Satz** Jakob Claus

**Titelbild** D. M. Nagu

ISSN 2195-0598

© 2017 / Das Copyright liegt bei den Autoren.

# INHALT

## 4 EDITORIAL

Ernst Müller

## BEITRÄGE

### ZUKUNFTSWISSEN

## 6 PROTENTION, PRÄVENTION UND FUTUROLOGIE

ASPEKTE VON ZEIT UND ZUKÜNFTIGKEIT IN DER PHILOSOPHIE HANS BLUMENBERGS

Herbert Kopp-Oberstebrink

## 20 DER SPRINGENDE PUNKT DER INTERPOLATION

HANS BLUMENBERGS KONZEPTION DER EPOCHENSCHWELLE IM KONTEXT SEINER BEGRIFFS- UND METAPHERNGESCHICHTE

Rüdiger Zill

## 31 AHNEN UND AHNDEN

ZUR HISTORISCHEN SEMANTIK DES VORGEFÜHLTS UM 1800

Stefan Willer

## 41 (IN-)SECURITY

SICHERHEIT UND NICHTVERFÜGBARKEIT

Sandra Pravica

## 49 EMERGENZ UND ZUKUNFT

Tatjana Petzer

### BEGRIFFE IM RAUM – RAUMBEGRIFFE

## 58 WAS IST ›DER WESTEN‹?

ZUR SEMANTIK EINES POLITISCHEN GRUNDBEGRIFFS DER MODERNE

Jasper M. Trautsch

## 67 ZUR MIGRATION MUSIKALISCHER BEGRIFFE IM EUROPA DER FRÜHEN NEUZEIT

Sabine Ehrmann-Herfort

## 77 THE CONCEPT OF ›CLASSIC‹ AS AN INTERNATIONAL MARKER OF EUROPEAN ART MUSIC BETWEEN THE 18TH AND THE 19TH CENTURY

Luca Aversano

## REZENSION

## 81 JÖRN LEONHARD, WILLIBALD STEINMETZ (HG.): SEMANTIKEN VON ARBEIT; MICHAEL S. ASHLÄNDER, BERND WAGNER (HG.): PHILOSOPHIE DER ARBEIT.

Ernst Müller

# EMERGENZ UND ZUKUNFT

Tatjana Petzer

Das Fremdwort ›Emergenz‹ (von lat. *emergere* ›auftauchen‹, ›emporsteigen‹, ›sich zeigen‹) ist im frühen 19. Jahrhundert für ›sich Ereignendes‹ als auch ›Berühmtwerden‹ gebräuchlich; darüber hinaus ist in der Rechtssprache das ›emergens novum‹ als »ein sich hervorthuender neuer Umstand, wodurch die Sache eine andere Gestalt gewinnt« verankert.<sup>1</sup> Während sich in den 1870er Jahren in der deutschen Botanik ›Emergenzen‹ als Fachbegriff der Pflanzenmorphologie etabliert,<sup>2</sup> werden in der englischen Philosophie die qualitativen Eigenschaften des menschlichen Bewusstseins, die als solche nicht aus der Mikrostruktur des Gehirns ableitbar sind, als ›emergent‹ beschrieben.<sup>3</sup> Damit wurde der Grundstein für die evolutionären Theorien des *Emergentismus* zu

Beginn des 20. Jahrhundert gelegt und die Konjunktur eines Emergenzbegriffs befördert, der dessen Wortbedeutungen ›sudden‹, ›unexpected‹<sup>4</sup> mit ›novelty‹<sup>5</sup> verknüpfte. Seither wird dieser Begriff zur Erklärung herangezogen, wie das Neue in die Welt kommt.

Theorien der Emergenz definierten aus rückblickender Perspektive emergente Phänomene als nicht vorhersehbare Qualitätssprünge. Ungeachtet der historischen Betrachtung und der prinzipiellen Unvorhersagbarkeit scheint der Emergenzdiskurs dennoch immer schon Zukunftswissen über Komplexität und spontane Ordnungsbildungsprozesse generiert zu haben. Verschiedene systemtheoretische Ansätze des 20. Jahrhunderts setzten hier an und schufen nicht zuletzt die Voraussetzung für innovative IT-Technologien, dank derer das Emergente, Neue und damit Zukünftige bereits heute die Gegenwart infiltriert. Damit befindet sich auch das Erklärungsmodell der Emergenz im Umbruch. Um diesen nachzuzeichnen, folgt mein Beitrag aus verschiedenen Perspektiven den Bewegungen des Begriffs vom *Emergentismus* bis hin zur angewandten Forschung im Bereich des *Emergent Computing*.

---

1 *Neues Zeitungs- und Conversations-Lexikon oder Handwörterbuch für die in der gesellschaftlichen Unterhaltung vorkommenden Gegenstände. Mit beständiger Rücksicht auf die Ereignisse der ältern bis auf die neuesten Zeiten.* Bd. 2: E–K. Wien 1812, S. 31. Vgl. auch J[ohann] D[aniel] F[riedrich] Rumpf: *Vollständiges Wörterbuch zur Verdeutschung der in unsere Schrift- und Umgangs-Sprache eingeschlichenen, fremden Ausdrücke; nebst Erklärung der wichtigsten sinnverwandten Wörter. Ein Sprachschatz für Alle, die im Schreiben und Sprechen sich reindeutsch, edel und richtig auszudrücken wünschen.* 2. vermehrte u. verbesserte Ausgabe. Berlin 1819, S. 92.

2 Mit dem Pluralwort ›Emergenzen‹ werden schuppige oder stachelige Auswüchse von haarähnlichen Oberflächenstrukturen im engeren Sinne unterschieden, wenn sie nicht wie letztere nur aus den Epidermiszellen, sondern wie bspw. die Stacheln der Rose unter Beteiligung subepidermaler Gewebe entstehen. Ferdinand Gustav Julius von Sachs: *Lehrbuch der Botanik, nach dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft.* 3. vermehrte und stellenweise neubearbeitete Aufl. Leipzig 1873, S. 144.

3 George Henry Lewes: *Problems of Life and Mind. First Series: The Foundations of a Creed.* 2 Bde. London 1874–1875, Bd. I, S. 246.

---

4 N[athan] Bailey: *An Universal Etymological English Dictionary.* 20th ed., with considerable improvements. London et al. 1763, o.S. [299].

5 Vgl. C[onwy] Lloyd Morgan: *Emergence of novelty.* London 1933. Vom Prinzip des Neuen geleitet ist auch die Metaphysik der Kreativität von Alfred North Whitehead: *Process and Reality: An Essay in Cosmology; Gifford Lectures Delivered in the University of Edinburgh During the Session 1927–1928.* New York 1929.

## I.

Anfänge des emergentistischen Denkens lassen sich über die mehrbändige Abhandlung *Problems of Life and Mind* (1874–1879) des englischen Philosophen George Henry Lewes auf John Stuart Mills philosophisches Hauptwerk *A System of Logic* (1843) zurückführen. Mill erörterte darin komplexe Wirkungszusammenhänge in chemischen Verbindungen und Organismen anhand ihrer Ganzes-Teile-Relationen und unterschied, je nachdem ob die Wirkung bzw. Eigenschaft aus der Summe der Einzelteile bzw. beteiligten Faktoren deduziert werden konnte oder nicht, gegensätzliche Formen. Am Beispiel der Eigenschaften etwa von Wasser wurde veranschaulicht, dass einige Entitäten keine Superposition von Einzelwirkungen der zugrundeliegenden Elemente darstellen. Die aus der Reaktion von Wasserstoff und Stickstoff entstehende dritte, neuartige Substanz war mehr als die Summe der Bestandteile.<sup>6</sup> Die von Mill getroffene Unterscheidung von *homopathischen* vs. *heteropathischen* bzw. *abgeleiteten* vs. *letzten Gesetzen* fasste Lewes begrifflich in die Opposition von *resultierenden* (mechanisch-additiven) und *emergenten* (übersummativen) Eigenschaften.<sup>7</sup> Anders als der Befund der Chemie entstammten die Emergenzphänomene *Leben* und *Bewusstsein*, auf die Lewes letztlich sein Augenmerk richtete, einer experimentell nicht nachvollziehbaren bzw. die Beobachtung ausschließenden Komplexitätsebene organischer Organisation.<sup>8</sup>

Theoriebildend wurde der Begriff der Emergenz in den 1920er Jahren mit dem britischen und amerikanischen *Emergentismus*. Dieser war keine homogene Bewegung mit einer einheitlichen Auffassung von Emergenz, ihre Vertreter waren vielmehr durch die Annahme hierarchischer Existenzstufen verbunden, die sich durch die Entwicklung von höheren aus niederen Ordnungen bildeten.<sup>9</sup> In der zeitgenössi-

schen Debatte um die Natur des Lebendigen nahm die evolutionäre Kosmologie der Emergentisten eine Gegenposition sowohl zum biologischen Mechanismus als auch zum Vitalismus ein.<sup>10</sup> Entsprechend der naturalistischen Grundhaltung des Emergentismus setzte sich das Universum aus materiellen Bausteinen zusammen und brachte durch deren Interaktion immer wieder genuin Neuartiges hervor, und zwar emergente Eigenschaften, Strukturen und Systeme bis hin zu Naturgesetzen, deren Entstehung ihrer Auffassung nach zwar determiniert, aber vor ihrem erstmaligen Auftreten nicht vorhersagbar waren. Emergente Evolution (lat. *evolvere*, ›entfalten‹) ist folglich nicht die Ent-Faltung bereits angelegter Eigenschaften, sondern das Eintreten neuer, höherer Existenzstufen durch Diskontinuität und somit ein sprunghafter Zuwachs an Komplexität.<sup>11</sup>

Veranschaulicht wurde dieser Entwicklungsprozess als hierarchische Ordnungsrelation, und zwar in Form einer Stufenpyramide, an deren Spitze sich die zukünftige Stufe der Evolution befand – eine erst emergierende Existenzstufe, die der in Manchester

born 2007, S. 76 f., 99–128. Auf die Nähe zur Gestalttheorie verwies bereits Ludwig von Bertalanffy in seiner Schrift *Theoretische Biologie. Erster Band: Allgemeine Theorie, Physikochemie, Aufbau und Entwicklung des Organismus*. Berlin 1932, worin er die Begriffe ›emergent‹ und ›resultant evolution‹ mit ›Gestalt‹ und ›Summe‹ gleichsetzte (ebd., S. 94). Zeitnahe Rezeption der britischen Emergenzphilosophie vgl. Rudolf Metz: *Die philosophischen Strömungen der Gegenwart in Grossbritannien. Bd. 2: Jüngere Strömungen (Ende 19. und Anfang 20. Jahrhundert)*, Leipzig 1935, S. 189–202; Konstantin Spetsieris: *Das Formproblem in der Naturphilosophie der Gegenwart*. München 1938, S. 67.

10 An Lewes' Terminologie anknüpfend C[onwy] Lloyd Morgan: *Emergent Evolution: the Gifford lectures, delivered in the University of St. Andrews in the year 1922*. London 1923. Ders.: ›A concept of the organism, emergent and resultant‹, in: *Proceedings of the Aristotelian Society* 27 (1926), S. 141–176. Ders.: *Life, Mind, Spirit*. London 1926. Weitere Vertreter in Großbritannien und Amerika waren Samuel Alexander: *Space, Time, and Deity. The Gifford Lectures At Glasgow 1916–1918*, 2 Bde. New York 1920. Roy Wood Sellars: *Evolutionary Naturalism*. Chicago/London 1922. C[harles] D[unbar] Broad: *The Mind and its Place in Nature*. Edinburgh 1925.

11 Konrad Lorenz, österreichischer Zoologe und erster Systematiker einer evolutionären Erkenntnistheorie, kritisierte den Begriff der Emergenz, da die deutsche Wortbedeutung nur ein ›Auftauchen‹ suggeriere, bei dem etwas bereits Existentes, lediglich bislang Verborgenes, zum Vorschein komme. Da das Emergente aber aus den Eigenschaften und Relationen der zugrundeliegenden Elemente und Relationen nicht erklär- und ableitbar ist, prägte er für das Hervortreten von Neuartigem den Begriff der Fulguration (von lat. *fulgur*, ›Blitz‹). Vgl. Konrad Lorenz: *Die Rückseite des Spiegels. Versuch einer Naturgeschichte menschlichen Erkennens*. München u. a. 1973, S. 48 ff.

6 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 1869, S. 211.

7 Vgl. Lewes: *Problems of Life and Mind* (Anm. 3) II, S. 412–415.

8 Vgl. ebd., I, S. 190 und 246, *passim*.

9 Vgl. David Blitz: *Emergent Evolution. Qualitative Novelty and the Levels of Reality*. Dordrecht 1992. Ideengeschichtlich weniger wirksam waren die Texte von Johann Christian Reil, Hermann Lotze, Gustav Theodor Fechner und Wilhelm Wundt, deren Positionen vor dem bzw. unabhängig vom Emergentismus emergenztheoretische Überlegungen enthielten und so als »kontinentale Anfänge des emergentistischen Denkens« gelten. Vgl. Achim Stephan: *Emergenz: Von der Unvorhersagbarkeit zur Selbstorganisation*. Pader-

lehrende Philosoph Samuel Alexander als das Göttliche (*deity*) bezeichnete: »Deity is thus the next higher empirical quality to mind, which the universe is engaged in bringing to birth. [...] Deity [...] emerges when certain complexities and refinements of arrangements have been reached.«<sup>12</sup> Das Göttliche bezeichnet so die Integration der natürlichen Mannigfaltigkeit und deren Teilhabe am unendlichen Ganzen des Raum-Zeit-Kontinuums.<sup>13</sup> Dieses Argument ist nicht nur deshalb verwirrend, weil im Emergentismus eigentlich keine übernatürlichen Kräfte referiert werden, sondern auch weil es auf einer in die Zukunft vorausschauenden Weltsicht beruht. Zudem offenbart sich eine innere Spannung im Emergentismus, und zwar zwischen dem – auch von Alexander – vertretenen Determinismus, der die Welt samt ›Prognostiker‹ in Gestalt eines Laplace'schen Dämons denkbar macht, welcher aus den Informationen früherer Zustände zukünftige Zustände vorausberechnen und vorhersagen könne, und der prinzipiellen Unvorhersagbarkeit emergenter Qualitätssprünge.<sup>14</sup> Letztere ließen sich nur durch einen gewissen Grad an Indeterminismus erklären. Dadurch stünde selbst ein ›mathematischer Erzengel‹<sup>15</sup> vor der unlösbaren Aufgabe, eine Weltformel für zukünftige Emergenzen aufzustellen.

## II.

Ungeachtet oder gerade aufgrund seiner begrifflichen Unschärfe wurde der Emergenzbegriff im Laufe des 20. Jahrhunderts in verschiedenen Disziplinen der Natur-, Sozial- und Geisteswissenschaften zunehmend zum Dachbegriff für Phänomene, die plötzlich und unerwartet auftraten und als qualitativ bzw. evolutionär neue Zustände auf der Makroebene gewertet wurden. Diese Konjunktur ging einher mit einer gewissen Arbitrarität und Nivellierung von teils notorisch überbewerteten Neuheiten, die schließlich mit jedem beliebigen Wandel assoziiert<sup>16</sup> und lako-

nisch kommentiert wurden: »There is nothing new in novelty.«<sup>17</sup>

Sowohl die Begriffskonjunktur wie auch die Emergenzkritik setzten jedoch nicht selten bei vage formulierten Grundsätzen an. Dazu zählt auch der Satz, wonach das Ganze mehr sei als die Summe seiner Teile, der auf ein verkürztes Aristoteles-Zitat zurückgeht.<sup>18</sup> Die Emergentisten, die sich mit der Frage der Relation zwischen dem Ganzen und seinen Teilen auseinandersetzten, zitierten nicht explizit Aristoteles,<sup>19</sup> auch wenn Lewes' bahnbrechende Studie über dessen naturwissenschaftliches Werk die Anschlussfähigkeit des antiken Denkens für die Wissenssynthese des 19. Jahrhunderts aufzeigte.<sup>20</sup> Dass sich der Wissenschaftsphilosoph Ernest Nagel Mitte der 1950er Jahre in seiner Kritik des Emergentismus gegen den aristotelischen Satz als Kernthese des Holismus positionierte,<sup>21</sup> zeigt lediglich, wie sehr sich die Konturen der Positionen von Emergentismus und Holismus verwischten.

Das Scheitern des Reduktionismus führte um 1970 zu einer Renaissance emergentistischer Positionen, allen voran in der Philosophie des Geistes und in den Kognitionswissenschaften, die zur Kreativität und zu konnektionistischen Netzphänomenen forschten.<sup>22</sup> Im

12 Alexander: *Space, Time, and Deity* (Anm. 10) II, S. 348.

13 Ebd., I, S. 39; II, S. 397.

14 Vgl. Stephan: *Emergenz* (Anm. 9), S. 47 f.

15 Broad: *The Mind and its Place in Nature* (Anm. 10), S. 71.

16 Vgl. die Kritik des US-amerikanischen Philosophieprofessors Charles A. Baylis: »The philosophical functions of emergence«, in: *The Philosophical Review* 38 (1929), S. 372–384. Da der Emergenzdiskurs allein das ›Auftauchen‹ von Eigenschaften fokussiere, vernachlässige er das ›Abtauchen‹ (*submergence*), also das Verschwinden von Eigenschaften. Zudem stehe eine Neuheit nicht ausschließlich für Evolution, sondern kann ebenso Devolution bedeuten.

17 C[arlton] W. Berenda: »On Emergence and Prediction«, in: *Journal of Philosophy* 50 (1953), S. 269–274, hier S. 270.

18 Der vielzitierte Satz ist eine Verkürzung bzw. Paraphrase eines Zitats am Ende des VII. Buches (Z) der *Metaphysik*: »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 1907, S. 129 (Erste Abteilung. Die Hauptstücke, IV »Das begriffliche Wesen«).

19 Nur Lloyd Morgan zitiert diesen Satz unter Bezugnahme auf Wundt. Vgl. Lloyd Morgan: *Emergent Evolution* (Anm. 10), S. 13 f. Vgl. auch das Kapitel »Whole and Parts; and Number«, in: Alexander: *Space, Deity and Time* (Anm. 10) I, S. 312–319.

20 George Henry Lewes: *Aristotle: a chapter from the history of science including analyses of Aristotle's scientific writings*. London 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 1865, S. V.

21 Ernest Nagel: »On the statement ›The whole is more than the sum of its parts‹«, in: Paul Felix Lazarsfeld/Morris Rosenberg (Hg.): *The Language of Social Research. A Reader in the methodology of social research*. New York 1955, S. 519–527. Zur Emergenzkritik durch Kritik an der Kernthese des Holismus vgl. auch Stephan: *Emergenz* (Anm. 9), S. 147–154.

22 Vgl. Mario Bunge: »Emergence and the Mind«, in: *Neuroscience* 2 (1977), S. 501–509. Karl R. Popper/John C. Eccles:

Mittelpunkt der Debatte stand die These der *downward causation*,<sup>23</sup> wonach »(nicht-reduktive) emergente Eigenschaften komplexer Systeme kausal (abwärts) auf Bestandteile des Systems wirken«<sup>24</sup>. Auch systemische Theorien über Selbstorganisation, Synergie, Chaos und Komplexität beschreiben in diesem Sinne emergentes Verhalten – teils mit holistischer, teils mit spezifischer Terminologie. Hermann Haken, der in den 1970er Jahren ausgehend von der Laserphysik die später auf andere Wissenschaftsbereiche übertragene Synergetik (»Lehre vom Zusammenwirken«)<sup>25</sup> begründete, spricht vom »Versklavungsprinzip«, wonach im Zustand der Instabilität ein Ordnungsparameter (auch »Moden« oder kurz: »Ordner«) den einzelnen Teilsystemen seine Ordnung aufzwingt und damit einen Phasenübergang und ein neues makroskopisches Muster herbeiführt. Nicht vorhersagbar bleibt der durch die Ordner bewirkte neue Zustand. Dieses Prinzip der Selbstorganisation ist vergleichbar mit der oben genannten Abwärtskausalität.<sup>26</sup> Gestützt auf das Konzept der Autopoiesis<sup>27</sup> folgte auch Niklas Luhmann in seiner Theorie sozialer Systeme von 1984 dieser Annahme. Für ihn ist Emergenz nicht ewige »Akkumulation von Komplexität« noch dauerhafter Zustand, sondern eine Unterbrechung und Neubeginn einschließende Dynamik der Wechselwirkung.<sup>28</sup> Auf dieser Grundannahme basiert auch das Verständnis sozialer Systeme als Zusammenwirken von Personen

(Bewusstseinträgern) durch autopoietische Kommunikation; letztere stellte Luhmann als »emergente Realität« an die Seite von Leben und Bewusstsein.<sup>29</sup>

Ende der 1990er Jahre entwickelte der Philosoph Achim Stephan eine Systematik für den in historischen wie zeitgenössischen Theorien kursierenden Emergenzbegriff, unter dessen Dach die verschiedensten Phänomene in einem Spektrum von *schwacher (epistemologischer)* bis *starker (ontologischer)* Emergenz subsumiert werden.<sup>30</sup> Zur Unterscheidung emergenter Eigenschaften bzw. Dispositionen von nicht-emergenten dienten die Merkmale der Neuartigkeit, Irreduzibilität und Struktur-Unvorhersagbarkeit. Stephan definierte Spielarten der Emergenz, die zueinander in logischer Beziehung stehen.<sup>31</sup> Ausgangspunkt ist der *schwache Emergentismus* mit drei charakteristischen Merkmalen: physischer Monismus, systemische Eigenschaften, synchrone Determiniertheit. Wird diesen Merkmalen durch die Neuartigkeitsthese eine zeitliche Dimension hinzugefügt, entsteht die Spielart des *schwachen diachronen Emergentismus*; geht man von nicht-resultierenden Systemeigenschaften bzw. der Irreduzierbarkeitsthese aus, erhält man den *synchronen Emergentismus*. Bei Erweiterung der schwachen Spielart durch Neuartigkeit und Irreduzibilität resultiert daraus ein *starker diachroner Emergentismus*. Entscheidend ist hier das zusätzliche Merkmal der Struktur-Unvorhersagbarkeit, wonach »die Struktur eines neu entstehenden Systems prinzipiell unvorhersagbar ist, obwohl die Eigenschaften des Systems im Prinzip aus den Eigenschaften seiner Bestandteile und deren Anordnung deduziert werden können«.<sup>32</sup> Daraus ergibt sich, je nach Berücksichtigung der Irreduzierbarkeitsthese, entweder ein *diachroner Strukturemergentismus* oder *starker diachroner Strukturemergentismus*.

Stephans Kritik richtet sich gegen die System- und Selbstorganisationstheorien, mit denen der Emergenzbegriff zum Modeterminus avancierte, und zwar

---

*The Self and Its Brain: An Argument for Interactionism*. London/New York 1977. Vgl. auch neuere Publikationen: Achim Stephan: »Emergenz in kognitionsfähigen Systemen«, in: Michael Pauen/Gerhard Roth (Hg.): *Neurowissenschaften und Philosophie. Eine Einführung*, München 2001, S. 123–154. Philip Clayton: *Mind and Emergence: From Quantum to Consciousness*. Oxford 2004.

- 23 Donald T. Campbell: »Downward Causation« in Hierarchically Organized Biological Systems«, in: F[rancisco] J. Ayala/T[hodosius] Dobzhansky (Hg.): *Studies in the philosophy of biology: Reduction and related problems*. California 1974, S. 179–186.
- 24 Stephan: *Emergenz* (Anm. 9), S. 204.
- 25 Hermann Haken: *Synergetics. An Introduction. Nonequilibrium Phase Transitions and Self-Organization in Physics, Chemistry and Biology*. Berlin 1977. Populärwiss.: ders.: *Erfolgsgeheimnisse der Natur. Synergetik: Die Lehre vom Zusammenwirken*. Stuttgart 1981.
- 26 Vgl. Stephan: *Emergenz* (Anm. 9), S. 237. Da die Ordner aber durch das Zusammenwirken der Teile geschaffen werden, liegt im Verständnis der Synergetik »zirkulärer Kausalität« vor.
- 27 Luhmann stützte sich auf das Mitte der 1970er Jahre von den Biologen Humberto Maturana und Francisco Varela entwickelte Modell der Autopoiesis zur Beschreibung geschlossener lebender Systeme; dieses versammelt die Eigenschaften selbsterzeugend, selbstorganisierend, selbstreferentiell und selbsterhaltend.
- 28 Niklas Luhmann: *Soziale Systeme*. Frankfurt a. M. 1984, S. 43 f.

- 
- 29 Niklas Luhmann: »Was ist Kommunikation?«, in: Fritz B. Simon (Hg.): *Lebende Systeme: Wirklichkeitskonstruktionen in der Systemischen Therapie*. Berlin 1988, S. 10–18, hier S. 12.
- 30 Stephan: *Emergenz* (Anm. 9). Vgl. auch Achim Stephan: »Eine kurze Einführung in die Vielfalt und Geschichte emergentistischen Denkens«, in: Thomas Wägenbaur (Hg.): *Blinde Emergenz? Interdisziplinäre Beiträge zu Fragen kultureller Evolution*. Heidelberg 2000, S. 33–49. Ders.: »Emergente Eigenschaften«, in: Ulrich Krohs/Georg Toepfer (Hg.): *Philosophie der Biologie*. Frankfurt a. M. 2005, S. 88–105.
- 31 Vgl. Stephan: *Emergenz* (Anm. 9), S. 71 (Abb.).
- 32 Ebd., S. 70.

ohne dass dieser kritisch hinterfragt bzw. theoretisch in Hinblick auf die neuen Ansätze ausgeführt wurde.<sup>33</sup> Der Emergenzbegriff, der dabei zur Anwendung kommt, um das aus einer »besonderen Prozessdynamik«<sup>34</sup> beförderte makroskopische Systemverhalten zu charakterisieren (neue, von den Eigenschaften der Komponenten nicht herleitbare, jedoch allein durch deren Wechselwirkung bestimmte Qualität)<sup>35</sup>, bleibt ein *schwacher*. Dieser grenzt emergente kaum von vermeintlich emergenten bzw. nicht-emergenten Eigenschaften ab, die auch einfach als ›systemische‹ gelten könnten.<sup>36</sup> Emergenz ist kein Regelfall der Selbstorganisation. Nicht selten erweist sich die ›neue Qualität‹, also die makroskopische Systemeigenschaft, die von den Eigenschaften oder Relationen der Komponenten selbstorganisierender Systeme hervorgerufen wird, als nicht irreduzibel und folglich als nicht synchron emergent. Die durch spontane Strukturbildung entstehenden neuen Systemeigenschaften sind im Allgemeinen nicht als neuartige Qualitäten im Sinne der diachronen Emergenz zu verstehen. Nicht emergent ist das Verhalten selbstorganisierender Systeme auch dann, wenn es mathematisch beschreibbar und im Prinzip vorhersagbar ist. (Vgl. das o. g. Beispiel der Synergetik, die qualitativ neues Systemverhalten auf das Zusammenwirken der Teile zurückführt und durch die mathematische Beschreibung komplexer Selbstorganisationsprozesse fundiert.) Unter den Modellen der Selbstorganisation trägt in erster Linie die Chaosforschung zur Emergenztheorie bei, da sie nichtlineare deterministische Systeme beschreibt, welche prinzipiell unvorhersagbare, nicht ableitbare Strukturen und damit struktur-emergentes Verhalten entwickeln könnten.<sup>37</sup>

Abgesehen von der fehlenden theoretischen und terminologischen Stringenz ist die Emergenzforschung dem paradigmatischen Blick auf das Ganze verhaftet. Dieser sich stetig fortsetzende epistemologische Wandel ließ den US-amerikanischen Physiker und Nobelpreisträger Robert Betts Laughlin den Schluss ziehen, dass die Naturwissenschaften den Wechsel von einem Zeitalter des Reduktionismus in ein *Zeitalter der Emergenz* vollzogen haben. Es ginge nicht mehr darum, die Natur in immer kleinere Teile zu

zerlegen und deren Verhalten zu studieren. Vielmehr richte sich der Blick auf das kollektive Ganze, auf die Selbstorganisation der Natur.<sup>38</sup> Die Einsicht, dass die Suche nach einer Weltformel angesichts neuer Erkenntnisse auf dem Gebiet der Selbstorganisation an ihre Grenzen gekommen ist, wirkt weniger beunruhigend als die dadurch eröffneten Möglichkeitsräume für Brückenschläge zwischen den Natur- Sozial- und Geisteswissenschaften<sup>39</sup> und damit auch für zukünftige Forschung jenseits der klassischen Theorien.

### III.

Mit Blick auf das Entropiegesetz sind emergente Phänomene physikalisch unwahrscheinliche Zustände. Doch Leben definiert sich, so bereits der Physiker Erwin Schrödinger, gerade durch die Aufnahme und Speicherung von »negative entropy«, um Energieverlust und Zerstörung entgegenzuwirken.<sup>40</sup> Der österreichische Zoologe und Wissenschaftstheoretiker Rupert Riedl (1925–2005) folgte Schrödingers Erklärungsmodell mit der Überzeugung, dass ökologischen, ökonomischen und kulturellen Ordnungen die Möglichkeit negentropischer Emergenz inhärent sei.<sup>41</sup> Riedl ist Gründungspräsident des Club of Vienna, der eine an diesem Emergenzpotential ausgerichtete Zukunftsforschung betreibt. Anders als der Club of Rome, der mit einer Studie *The Limits to Growth* (1972) hervortrat, befasst sich der Club of Vienna nicht mit den Grenzen, sondern vielmehr mit den Ursachen des Wachstums. Beide international-interdisziplinären Vereinigungen betonten – aus scheinbar gegenläufigen Perspektiven, aber immer mit Blick auf die Zukunft, – zum einen den Determinismus komplexer Systeme, zum anderen deren chaotisches Verhalten. Langfristige Auswirkungen auch geringster

33 Vgl. Stephan: *Emergenz* (Anm. 9), S. 232. Stephan bezieht sich dabei insbesondere auf den Band von Wolfgang Krohn/Günter Küpper (Hg.): *Emergenz: Die Entstehung von Ordnung, Organisation und Bedeutung*. Frankfurt a. M. 1992.

34 Krohn/Küpper: *Emergenz* (Anm. 33), S. 7 f.

35 Vgl. ebd., S. 389 (Glossar).

36 Vgl. Stephan: *Emergenz* (Anm. 9), S. 240.

37 Vgl. ebd., S. 72, 242 ff.

38 Vgl. Robert B. Laughlin (Hg.): *Abschied von der Weltformel. Die Neuentdeckung der Physik*. München/Zürich 2009, S.122.

39 Vgl. u. a. Maximilian Boost: *Naturphilosophische Emergenz. Vermittler im Dialog zwischen Naturwissenschaft und Religion*. Würzburg 2012.

40 Vgl. Erwin Schrödinger: *What is Life? The Physical Aspect of the Living Cell*. Cambridge, UK 1944, S. 44. Schrödinger führt darin Boltzmann als Ideengeber an. Ein Vorläufer dürfte auch Felix Auerbach, Professor für theoretische Physik an der Universität Jena, mit folgender Schrift sein: *Ektropismus oder die physikalische Theorie des Lebens*. Leipzig 1910.

41 Rupert Riedl: »Schrödingers Negentropie-Begriff und die Biologie«, in: *Zeitschrift für Wissenschaftsforschung* Bd. 6 (1991), S. 53–65. Ders.: »Wie wohl das Neue in die Welt kommt?«, in: Ludwig Huber (Hg.): *Wie das Neue in die Welt kommt. Phasenübergänge in Natur und Kultur*. Wien 2000, S. 9–22. Ders.: *Strukturen der Komplexität: Eine Morphologie des Erkennens und Erklärens*. Berlin/Heidelberg 2000.

Veränderungen der Ausgangsbedingungen, welche der Mensch bspw. durch Eingriffe in die Umwelt und soziale Interaktionen beeinflusst, machen die Entwicklung des Gesamtsystems letztlich unvorhersehbar. Der Unterschied liegt in der unterbreiteten Akteurs- und Handlungsperspektive. Dem Club of Vienna geht es darum, mittels interdisziplinärer Denkipulse aus der Evolutions- und Kognitionstheorie einen stabilitätsverheißenden Paradigmenwechsel einzuleiten. An die Stelle der Prognostik, der Szenariotechnik im Bericht des Club of Rome, setzte man in Wien auf die evolutionäre Erkenntnistheorie.

Nicht nur dem Club of Vienna geht es heute darum, Emergenztheorien, das heißt das Wissen um emergentes Verhalten der Natur, für die Zukunftsforschung und Gesellschaftsplanung operierbar zu machen, und zwar als konstitutives Prinzip des Wachstums und damit als Parameter für zukünftige Entwicklungsmodelle. Die Gesellschaft als soziales System ohne »basale Zustandsgewissheit« und »darauf aufbauende Verhaltensvorhersagen«<sup>42</sup> muss ihre kontingente Zukunft vorausschauend planen und antizipierend gestalten, damit soziale Kommunikationssysteme überhaupt operieren können. Entscheidungen müssen getroffen werden, ohne die Auswirkungen auf die Zukunft zu kennen und mit dem Wissen, dass es unmöglich ist, Koinzidenzen von *gegenwärtiger Zukunft* (Prognose) und der *zukünftigen Gegenwart* (eintretende Zukunft)<sup>43</sup> zu steuern. Impulse der Systemtheorie und interdisziplinärer Think Tanks suggerieren dennoch, dass durch neue Methoden und Techniken die Emergenz eines komplexen Systems nicht nur simuliert, sondern auch stimuliert werden könne. Gegenläufig zu den konzeptionellen Bemühungen, den Begriff der Emergenz in seine Schranken zu verweisen, schwimmt in diesem Zusammenhang die Trennschärfe zwischen Wirklichkeit und Möglichkeit bzw. Wahrscheinlichkeit emergenter Ordnungen. Denn Zukunftsforschung schlägt nicht nur Brücken zwischen historischer Analyse, Modellierung und Vorhersage. Der Informationsaustausch ihrer fächerübergreifenden Netzwerke und Denkfabriken generiert Wissen, das selbst Aspekte des nicht Antizipierbaren, Unkonventionellen und Neuen aufweist. Dieses »emergente Wissen« gilt als wichtiger Katalysator des Zukünftigen.<sup>44</sup>

42 Luhmann: *Soziale Systeme* (Anm. 28), S. 157.

43 Zu diesen Zeitmodi der modernen Gesellschaft vgl. Niklas Luhmann: *Beobachtungen der Moderne*. Opladen 1992, S. 140 ff.

44 Arnim Bechmann/Holger Klein/Matthias Steitz (Hg.): *Zukunftstechnologie. Transmateriale Katalysatoren – ein*

## IV.

Im Unterschied zur Emergenztheorie ist die Forschung zur nichtlinearen Dynamik darum bemüht, ein exaktes methodisches Instrumentarium für die Beschreibung von emergentem Verhalten auf mathematischer Grundlage zu liefern.<sup>45</sup> Dabei spielen Musterbildungsprozesse des »chaotischen«, also irregulären und nicht oder schwer vorhersagbaren, aber dennoch determinierten Systemverhaltens eine große Rolle, wodurch es letztlich auch in einer bestimmten Ordnung (z. B. als selbstähnliches Fraktal) abgebildet werden kann. Das Zusammenspiel von Ordnung und Chaos lässt sich hier zu einem gewissen mathematischen Vorwissen über Strukturemergenz vereinen.

Ein Beispiel aus der Praxis ist die Untersuchung der spontanen Musterbildungsprozesse (Selbstorganisation) von Hirnaktivitäten mit bildgebenden Verfahren. Aus der mathematisch-graphischen Darstellung der elektrochemischen Informationsverarbeitung zwischen Nervenzellen und Synapsen leitet sich keine naturwissenschaftliche Erklärung über die Evolution des Bewusstseins als emergente Eigenschaft des Gehirns ab. Danach suchen Bioinformatik und Systembiologie auch nicht. Ihr Interesse gilt vielmehr den »Schaltplänen« der Natur, um nach ihrem Vorbild selbstorganisierende IT-Systeme zu entwickeln – beispielsweise neuronale Netzwerke, intelligente optische Sensoren oder so genannten Ameisenalgorithmen zur Lösung von Optimierungsproblemen.

In der angewandten Informatik wird dann von Emergenz gesprochen, wenn intelligente Systeme, die autonom und selbstlernend auf ihre Umgebung reagieren, ein unerwartetes, übersummatives Verhalten zeigen, dessen Variabilität mit zunehmender Interaktion ansteigt. Das trifft auf computergestützte Modellbildungen angefangen beim zellulären Automaten über agentenbasierte Systeme und die Robotik bis hin zur A-Life-Forschung zu. Für diese Systeme wurde der Begriff »emergent computation«<sup>46</sup> geprägt.

---

*Innovationsreport. Einführung, Grundlagen, Zugänge.* Barsinghausen 2009. S. 36, *passim*.

45 Johan Grasman/Gerrit van Straten: *Predictability and Nonlinear Modelling in Natural Sciences and Economics*. Dordrecht u. a. 1994.

46 Stephanie Forrest: »Emergent Computation: Self-Organizing, Collective, and Cooperative Phenomena in Natural and Artificial Computing Networks«, in: *Physica D: Nonlinear Phenomena* 42 (1990), S. 1–11. Vgl. auch Klaus A. Brunner: »What's Emergent in Emergent Computing?«, in: Robert Trappl (Hg.): *Cybernetics and Systems: Proceedings of the 16th European Meeting on Cybernetics and Systems Research*. Wien 2002, S. 189–192.

Das Feld der Informatik, das sich damit beschäftigt, wird folglich *Emergent Computing* genannt. Emergenz fungiert hier als funktionales Erklärungsmodell für ungesteuerte Systemvariabilität, die auf die synergetische Aktivität beteiligter Komponenten zurückzuführen ist.<sup>47</sup> Hervorgerufen wird sie unter anderen durch genetische und evolutionäre Algorithmen (naturanaloge Optimierungsverfahren), als deren Begründer der US-amerikanische Informatiker John Henry Holland (1929–2015) gilt, der auch an der Entwicklung komplexer adaptiver Systeme beteiligt war, die ein besonderes Lern- und Anpassungsvermögen an ihre Umwelt zeigen. Um mehr Möglichkeiten zu generieren, auf die Umwelt zu reagieren, verzichtet *Emergent Computing* gleichzeitig auf rechnerintensive Kontroll- und Steuerungsmechanismen. Mit emergenter IT-Technologie wird somit höhere Effizienz, Flexibilität und Robustheit der modellierten Systeme angestrebt und das Risiko der Unvorhersagbarkeit in Kauf genommen.

Folglich liegt die Herausforderung für IT-Entwickler und Programmierer darin, unerwünschtes Verhalten bei dynamischen Computersystemen möglichst auszuklammern, denn nichtlineare Systeme können sehr sensibel und unerwartet auf kleinste Änderungen reagieren (so genannter ›Schmetterlingseffekt‹). Gerade im Softwarebereich werden daran auch Katastrophenszenarios geknüpft, wo die fatale Verkettung von kleinen Programmfehlern unvorhersehbare Konsequenzen für das gesamte System hätte. Die Frage nach der Emergenz stellt sich also im Hinblick nicht nur auf Innovation, sondern auch auf die Selbstregulation von Selbstorganisationsprozessen. Zur Untersuchung von Störungsfaktoren im System werden in den Bionik-Laboren beispielsweise Erkenntnisse der Schwarmforschung genutzt.

Ein Vorteil der Schwarmrobotik ist, dass oftmals mit weniger komplexen und kostengünstig konstruierten Nanorobotern gearbeitet werden kann. Die kleinen Automaten interagieren mit ihrer Umwelt, um gestellte Aufgaben gemeinsam zu bewältigen: etwa um kollektiv Beethoven zu spielen.<sup>48</sup> Dabei folgen die Roboter Algorithmen, die sicherstellen, dass die berechneten Wege rechtzeitig und ohne Zusammenstöße abgefahren werden und die Roboter sich selbstständig untereinander auf die Rollenverteilung einigen, damit

immer einer zur rechten Zeit an der richtigen Stelle der ebenerdig konstruierten Klaviertastatur ist, um die nächste Note zu spielen bzw. auszulösen. Ein Schwarm wird nicht zentral gesteuert, alle Objekte regulieren und organisieren sich selbst. Durch vorprogrammierte Bewegungen wird bereits ein rudimentäres Schwarmverhalten erzeugt,<sup>49</sup> das sich mit wachsender Anzahl von Robotern komplett verändern kann. Einfache Algorithmen simulieren in diesem Fall intelligentes Verhalten, wodurch im Zusammenspiel des Schwarms technische Emergenz hervorgerufen wird, während der einzelne Roboter hingegen kein emergentes Produkt darstellt. Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile, kommentieren auch die Vertreter des *Emergent Computing* das Schwarmverhalten der Nanoroboter.<sup>50</sup>

In allen denkbaren Einsatzgebieten der Transport- und Lagerwirtschaft, in der Agrarwirtschaft, beim Katastrophenschutz oder im Kosmos, ist die Schwarmrobotik bereits heute keine Zukunftsmusik mehr. Künstliche Neuronale Netze (KNN), auf denen Künstliche Intelligenz aufbaut, kommen heute in vielfältigen Bereichen (Bild- und Spracherkennung, Gewebeanalysen, Verkehrsoptimierung usw.) zur Anwendung, die aufgrund ihrer Komplexität durch klassische Berechnungen nicht geregelt werden können. KNN erkennen über Verhaltensmuster in sich aktualisierenden Datenmengen hinaus auch Muster in der Mustererkennung und können letztere stetig verbessern. Was intelligente Systeme profitabel macht, sind nicht nur die hohen Trefferquoten bei Voraussagen, sondern insbesondere ihre alternativen und selbst für ihre Schöpfer unerwarteten Wege der Problemanalyse und Problemlösung.

Technische Innovationen eilen der Gegenwart voraus und sind, so Holland in seinem Buchkapitel »What Is to Come and How to Predict It«, zumindest in einigen heute intensiv erforschten und eng interagierenden Bereichen wie der Mikroelektronik, Computertechnik, Robotik und Biotechnologie, im Gegensatz etwa zum sozialen Wandel gewissermaßen voraussagbar.<sup>51</sup> Es

47 John H. Holland: *Emergence. From Chaos to Order*. Oxford u. a. 1998.

48 Piano-Playing Swarm Robots (2012), auf: <http://www.youtube.com/watch?v=YigAzrFoN3E&feature=youtu.be> (letzter Zugriff: 05.05.2017).

49 Das Verhalten basiert dabei zumindest auf drei einfachen Regeln, die Schwarmformationen von Zugvögeln simulieren und von den Robotern zu befolgen sind: 1. sich in Richtung des Mittelpunkts derer bewegen, die im Umfeld wahrgenommen werden (Kohäsion/Zusammenhalt), 2. sich wegbewegen, sobald jemand zu nahe kommt (Separation), 3. sich annähernd in dieselbe Richtung wie die unmittelbaren Nachbarn zu bewegen (Alignment/Angleichung).

50 Vgl. Forrest: »Emergent Computation« (Anm. 46), S. 1.

51 John Henry Holland: »What is to Come and How to Predict It«, in: John Brockman (Hg.): *The Next Fifty Years: science*

sind Neuheiten, die nicht auf ontologischer Emergenz beruhen. Emergenz in der Informatik definiert sich nicht durch Merkmale der philosophischen Emergenztheorie, sondern vielmehr durch den Einsatz erwünschter Effekte nichtlinearer Interaktion in Computersystemen und damit durch eine Kategorie, die der Emergenzforschung fremd ist: praktische Nutzbarkeit.

## V.

Mitte der 1950er Jahre, als die Neurophysiologie noch in den Kinderschuhen steckte, aber bereits Vorstellungen von ›Elektronengehirnen‹ und ›neuronalen Netzen‹ kursierten<sup>52</sup> und der Mathematiker Alan Turing einen Test zur Überprüfung der Denkfähigkeit von Maschinen formuliert hatte, entfachte bei der neu begründeten Kybernetik das Interesse für ›Künstliche Intelligenz‹. Das sich herauskristallisierende kognitionswissenschaftliche und technologische Forschungsprogramm stützte sich nicht nur auf empirische, sondern auch auf Gedankenexperimente. In diesem Punkt trafen sich angewandte Wissenschaft, Futurologie und Science-Fiction-Literatur. Das Surplus von empirisch ungesicherten Modellierungen liegt in der Projektion unvorhersagbarer Zukünfte. Darin nimmt die Emergenz einer ›intelligenten Technosphäre‹ einen dominanten Platz ein.

Von Anbeginn an thematisierte die Literatur die mit der rasanten Entwicklung der künstlichen Intelligenz einhergehenden Ungewissheiten und Ambivalenzen, die in einem Spektrum von Zukunftsoptimismus bis Schreckensszenario ihren Ausdruck finden. Was ist, wenn die von Isaac Asimov aufgestellten Robotergeretze<sup>53</sup> nicht befolgt werden? Wenn sich die Technik also der Kontrolle ihrer Schöpfer entzieht, was nur die logische Konsequenz einer emergierenden Intelligenz und eines eigenen Willens wäre? Wenn sich kybernetische Systeme im Schwarm organisieren und Kapazitäten zu einer Superintelligenz bündeln? Stanisław Lem konfrontierte in seiner Erzählung ›Der Unbesiegbare‹ (*Niezwyciężony*, poln. ›Unbesiegt‹, 1964) einen Raumkreuzer der Zukunft mit einem Schwarm aus metallischen Partikeln, der quasi als

in the first half of the twenty-first century. New York 2002, S. 41–51.

52 Warren McCulloch/William Pitts: ›A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity‹, in: *Bulletin of Mathematical Biophysics* 5 (1943), S. 115–133.

53 Vgl. Isaac Asimov: ›Runaround‹, in: *Astounding Science-Fiction* 29 (1942) 1, S. 94–103.

Kriegsmaschine operiert und das Gedächtnis und damit die Handlungsfähigkeit des Menschen mittels starker magnetischer Felder auslöscht.<sup>54</sup> Emergentes Verhalten meint hier, analog zum Schwarmverhalten kleinster Organismen in der Natur, im Ganzen nicht nur komplexe, sondern zeitig beunruhigende Effekte.

Beide Autoren werfen auch Fragen der Emergenz von Intelligenz und Bewusstsein auf: Entsteht künstliche Intelligenz als singuläres Zufallsprodukt, so wie Asimovs ›Bicentennial Man‹ mit ›positronischem Gehirn?‹<sup>55</sup> Die Fähigkeit zum Denken und Fühlen macht den sich selbst evolvierenden Androiden zur tragischen Figur. Als sich dieser juristisch als menschliches Wesen anerkennen lassen möchte, um den Bund der Ehe mit der von ihm auf ganz menschliche Weise geliebten Frau zu schließen, wird ihm dieses Recht wegen seiner potentiellen Unsterblichkeit verwehrt, die ihn vom Menschen grundlegend unterscheidet. Des Weiteren: Sind intelligente Systeme möglich, die Zugang zu den neuronalen Daten des menschlichen Gehirns haben – ähnlich dem rätselhaften Ozean in Lems *Solaris* (1961), aus dem materialisierte Kopien des menschlichen Unbewussten emergieren? Macht die Evolution vollkommener Elektronenhirne, wie Lem in seinen *Dialogen* (*Dialogi*, 1957) diskutierte, die Verpflanzung des lebendigen Gehirns in ein elektrisches Netz, also auf eine Hirnprothese und damit die kybernetische Unsterblichkeit des Menschen nicht nur möglich, sondern aufgrund der Zunahme der intelligenten Technosphäre auch erforderlich?<sup>56</sup>

Das *mind uploading* auf ein externes Medium, wie es später von dem US-amerikanischen Biogerontologen George Martin nahegelegt wurde,<sup>57</sup> ist ein Grundanliegen des Transhumanismus. Der russische Unternehmer und Milliardär Dmitrij Ickov geht noch weiter: Seit einigen Jahren versammelt er Spezialisten aus

54 Zu Lems Erzählung vgl. Eva Horn: ›Das Leben ein Schwarm. Emergenz und Evolution in moderner Science Fiction‹, in: dies./Lucas Gisi (Hg.): *Schwärme – Kollektive ohne Zentrum. Eine Wissensgeschichte zwischen Leben und Information*. Bielefeld 2009, S. 101–124. Benjamin Bühler: ›Tierische Kollektive und menschliche Organisationsformen: Kropotkin, Canetti, Frisch und Lem‹, in: ebd., S. 253–272.

55 Isaac Asimov: ›The Bicentennial Man‹ (1976), in: ders.: *The Bicentennial Man and Other Stories*. London 1977, S. 135–173.

56 Stanisław Lem: ›IV‹, in: ders.: *Dialoge*. Frankfurt a. M. 1980, S. 154–179.

57 George M. Martin: ›Brief proposal on immortality: an interim solution‹, in: *Perspectives in Biology and Medicine* 14 (1971) 2, S. 339–340.

Informatik, Systembiologie, Medizin und Neurologie, die die Verpflanzung eines kompletten Gehirns in einen Roboterkörper (Avatar) realisieren und dafür eine Schnittstelle zwischen menschlichem Gehirn und dem Maschinenkörper konstruieren sollen. Das Avatar-Projekt ist Kern der von Ickov begründeten »Initiative 2045«<sup>58</sup>, die kein geringeres Ziel als die menschliche Unsterblichkeit verfolgt. Angeregt wurde er insbesondere von dem US-amerikanischen Google-Ingenieur Raymond Kurzweil, der – dem Kalkül der Wahrscheinlichkeit folgend – den erwarteten Qualitätssprung der Technosphäre für das Jahr 2045 voraussagte.<sup>59</sup> Demnach werden komplexe intelligente Systeme in der Lage sein, sich selbst, also unabhängig von ihren Konstrukteuren, zu verbessern und so den technischen Fortschritt derart rasant vorantreiben, dass es zu einer signifikanten Veränderung der Welt kommen wird. Diese wird auch als »technologische Singularität«<sup>60</sup> bezeichnet.

Der Film *Transcendence* (2014) nimmt das Eintreten der Singularität vorweg, zeigt aber vor allem die Skepsis gegenüber der durch *mind uploading* entstandenen superintelligenten Hybride, die mittels Nanotechnologie Menschen ebenso heilt wie kontrolliert. Im Film wird die Ausbreitung dieser transzendenten Computermacht durch einen Virus gestoppt und damit auch alle durch diese erschaffenen Technologien und aufsteigenden Nanopartikel, die zur Heilung des Ökosystems programmiert waren, vernichtet. Das Konzept der Singularität erweist sich, das veranschaulicht auch der Film *Transcendence*, als Zusammenführung des *Emergent Computing* und dem kosmologischen Postulat des *Emergentismus*, die eine derartige Emergenzqualität freilich noch nicht vor Augen hatten. Diese Zukunft, in der eine höhere, außerhalb des menschlichen Bewusstseins stehen-

de integrative Intelligenz emergieren wird, ist, dem »Singularisten« Kurzweil zufolge, nun nah.<sup>61</sup>

Zusammenfassend ließe sich festhalten, dass »Emergenz« ungeachtet aller Systematisierungs- und Präzisierungsbemühungen ein Dachbegriff für verschiedene Phänomene bleibt und zuweilen auch als Zauberwort fungiert. Zur Mystifikation tragen transportierte ursprüngliche Konnotationen des Wortes ebenso bei wie die mitschwingende Potentialität zum (evolutionären) Qualitätssprung in Natur und Kultur. Begriffsgeschichtlich betrachtet werden mit Emergenz zunächst theoretische Leerstellen (das Unbestimmbare, Unberechenbare, Unvorhersehbare, Unerklärbare usw.) beschrieben. Systemtheoretiker verwenden den Emergenzbegriff dann synonym zu den übersummativen Effekten selbstorganisierender Ordnungsbildung. Mit der Übernahme des Begriffs in die Angewandte Wissenschaft avanciert Emergenz schließlich zur operativen Komponente der Technologieentwicklung. Mit dieser Verschiebung von der Emergenztheorie des Lebens und des Bewusstseins über die Betrachtung von Komplexität im Hier und Jetzt hin zur Programmatik der Emergenz in den Technologien des Künstlichen Lebens und der Künstlichen Intelligenz wird – nicht zuletzt auch befördert durch die entsprechende Engführung in Technikphilosophie und Science Fiction – die Trennlinie zwischen definitiv-struktur-Unvorhersagbarkeit und prognostizierbarer Strukturemergenz schmaler. Das vorhersehbare Unvorhersehbare wird nun durch Mathematik und Informatik gestützt und die vorhersehbare Unvorhersehbarkeit zum kreativen Impuls der Zukunftsgestaltung. Damit wird zwar keine neue emergenztheoretische Position markiert, wohl aber das Begriffsfeld um eine »praktische« Emergenz erweitert.

58 »2045 Strategic Social Initiative«, auf: <http://2045.com/> (letzter Zugriff: 05.05.2017).

59 Ray Kurzweil: *The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology*. New York et. al. 2005, S. 136.

60 John von Neumann, ein in Princeton lehrender Mathematiker ungarisch-jüdischer Herkunft, der in den späten 1930er Jahren einen der ersten Computer konstruierte, soll mit dem Begriff der Singularität bereits den kommenden technischen Fortschritt bezeichnet haben, wie ein Freund und Kollege in seinem Nachruf berichtet: Stanislaw Ulam: »Tribute to John von Neumann«, in: *Bulletin of the American Mathematical Society* 64 (1958) 3, S. 1–49, hier S. 5. Vernor Vinge: »Technological Singularity: How to Survive in the Post-Human Era«, in: *VISION-21 Symposium*. Westlake, Ohio 1993, S. 11–22, auf: <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19940022855.pdf> (letzter Zugriff: 05.05.2017).

61 Kurzweil: *The Singularity Is Near* (Anm. 59).