
Eine Zwischenbilanz

Emergenzen, die phänomenologisch unbezweifelbar sind, werden in dem Umfeld, in dem ich arbeite, von einer naturalistischen Position aus beschrieben und analysiert.

Für mich lautet demgemäß die Definition für Emergenzen/emergente Eigenschaften:

Emergente Systemeigenschaften sind zwar nicht vorhersagbar oder erklärbar aus der für das System und seine Teile derzeit geltenden Theorie, aber was in Bezug zur heutigen Theorie emergent ist, kann morgen aufgrund neuer Empirie oder einer verbesserten Theorie seinen emergenten Status verlieren.

Mit anderen Worten: Eine Systemeigenschaft gilt dann als emergent, wenn wir sie aufgrund unseres derzeitigen Wissens über die Systemkomponenten und der für ihre Wechselwirkungen geltenden Gesetze nicht erwarten/voraussagen können. Die emergente Systemeigenschaft bleibt aber ein epistemologisches Konstrukt, sie darf nicht leichtfertig als ontisches Gebilde hingestellt werden.

Es sei an dieser Stelle nochmals betont, dass meinen Ausführungen das (natur-)wissenschaftliche Weltbild, ein naturalistisches Weltbild, zugrunde liegt. Dies impliziert, dass in unseren Theorien übernatürliche Kräfte nicht vorkommen.¹

¹ Damit wird nicht behauptet, dass es diese übernatürlichen Kräfte und Mächte nicht gäbe; die Voraussetzung, die der Naturforscher macht, ist lediglich, dass diese Faktoren, wenn

Die Frage: Gibt es konstitutive, seiende ‘Emergenzen’ im **ontischen** Sinn? möchte ich aber ausdrücklich offen lassen, solange unsere gegenwärtigen naturalistischen Theorien nicht alle derzeit als emergent eingestuften Systemeigenschaften der höheren Seinsstufen, z.B. ‘Leben’ oder ‘Bewusstsein’, erklären können. Dies gilt auch für den ‘Anfang’, die ‘Schöpfung’. Ich halte mich hier an Albert Einstein, dem wir den Satz verdanken: “I do not believe in the god of theology. My god created the universe with its immutable laws“.

Für viele Wissenschaftler unserer Zeit ist der Einsteinsche Deismus, nicht der Atheismus, die Grundlage für ihr vom neutralen Substanzmonismus geprägtes naturalistisches Weltbild, in das sich die moderne Evolutionstheorie ebenso nahtlos einfügt wie die Quantentheorie mit ihren Verzweigungen.

Ein aktuelles Beispiel für die derzeitige Debatte zu diesem Themenkreis innerhalb der Realwissenschaften ist die **Zeit**.² Kann die Zeit als das Paradigma einer ontischen Emergenz gelten? Wenn meine Kollegen aus der Physik recht behalten, die eine fundamentale Zeitlosigkeit der Quantengravitation konstatieren, was bedeutet dann die Newtonsche Zeit oder die biologische Uhr? – Die Zeit existiert, so betont der Biologe, aber meine skeptischen Kollegen aus der Physik haben vermutlich auch Recht: Die Zeit ist nicht fundamental, sie entstand vielmehr aus zeitlosen Komponenten.

Für den Biologen ist die biologische Zeitmessung ‘real’.³ Die circadiane Rhythmik z.B. ist eine reale Systemeigenschaft, die jeder Zelle und jedem Organismus zukommt. Die **nicht-lineare biologische Zeit**, die unser Leben, unsere Ontogenie bestimmt und dem Menschen die Erfahrung von Endlichkeit vermittelt, ist eine reale Eigenschaft lebendiger Systeme, die

es sie denn gibt, keinen Einfluss auf die Naturvorgänge, Naturgesetze und Naturkonstanten haben.

² Vgl. Callender, C. (2010) Ist Zeit eine Illusion? In: Spektrum der Wissenschaft, Oktober 2010, 33-39.

³ Bünning, E. (1973) The Physiological Clock. Springer, New York.

aus den Eigenschaften der genetischen und der epigenetischen Substanzen, aus zeitlosen Komponenten also, resultiert.

Auch die lineare Zeit der Newtonschen Physik dürfen wir selbst im Zeitalter von Quantengravitation und Raumzeit als eine reale Eigenschaft der Welt der mittleren Dimensionen ansehen. Dies bedeutet: Die Zeit Newtons existiert in diesen Dimensionen, aber sie ist nicht fundamental. Indessen spricht nichts dagegen, ihr in den mittleren Dimensionen Realität zuzubilligen, den Status einer ontischen Emergenz. Die Frage ist natürlich auch in diesem Fall, was ‘Realität’ bedeutet. Zumindest bedeutet ‘real’, dass wir es im Fall der Newtonschen Zeit nicht mit einer transienten Illusion, sondern mit einer im Sinn und mit den Verfahren der Realwissenschaften fassbaren Systemeigenschaft der mittleren Dimensionen zu tun haben.

2.1 Einige Fallstudien - in Form von Thesen

2.1.1 *Emergente Komplexität und Evolution*

Steigende Komplexität, verbunden mit neuen, besser angepassten Strukturen, ist eine Voraussetzung für neue Funktionen und neue, bessere Systemleistungen – und damit eine Voraussetzung für ‘Evolution’. Dies gilt sowohl für die biologische Evolution als auch für die kulturelle Evolution.

Es entstehen neue, in der Regel **emergent** anmutende Funktionen, diefalls sie sich im Selektionsgeschehen durchsetzen – die Strukturen und Leistungen des Gesamtsystem verbessern, z.B. Gehirn/**Bewusstsein**, Gehirn/**Sprache**, Gehirn/teleologisches **Denken**.

Die Entstehung von Bewusstsein in der Stammesgeschichte der Primaten und Hominiden betrachten wir heute im Sinn der Evolutionstheorie als ein Ergebnis positiver Selektion. Ein wesentlicher Selektionsvorteil von ‘Bewusstsein’ war die Fähigkeit, sich in andere Artgenossen hinein zu versetzen mit dem Resultat einer effektiveren Gruppenbildung. Andererseits erkennen wir auch bei dieser Fallstudie leicht die Schattenseite der neuen

Systemeigenschaft: Die Fähigkeit zur Empathie vermindert die Konzentration auf den Erhalt des Ego.

Die negativen Folgen steigender Komplexität und damit neuer Systemeigenschaften lassen sich allenthalben konstatieren.^{4, 5}

Die systemischen Risiken nehmen bei zunehmender Komplexität unweigerlich zu, bis hin zum Systemkollaps, da die neuen emergenten Eigenschaften nicht notwendigerweise in das vorgegebene System passen. Nicht nur die einzelnen Emergenzen, auch die Kombination bzw. die Interaktion der Emergenzen mit der vorgegebenen Systemebene müssen sich in der Evolution bewähren. Dies gilt in analoger Weise für die kulturelle Evolution, also für die systemische Interaktion der emergierenden Meme mit dem vorgegebenen kulturellen Hintergrund.

Zusammengefasst:

Systemische Risiken bei emergierenden biologischen, technologischen, ökonomischen und politischen Systemen entstehen aus nicht voraussehbaren (und damit nicht zu erwartenden) Wechselwirkungen der Bestandteile. Dies gilt sowohl für die Systemkomponenten untereinander als auch für die Wechselwirkung der Systemkomponenten mit Faktoren aus der Umwelt.

Beispiele: Der Tsunami und das KKW Fukushima, biologische und technische Netze, anthropogene Ökosysteme, Eingriffe in das Immunsystem, politische Parteien, Börsen, Märkte ...

Sicherheitsmaßnahmen bei emergierenden Technologien mit ihren komplexen Subsystemen sind immer kostspielig.⁶ Aus diesem Grund werden (und wurden) die Systeme häufig marginal konstruiert, auch in der Evolution.

⁴ Systemic Risk as a Perspective for Interdisciplinary Risk Research. In: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, 20. Jahrgang, Heft 3, Dezember 2011. Einführungsartikel von B. Cleeland: Contributing Factors to the Emergence of Systemic Risks.

⁵ Wehr, M. (2012) Die Komplexitätsfalle. In: FAZ vom 17.11.2012, Nr. 269, Seite 40.

Dies betrachten die Fachleute als (nahezu) unausweichliche Konzession.⁷ Die Systemtheorie komplexer Systeme zeigt nämlich, wie unerwartete Risiken mit den Eigenschaften von Emergenzen entstehen, die man auch mit einem riesigen Aufwand nicht antizipieren kann, zumal dann, wenn Nicht-Linearitäten, positive Rückkoppelung und Hysteresis ins Spiel kommen.

Man spricht derzeit gerne von emergierenden Technologien, wenn man neue, in Entstehung begriffene technologische Verfahren im Auge hat.⁸ Da es bei den einschlägigen Veranstaltungen und Texten weniger um die emergenten Aspekte der Technologien geht als um die Bedeutung der neuen Technologien für den gesellschaftlichen Kontext, überlasse ich dieses Feld lieber der Memetik.

Systemische Risiken im Globalen Finanzsystem sind heutzutage jedermann bekannt. Oft genug entstehen im Finanzsystem sogenannte ‘Blasen’ wie aus dem Nichts. Erst nachdem sie weithin sichtbar sind, werden sie auch von der Fachwelt in ihrer Bedeutung ernst genommen, in der Regel zu spät für eine rationale Intervention. Der Zerfall Griechenlands kann als Beispiel für die rational nicht antizipierbare und demgemäß nicht beherrschbare Wechselwirkung von ökonomischen und politischen Faktoren und für die Grenzen politischer Regulation in der ‘Demokratie’ und in der EU gelten.

Die **globale Gefährdung** des Systems Erde durch den Faktor Mensch kann als Beispiel für den irreduzierbaren und offenbar nicht beherrschbaren Konflikt zwischen nationalen und ethnischen Egoismen und der Bewahrung

⁶ Systemic Risk as a Perspective for Interdisciplinary Risk Research. In: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, 20. Jahrgang, Heft 3, Dezember 2011. Einführungsartikel von B. Cleeland: Contributing Factors to the Emergence of Systemic Risks.

⁷ Ebd.

⁸ Nano is dead: Lang leben die neuen emergierenden Technologien. Ein Tagungsbericht von A. Ferrari. In: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, 21. Jahrgang, Heft 1, Juli 2012.

globaler, kollektiver Güter angeführt werden, z.B. Wassergüte, Klimastabilität, Qualität der Böden, Geldwertstabilität ...

Ist Systemkomplexität somit zwangsläufig begrenzt?

Intelligenz ist – wie ich meine – ein gutes Beispiel für die inhärenten Grenzen eines komplexen Systems. Das Gehirn ist der Ort des intelligenten Geschehens. Intelligenz gilt zu Recht als eine emergente Eigenschaft des Gehirns, die aus der Verknüpfung von Neuronen resultiert. Eine weitere strukturelle/funktionelle Verbesserung des Gehirns unter Selektionsdruck sollte demnach ein Weg sein, die menschliche Intelligenz weiter zu steigern. Neuere Studien deuten indessen darauf hin, dass der weiteren Vergrößerung und strukturellen Verbesserung des menschlichen Gehirns enge Grenzen gesetzt sind.⁹

Eine höhere Gehirnleistung durch eine weitere Vergrößerung des Organs würde zu viel Energie verbrauchen und überdies die neuronalen Prozesse eher verlangsamen, da größere Strecken zu überwinden wären. Auch die Verkleinerung der Neuronen ist für die weitere Evolution des Gehirns keine Option. Entsprechend den physikalischen Gesetzen, die eine weitere Verkleinerung der Schaltelemente in Computerchips begrenzen, nimmt bei den Neuronen und im Neuronennetzwerk unterhalb einer bestimmten Größe das zufällige Signalrauschen überhand und verhindert eine effektive Informationsübermittlung. Die Evolution ist offensichtlich im Fall des Gehirns bereits am Limit.¹⁰ Warum? – Die neuesten empirischen Studien zum Thema ‘Gehirn in der Hominidenevolution‘ lassen sich mit dem skeptischen Satz zusammenfassen: Die Evolution eines immer größeren und komplexeren Gehirns war unausweichlich mit einer gesteigerten Empfindlichkeit für neurologische Störungen verbunden.¹¹

⁹ Fox, D. (2012) Die Grenzen des Gehirns. Ins: Spektrum der Wissenschaft, Mai 2012, 27-33.

¹⁰ Ebd.

¹¹ Ebd.

Auch die vielversprechende mentale Leistungssteigerung durch Pharmaka sei bisher eine ‘Wirkungsillusion’ geblieben, sagen mir die Fachleute (TAB-Brief Nr. 40/Februar 2012).

Leistungssteigerungen entstehen aber zweifellos über die Bildung von **intelligenten Kollektiven**.¹² Auch Menschen vereinen, analog zu den sozial lebenden Insekten, in ihren Gemeinschaften die intellektuellen Fähigkeiten der Einzelnen und erzielen damit überragende kollektive Leistungen, die wir zu Recht als Emergenzen bewundern. Ein Beispiel ist die gesprochene oder geschriebene Sprache, die es den Kollektiven des *Homo sapiens* seit Jahrtausenden erlaubt, Informationen zu kommunizieren und zu tradieren, die unser individuelles Gedächtnis überfordern würden. Die aus der Hominidenevolution erwachsene menschliche Sprachfähigkeit beruht auf festen neurobiologischen Grundlagen, die ihrerseits genetisch begründet sind. Wir beobachten demgemäß auch bei der Sprachfähigkeit die übliche (population-)genetische Variation. Die konkreten Sprachen ergeben sich erst aus dem kultivierten Zusammenspiel der genetischen Basis mit dem memetischen Umfeld.¹³ Die Sprachen bilden die bedeutsamste Errungenschaft, die den *Homo sapiens* von den übrigen Primaten abhebt. Ein neuerdings viel beachtetes Beispiel für kollektive Leistungen, die auf eine gemeinsame präzise Sprache angewiesen sind, ist die Team-Arbeit in den heutigen (Natur-)Wissenschaften. Die paradigmatischen Disziplinen der modernen Wissenschaft zum Beispiel, Teilchenphysik und Molekularbiologie, sind völlig auf das disziplinierte Zusammenwirken vieler Spezialisten angewiesen. Diese Experten sind in ihren Funktionen nicht austauschbar, aber die Spezialisten müssen sich um der Integration willen jederzeit präzise verständigen können und demselben wissenschaftlichen Ethos gehorchen. Einige Autoren¹⁴

¹² Fox, D. (2012) Die Grenzen des Gehirns. Ins: Spektrum der Wissenschaft, Mai 2012, 27-33.

¹³ Mohr, H. (2008) Einführung in (natur-)wissenschaftliches Denken, Kapitel 7.1 – Gene und Meme. Springer, Heidelberg.

¹⁴ Fox, D. (2012) Die Grenzen des Gehirns. Ins: Spektrum der Wissenschaft, Mai 2012, 27-33.

weisen allerdings darauf hin, meines Erachtens zu Recht, dass die Erfolge der kollektiven menschlichen Intelligenz – neuerdings das Internet – den Evolutionsdruck auf die Bewahrung und womöglich Steigerung der individuellen Intelligenz mindern werden: Für den Biologen ein weiteres Beispiel für die Risiken, die möglicherweise bei der Bildung komplexer Systeme für die Systemkomponenten entstehen. Die Gefährdung komplexer (politischer) Systeme infolge des Versagens **einiger weniger** Komponenten wird uns derzeit am Fall Griechenland/Euroraum vorgeführt.

2.1.2 *Rituale als emergente Eigenschaften*

Rituale gehören zu den besonders auffälligen, kryptisch anmutenden Systemeigenschaften menschlicher Gesellschaften. Rituale (rituelle Vorschriften) betrachten wir heute als Komponenten der Meme. Sie ordnen das kulturell vererbte Brauchtum. Besonders auffällig ist die Rolle des Rituals bei Gottesdiensten, z.B. das Rituale Romanum, und bei militärischen Zeremonien, z.B. beim Grossen Zapfenstreich. In allen Religionen gewährleisten Rituale eine Dauerhaftigkeit der Überlieferung, die kein anderer Kodex leisten könnte. Andererseits aber können antiquierte Rituale zu einer Last werden und dem Ansehen einer Religion schaden. Die derzeitige Debatte um die ‘Beschneidung’ ist dafür ein zwar unbedeutendes, aber dennoch lehrreiches Beispiel.

In der skeptischen Soziobiologie rechnet man Rituale (oder Riten) zu den **gemischten Verhaltensstrategien**.¹⁵ Sie stabilisieren einerseits unser Verhalten, unterdrücken aber andererseits jene Flexibilität des Verhaltens, die eine sich (u.U. rasch) ändernde Umwelt erfordert.

Dies gilt auch für das Wirtschaftsleben. Rituale schützen und bewahren einerseits die etablierten Institutionen, andererseits engen sie das Verhaltensrepertoire der Manager ein, unterdrücken Kreativität und behindern oder verhindern notwendige und rasche Anpassungen an sich ändernde Bedin-

¹⁵ s. 20, Kapitel 7.4 – Evolutionsstrategien.

gungen. Diesen Eindruck konnte man z.B. aus der Finanzkrise der letzten Jahre gewinnen (Inflexibilität der von emergenten Ritualen beherrschten Börsen und Banken).

2.1.3 *Natürliche und anthropogene Ökosysteme*¹⁶

Ökologie, so habe ich als Student gelernt, sei die Wissenschaft von den Beziehungen der Organismen untereinander und zu ihrer Umwelt. Heute steht die Ökosystemforschung im Zentrum wissenschaftlicher Ökologie. Besonders dringlich erscheint die Erforschung der anthropogenen Ökosysteme.

Diese anthropogenen Ökosysteme, von denen wir leben und die das Antlitz der modernen Welt bestimmen, sind durch emergente Eigenschaften charakterisiert, die den natürlichen Ökosystemen abgehen. Sie sind zum Beispiel in aller Regel weit vom ökologischen Gleichgewicht oder vom Minimum der Entropieproduktion entfernt. Sie sind deshalb aus sich heraus ökologisch nicht stabil. Vielmehr bedürfen sie der Zufuhr von Arbeit und ständiger konstruktiver Eingriffe („Pflege“), sonst brechen sie zusammen. Nichts in der heutigen Welt reguliert sich von selbst zugunsten des Menschen. Umso wichtiger erscheint das Anliegen der Ökosystemforschung, die vom Menschen in der Regel intuitiv durch „Versuch und Irrtum“ geschaffenen anthropogenen Ökosysteme mit ihren emergenten Eigenschaften wissenschaftlich zu verstehen und als Lebensgrundlage zu erhalten.

Hierzu eine kritische Anmerkung: Weder die an anthroposophischen Kultformen orientierte biologisch-dynamische Wirtschaftsweise noch die von ideologischen Überzeugungen getriebene ‚Agrarwende‘ in der Politik seit 2002 können sich auf ökologische Wissenschaft berufen. Eine Distanzierung der Agrarpolitik in Deutschland vom wissenschaftlichen Sachverstand bedeutet vielmehr eine extrem riskante Abkehr von der politisch gebotenen

¹⁶ s. 20, Kapitel 4.3 – Natürliche und anthropogene Ökosysteme.

realistischen Weltsicht auf einem besonders sensiblen Sektor der Wirtschaft.

2.1.4 Emergenzen - wie können wir mit ihnen besser umgehen?

Eine Zusammenfassung in Thesenform

These 1

Die reduktionistische Annahme, man könne alle komplexen (komplex zusammengesetzten) Strukturen und Systeme durch Untersuchung der Eigenschaften ihrer einfachsten Bestandteile restlos erklären und womöglich voraussagen, lässt sich nicht aufrecht erhalten. Der Begriff (und das Konzept) der Emergenz ist – wie wir gesehen haben – bei der Behandlung komplexer Systeme unumgänglich.

These 2

Emergenzen, auch die als mental eingestuften Emergenzen, betrachten wir in den meisten Fällen als transiente, heuristische Konstrukte zur Erfassung komplexer Strukturen, die sich momentan einer befriedigenden theoretischen Erklärung entziehen. Diese sind allesamt durch ‘Evolution’ entstanden, über ‘Zufall und Notwendigkeit’. Durch Evolution bildeten sich die robusten, komplexen Systeme der zwar epistemologisch diskreten, aber dennoch ontologisch als kohärent angesehenen Seinsstufen; es entstand der Schichtenbau der realen Welt (des Seienden) mit den schichten-spezifischen kontingenten Gesetzen und Kategorien,¹⁷ die derzeit nicht aus den Gesetzen der tieferen Schicht(en) vorausgesagt (oder abgeleitet) werden können und insofern als Emergenzen aufzufassen sind. Anders gesagt: Jede Organisationsebene im Schichtenbau des Seienden (abiotisch, belebt, Bewusstsein) ist derzeit durch emergente Eigenschaften charakterisiert.

¹⁷ Wuchterl, K. (2011) Kontingenz oder das Andere der Vernunft. Steiner, Stuttgart.

Emergenzen auf der Stufe des Lebendigen

Mohr, H.

2014, IX, 25 S., Softcover

ISBN: 978-3-658-03957-8