

[4]

Spiel mit Gaia

Niklas Schrape

James Lovelocks Vision der Erde als lebendiges kybernetisches System wird wieder populär. Überraschenderweise heißt der neue Prediger von Gaia Bruno Latour. Er benutzt das Konzept für ein holistisches Verständnis der Erde, in welchem die Menschheit einen integralen Bestandteil bildet. Gaia wird so zum Katalysator und Fundament von Latours philosophischem Versuch, ein neues Glaubenssystem im Zeitalter der ökologischen Krisen zu gestalten. Das Gaia-Konzept ist jedoch von einer Spannung zwischen der Idee einer mächtigen, aber indifferenten Natur und der groß angelegten Vision totaler Kontrolle über diese Natur geprägt. Diese Spannung ist tief in kybernetischem Denken

verwurzelt. Dies ist nicht nur in Lovelocks Schriften erkennbar, sondern auch in den Simulationsprogrammen, die auf der Gaia-Hypothese beruhen, wie das *Daisyworld*-Modell und das Computerspiel *SimEarth: The Living Planet* (1991). Der Aufsatz unterscheidet in diesem Kontext Lovelocks von Latours Konzept und verortet beide im Hinblick auf die Kybernetik erster und zweiter Ordnung sowie zwei unterschiedlichen Herangehensweisen zu Computersimulationen: System Dynamics und zellulären Automaten.

*I would try to be a God that surprised himself.
(Laughter.) I think being the all-knowing God
would be, you know, hell.
- Will Wright, creator of SimEarth*

Gaia nimmt eine Schlüsselrolle in Bruno Latours Projekt ein, die Naturwissenschaften neu zu definieren und den Glauben an objektive Wahrheit durch ein pluralistisches Konzept der Existenzmodi zu überwinden. Er versteht Gaia als Katalysator, der die Menschheit zwingt, ein neues Verständnis der Beziehung von Natur und Kultur zu entwickeln – eines, in dem die Natur eben nicht länger ein passives Objekt ist, das objektiv erforscht und durch kulturelle Errungenschaften beherrscht werden kann.

1 Celia Pearce, „Sims, BattleBots, Cellular Automata God and Go: A Conversation with Will Wright by Celia Pearce,“ *Game Studies* 2, Nr. 1 (2002), letzter Zugriff 3. Juli 2014, <http://www.gamestudies.org/0102/pearce/>.

Aber Latours Lesart von Gaia ist keinesfalls die einzig mögliche. Mehr noch, sie unterscheidet sich substantiell von derjenigen des Schöpfers der Hypothese: James Lovelock. Die Gaia-Hypothese birgt nämlich eine bemerkenswerte Spannung: zwischen der Vorstellung einer erhabenen Natur, die den Bedürfnissen der Menschen gleichgültig gegenübersteht, und der grandiosen Vision totaler Kontrolle über das System Erde. Diese Spannung zeichnet sich nicht nur in theoretischen Texten ab, sondern auch in Simulationsprogrammen, die auf der Gaia-Hypothese beruhen – beispielsweise im *Daisyworld*-Modell und im Computerspiel *SimEarth: The Living Planet* (1991). Der folgende Artikel wird herausarbeiten, wie Lovelocks Gaia sich von Latours Gaia unterscheidet, und diskutieren, wie diese Perspektiven mit den zwei substantiellen Ansätzen der Kybernetik (erster und zweiter Ordnung) und mit Computersimulationen (dynamische Systeme und zelluläre Automaten) in Beziehung stehen.

Latours Gaia

Gaia approaches

– Bruno Latour

Für Latour verspricht „Gaia“ die Chance, die Beziehungen zwischen Natur und Gesellschaft in Zeiten ökologischer Krisen neu zu definieren. Gaia impliziert ein holistisches Verständnis, in dem die Menschheit und die Biosphäre der Erde untrennbar verbunden und ineinander verwoben sind. Indem er das unmittelbare Bevorstehen dieses Zustands beschwört, drängt Latour auf die Notwendigkeit einer neuen Art des Denkens, um der drohenden Gefahr des Klimawandels entgegenzutreten. Aber Gaia ist bei Latour nicht nur das konzeptuelle Objekt, sondern auch das Subjekt der Aussagen: „Gaia naht.“ Für Latour ist Gaia

126 ein Akteur, mit dem die Menschheit in Konfrontation tritt.² Gaia ist beides: Konzept und Wirkungsmacht. Die Tatsächlichkeit des Klimawandels zwingt die Wissenschaften zum Überdenken ihres Naturverständnisses. Gleichzeitig ist der Klimawandel von den Wissenschaften selbst durch Vermessungen, Modelle und Computersimulationen konzeptuell konstruiert: Die Idee des Klimawandels ist gemacht, auch wenn sie auf Datenspuren basiert. Das gilt auch für die Idee Gaias.

Nach Latour steht die Menschheit am Scheideweg zwischen Ökologisierung und Modernisierung.³ Sollen wir die Objektivierung der Erde durch Technowissenschaften weiter vorantreiben, um die leblose Natur zu beherrschen? Oder sollen wir uns als Teil einer lebenden globalen Ökologie neu begreifen? Latour befürwortet Letzteres, ist sich aber bewusst, dass die schlichte Dekonstruktion des Wertesystems der Moderne nicht genug ist, um den Wandel einzuläuten. Nötig sei eine Assemblage positiver Werte, eine neue Art des Denkens, ein neues ökologisches Glaubenssystem, begründet in der Figur Gaias:

It is now before Gaia that we are summoned to appear: Gaia, the odd, doubly composite figure made up of science and mythology used by certain specialists to designate the Earth that surrounds us and that we surround, the Möbius strip of which we form both the inside and the outside, the truly global Globe that threatens us even as we threaten it.⁴

Latour schreibt über den „Rückruf der Moderne“ (*recalling modernity*) – und zwar im wörtlichen Sinne. Die Moderne zurückzurufen suggeriert ein Besinnen und Hinterfragen der ihr zugrundeliegenden Annahmen, aber auch die Möglichkeit, sie völlig neu zu gestalten. Für Latour sind die Metaphysiken der Moderne defekt und müssen ersetzt werden – genau so wie

2 Bruno Latour, *An Inquiry into Modes of Existence: An Anthropology of the Moderns* (Cambridge: Harvard University Press, 2013), 10.

3 Ebd., 8.

4 Ebd., 9f.

der beschädigte Motor eines Autos. Eine solche Neugestaltung kann nicht von einem einsamen Philosophen vollzogen werden. Latour erkennt, dass ein diplomatisches Vorgehen vonnöten ist. Daher malt er sich einen großen Verhandlungsprozess aus, in den alle möglichen Existenzweisen (*modes of existence*) gleichberechtigt eintreten. Die Logiken, Annahmen und Prämissen von Religion, Wissenschaft, Recht etc. sollen öffentlich diskutiert werden. Dabei behauptet er nicht, eine brandneue und direkt verwendbare Metaphysik parat zu haben, insistiert aber auf deren Notwendigkeit. Seine Abhandlung will nur der Beginn eines Prozesses sein, an dessen Endpunkt idealerweise eine neue Metaphysik geboren wird. Die rätselhafte Denkfigur „Gaia“ ist dabei Geburtshelferin.

Gaias zwei Gesichter

Ein naheliegender Einwand gegen die Gaia-Hypothese ist, dass eine planetare Regulierung der Atmo-, Bio- und Geosphäre willentliches Handeln und somit ein globales Bewusstsein erfordert – was absurd erscheint.⁵ Lovelock jedoch ist anderer Meinung: Für ihn ist Gaia einfach nur ein kybernetisches System mit der Kapazität der Selbstregulierung – Bewusstsein ist nicht notwendig. Das ganze Konzept Gaias ist also nur auf Grundlage der Kybernetik denkbar. Das kybernetische Vokabular Lovelocks ist dabei unmittelbar evident. Er beschreibt Gaia als „active adaptive control system,“ bestehend aus Feedbackschleifen, die Gleichgewichtszustände anstreben. Gaia erscheint als ein sich selbst regulierender Organismus höherer Ordnung, der aus dem Zusammenspiel belebter und unbelebter Materie erwächst – ein Superorganismus wie ein Bienenstock. Doch Lovelock kann Gaia nur deswegen als Superorganismus definieren, da Organismen

5 Siehe beispielsweise W. Ford Doolittle, „Is Nature Really Motherly?“ *The CoEvolution Quarterly*, Nr. 29 (Spring 1981) und: Richard Dawkins, *The Extended Phenotype: The Long Reach of the Gene* (Oxford: Oxford University Press, 1982). Hier vor allem Kapitel 13.

128 in der kybernetischen Theorie bereits zuvor als Systeme beschrieben wurden.⁶ Lovelock ist sich Gaias Verwurzelung in der Kybernetik dabei sehr bewusst. Das wird beispielsweise daran deutlich, dass er sie explizit mit biologischen, logistischen und technischen Systemen vergleicht:

[W]hether we are considering a simple electric oven, a chain of retail shops monitored by a computer, a sleeping cat, an ecosystem, or Gaia herself, so long as we are considering something which is adaptive, capable of harvesting information and of storing experience and knowledge, then its study is a matter of cybernetics and what is studied can be called a „system.“⁷

Die mächtigsten Speichermodule Gaias sind für ihn dabei die Gene ihrer Lebensformen: „By transmitting coded messages in the genetic material of living cells, life acts as repeater, with each generation restoring and renewing the message of the specifications of the chemistry of early Earth.“⁸ Gaia funktioniert wie ein immenser Computer mit außergewöhnlich langen Prozesszyklen. Aber dieser Computer entspricht nicht der klassischen Von-Neumann-Architektur, denn er verfügt über keinen Zentralprozessor. Stattdessen erwachsen die Informationsprozesse aus einem Zusammenspiel verbundener, aber unabhängiger Komponenten.

Die Nähe Gaias zur Kybernetik und Informationstechnologie wird noch deutlicher, wenn man bedenkt, dass das stärkste Argument für Lovelocks Hypothese in einer Computersimulation besteht: dem berühmten *Daisyworld*-Modell, durch das Lovelock

6 Vgl. Norbert Wiener, *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine* (Cambridge, MA: MIT Press, 1948) und Ludwig von Bertalanffy, *General System Theory: Foundations, Development, Applications* (New York: George Braziller, 1968).

7 Lovelock, James E. *Gaia*. Oxford: Oxford University Press, 1979, 57.

8 Lovelock, James E. *Ages of Gaia*. Oxford: Oxford University Press, 1995 [1988], 164.

die Mechanismen planetarer Selbstregulation verdeutlichte.⁹ Dafür erschuf er das abstrakte Modell eines Planeten, auf dem nur Gänseblümchen (*daisies*) existieren: schwarze und weiße. Während des Laufs der Simulation wird der Faktor der Intensität der Sonneneinstrahlung stetig erhöht (wie es bei allen Sonnen der Fall ist), wodurch sich der Planet zunehmend erhitzt. Das Zusammenspiel der schwarzen und weißen Gänseblümchen sowie der Sonne und des Planeten ist dabei durch miteinander verkoppelte Differenzialgleichungen aus der Populationsökologie und Physik modelliert: Zu Beginn haben schwarze Gänseblümchen einen evolutionären Vorteil, da sie mehr Hitze absorbieren können. So vermehren sie sich und leisten der Aufheizung des Planeten Vorschub. Mit der wachsenden Intensität der Sonne erweisen sich jedoch weiße Gänseblümchen als evolutionär geeigneter, da sie das Licht besser reflektieren. Nun vermehren sie sich und verdrängen ihre schwarzen Cousins. Der sogenannte Albedo-Effekt, die Reflektion einstrahlenden Sonnenlichts, kühlt den Planeten wieder etwas ab. Wenn die Sonneneinstrahlung noch weiter zunimmt, sterben aber auch die weißen Gänseblümchen. Das Resultat dieser Dynamik ist überraschend: Zunächst verstärken schwarze Gänseblümchen die Erhitzung des Planeten durch positives Feedback, doch dann wird sie durch das negative Feedback der weißen gebremst. Durch diese Wechselwirkung entsteht ein erstaunlich lang anhaltendes Temperaturplateau, trotz stetig steigender Sonneneinstrahlung. Die Dynamiken in *Daisyworld* resultieren also in einer planetaren Selbstregulation der Temperatur.

Daisyworld ähnelt strukturell den systemdynamischen Modellen von Jay Forrester.¹⁰ Auch sie bestehen aus verkoppelten

9 Vgl. James E. Lovelock, „Biological Homeostasis of the Global Environment: The Parable of Daisyworld,“ *Tellus: Series B* 35 (1983) sowie Lovelock, „Ages of Gaia,“ 41ff.

10 Jay Forrester, *Urban Dynamics* (Waltham, MA: Pegasus Communications, 1969). Jay Forrester, *World Dynamics* (Cambridge, MA: Wright-Allen Press, 1971).

130 Differenzialgleichungen, welche komplexe Feedbackschleifen formen. Die Modellierungstechnik entspringt dabei direkt dem kybernetischen Diskurs der 1950er Jahre. Ein berühmtes Beispiel ist das *World 3*-Modell, welches auf Forresters *World Dynamics* (1971) basiert. Bekannt wurde es durch den Club of Rome, der es verwendete um das Schwinden natürlicher Ressourcen zu untersuchen, was im viel rezipierten Buchs *The Limits to Growth* (1972) mündete.¹¹

Wie man also sehen kann, ist Gaia nicht nur theoretisch in der Kybernetik verwurzelt – auch das stärkste Argument für die Hypothese zieht seine Kraft aus einem kybernetischen Modell. Gaia erscheint als Inbegriff des kybernetischen Gedankenguts. Überraschenderweise versteht Latour das Konzept jedoch ganz anders:

The term proposed by James Lovelock to define a composite being corresponding to the character Earth (the Ge of mythology). Feedback loops highlighted by Lovelock evoke the possibility of a living Earth not in the sense of an organism or even an organization but in the sense of a simple assemblage of loops that achieve equilibrium by chance, according to the Darwinian model proposed in the name ‚Daisyworld.‘ This character’s particular interest derives from the precise fact that she is not unified.¹²

Die von Latour erwähnten Feedbackschleifen Gaias verweisen auf ihren Ursprung in der Kybernetik. Ganz bewusst definiert er sie jedoch nicht als System. Stattdessen ist Gaia für ihn ein „composite corresponding to the character Earth.“ Damit personifiziert Latour die Erde als Agenten – jedoch nicht als vereinte Ganzheit, sondern als Komposition vieler Einzelteile. Um diesen vermeintlichen Widerspruch aufzulösen, beschreibt Latour Gaia

11 Donella H. Meadows et al., *The Limits to Growth* (New York: Universe Books, 1972).

12 Definition von Gaia in der Vokabelliste von www.modesofexistence.org, letzter Zugriff 6. Juni 2014.

als eine „simple assemblage of loops that achieve equilibrium by chance.“ So gelesen sind Momente des Gleichgewichts bzw. der Homöostase die Konsequenz eines ständig werdenden und unvorhersehbaren Prozesses – kleine Inseln der Stabilität in einem sich immerwährend verändernden Strom.

Latours Gaia ist sowohl ein sich stetig entwickelnder Verbund lebendiger (z. B. Bakterien) und nicht-lebendiger Agenten (z. B. Steine), als auch eine umstrittene Hypothese basierend auf lokal situierten Messwerten und technischen Instrumenten. Seine Gaia ist allem immanent: Es handelt sich um eine lebendige Assemblage von Entitäten, eng verwoben mit der Gesellschaft – und als Hypothese äußerst strittig. So wird Gaia zur großen Alternative: zu Gott und zur Natur (s. Tabelle 1).

Ideale Natur (nach Latour)	Idealer Gott (nach Latour)	Gaia (eigene Interpretation)
Außen (transzendent)	Extern (transzendent)	Innen (immanent)
Einheit	Einheit	Vielheit
Unbelebt	Über-belebt	Belebt
Unbestreitbar	Unbestreitbar	Bestreitbar

Tabelle 1: Natur, Gott und Gaia

Irritierend ist, dass Latour Gaia als essenziell anti-kybernetisch beschreibt. Für ihn sind Gaias kybernetische Wurzeln eher problematisch, da er die Kybernetik an die traditionellen Ideale der Wissenschaft gebunden sieht, die er überwinden will: Objektivität, Universalität und das Streben nach der Kontrolle über die Natur.¹³ In der Tat konzipierte Norbert Wiener¹⁴ die frühe Kybernetik als Theorie der Kontrolle und die Systemtheorie

13 Latour, Bruno. „Gifford-Lectures: Facing Gaia – Six Lectures on the Political Theology of Nature“, Edinburgh, 18. bis 28. Februar 2013. Letzter Zugriff 9. Dezember 2017, <http://www.bruno-latour.fr/sites/default/files/downloads/GIFFORD-ASSEMBLED.pdf>.

14 Wiener, *Cybernetics*.

132 nach Ludwig von Bertalanffy¹⁵ hatte die Vereinigung der Wissenschaften als explizites Ziel.

Es besteht eine Spannung zwischen Latours Lesart der Gaia-Hypothese und Lovelocks Wortwahl. Das wirft die Frage auf, ob beide auch tatsächlich von der selben Sache reden. Die Differenz könnte allerdings durch die Fortentwicklung der kybernetischen Theorie selbst erklärbar sein: Lovelock entwickelte seine Hypothese unter dem Einfluss der sogenannten Kybernetik erster Ordnung. Das zeigt sich insbesondere daran, dass er weder auf von Foersters¹⁶ Konzept der *Rekursion*, noch auf das der *Autopoiesis* von Maturana und Varela¹⁷ hinweist. Auch Latour tut das nicht. Allerdings fließen in die spätere Weiterentwicklung der Gaia-Hypothese (insbesondere durch Lynn Margulis) Konzepte einer Kybernetik zweiter Ordnung ein, wie Bruce Clarke bemerkt:

Simply put, first-order cybernetics is about control; second-order cybernetics is about autonomy. [...] Unlike a thermostat, Gaia – the biosphere or system of all ecosystems – sets its own temperature by controlling it. [...] In second-order parlance, Gaia has the operational autonomy of a self-referential system. Second-order cybernetics is aimed, in particular, at this characteristic of natural systems where circular recursion constitutes the system in the first place. [...] [N]atural systems – both biotic (living) and metabolic (super organic, psychic, or social) – are now described as at once environmentally open (in the non equilibrium

15 Bertalanffy, *General System Theory*.

16 Vgl. z. B. Heinz von Foerster, „On Constructing a Reality,“ in *Understanding Understanding: Essays on Cybernetics and Cognition*, hrsg. v. Heinz von Foerster (New York: Springer, 2002 [1973]). Das Konzept der Rekursion untergräbt die Idee der Kausalität. Es postuliert einen gegenseitigen und iterativen Effekt des Zusammenspiels verschiedener Systemkomponenten: Organisatorische Strukturen entstehen aus Rekursion und nicht aufgrund von einfacher Kausalität.

17 Vgl. z. B. Humberto R. Maturana und Francisco J. Varela, *Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living* (Dordrecht/Boston/London: Reidel Publishing, 1980 [1972]).

thermodynamic sense) and operationally (or organisationally) closed, in that their dynamics are autonomous, that is, self-maintained and self-controlled.¹⁸

Clarke zufolge hat Margulis unter Varelas Einfluss die Metapher des Thermostats in ihren späteren Arbeiten fallen gelassen und sich stattdessen auf die autopoietischen Qualitäten von Gaia fokussiert.¹⁹ Aus dieser Perspektive ist Gaia nicht primär ein System aus Feedbackschleifen, das beschrieben, analysiert, kontrolliert oder sogar gebaut werden kann. Vielmehr ist sie eine sich stets entwickelnde und werdende Entität, die aus einem co-evolutionären Zusammenspiel aus lebender und nicht-lebender Materie entsteht. Diese autopoietische Konzeption von Gaia ähnelt Latours Verständnis einer lebendigen, sich entwickelnden Assemblage. Vor allem aber sind in dieser Variante Gaias die Struktur und Komponenten des Systems Erde nicht einfach gegeben – sie entstehen vielmehr erst im Rahmen erdgeschichtlicher Ereignisse und kontingenter Verläufe. Latour hebt diesen Punkt hervor, wenn er sich Lovelocks Überlegungen zum Einfluss urzeitlicher Bakterien auf die Zusammensetzung der Atmosphäre zu eigen macht:

If we now live in an oxygen-dominated atmosphere, it is not because there is a preordained feedback loop. It is because organisms that have turned this deadly poison into a formidable accelerator of their metabolisms have spread. Oxygen is not there simply as part of the environment but as the extended consequence of an event continued to this day by the proliferation of organisms.²⁰

18 Bruce Clarke, „Neocybernetics of Gaia: The Emergence of Second-Order Gaia Theory,“ in *Gaia in Turmoil: Climate Change, Biodepletion, and Earth Ethics in an Age of Crisis*, hrsg. v. Eileen Crist und Bruce H. Rinker (Cambridge, MA: MIT Press, 2009), 296.

19 Vgl. z. B.: Lynn Margulis und Dorion Sagan, *What is life?* (Oakland, CA: University of California Press, 2000).

20 Latour, „Facing Gaia,“ 71.

134 Latours Verständnis der Rolle des Sauerstoffs in der Evolution zeigt, wie wenig Lovelocks *Daisyworld*-Modell sein Verständnis Gaias trifft: Die Feedbackschleifen in *Daisyworld* sind Produkte eines Ingenieurs. Ihr Zweck ist es, einen Mechanismus zu verdeutlichen. Sie erwachsen nicht aus kontingenten und wandelbaren Bedingungen. Deswegen kann *Daisyworld* nicht überraschen. Nur wenige verschiedene Verläufe können während wiederholter Simulationsverläufe realisiert werden. Um ein Konzept der Computerspieltheorie zu Hilfe zu nehmen: der *Möglichkeitsraum* in *Daisyworld* ist sehr beschränkt.²¹

Daisyworld passt jedoch sehr gut zu Lovelocks Verständnis von Kybernetik. Schließlich ist er ein Erfinder, der stets gerne mit seinen selbstgebauten wissenschaftlichen Instrumenten spielt. Er beschreibt Feedbackschleifen und Mechanismen – und wer das tut, der fantasiert möglicherweise auch davon, sie zu kontrollieren. Tatsächlich beschreibt Lovelock die Möglichkeiten des *geoengineering*²² und ist sogar Co-Autor eines Buchs über die Terraformung des Mars.²³ In Anbetracht dessen muss Lovelocks ursprüngliche Gaia-Hypothese erster Ordnung von einer Gaia-Hypothese zweiter Ordnung unterschieden werden, welche später von Autoren wie Margulis entwickelt wurde. Die Gaia erster Ordnung kann noch bis zu einem gewissen Grad von außen beobachtet werden (Lovelock spricht oft vom Blick aus dem All)²⁴, stellt ein vereinheitlichtes System dar und erlaubt die partielle Kontrolle ihrer Feedbackschleifen. Die Gaia zweiter Ordnung dagegen ist ein Ort des Werdens.

21 Vgl. Katie Salen und Eric Zimmerman, *Rules of Play: Game Design Fundamentals* (Cambridge, MA: MIT Press, 2004), 67.

22 James E. Lovelock, *The Vanishing Face of Gaia* (New York: Basic Books, 2009), 139ff.

23 James E. Lovelock und Michael Allaby, *The Greening of Mars* (New York: Warner Books, 1985).

24 Vgl. James E. Lovelock, Vorwort zu *Gaia: A New Look at Life on Earth* (Oxford: Oxford University Press, 2000 [1979]), XII.

Gaia 1. Ordnung	Gaia 2. Ordnung
Außen	Innen
Einheit	Vielheit
Lebendig	Lebendig
Bestreitbar	Bestreitbar

Tabelle 2: Gaia in erster und zweiter Ordnung

Wenn die Gaia erster Ordnung ihre Materialisierung im Computermodell der *Daisyworld* findet, stellt sich die Frage, ob und wie sich die Gaia zweiter Ordnung *in silico* manifestieren kann. Diese Frage ist keine reine Spekulation, da das Konzept Gaias, wie deutlich wurde, an spezifische technologische Bedingungen gebunden ist. Wenn das kybernetische Thermostat das ursprüngliche Modell Gaias ist und auch das *Daisyworld* Modell dem systemdynamischen Ansatz folgt, was wäre dann ein Modell Gaias gemäß einer Kybernetik zweiter Ordnung?

Diese Frage beinhaltet eine Perspektivverschiebung, denn die System Dynamics verfolgen im Gegensatz zur Kybernetik zweiter Ordnung einen Top-down-Ansatz. Solche Simulationsmodelle können zwar überraschende und kontraintuitive Ergebnisse zeitigen, aber ihre Strukturen und Feedbackschleifen müssen vorab definiert werden – so wie der Schaltkreis des Thermostats.

Es existieren auch andere Modellierungstechnologien, beispielsweise auf Basis zellulärer Automaten, welche emergente Strukturen ermöglichen. Hier wird nur ein kleiner Satz von Regeln für sehr simple Komponenten definiert – aber wenn diese dann während der Simulation miteinander interagieren, entstehen komplexe und unvorhersehbare Muster und Dynamiken.

Überraschenderweise existiert eine Simulation der Gaia-Theorie in einem auf zellulären Automaten basierenden Programm. Noch überraschender ist, dass es sich hierbei nicht um eine wissenschaftliche Simulation handelt, sondern um ein kommerzielles Computerspiel: Will Wrights *SimEarth: The Living Planet* (1991).

***SimEarth* und die Spieler-Göttin**

In *SimEarth* übernimmt die Spielerin die Kontrolle über die Erde – von der Erdurzeit bis zum Anthropozän (hätte der Begriff in den 1990ern schon existiert). Sie kontrolliert die Atmosphäre, die Geosphäre und die Biosphäre, formt Kontinente, lässt Meteore vom Himmel regnen und beobachtet den Aufstieg und Untergang von menschlichen und nicht-menschlichen Zivilisationen. Sie kann verschiedene Szenarien auf der Erde auswählen, sich für die Terraformung von Mars und Venus entscheiden oder auch für das Herumspielen mit Lovelocks *Daisyworld*-Modell. In allen Fällen präsentiert sich der Planet als eine Karte mit verschiedenen Ebenen. In einem Menü können Werkzeuge gewählt werden, mit denen die Oberfläche verändert, Katastrophen hervorgerufen oder Flora und Fauna an beliebige Orte platziert werden können.

Jede dieser Aktionen kostet Energie (die hier „Omega“ heißt), wovon nur ein begrenztes Kontingent besteht. Lebewesen generieren mehr Energie, die wiederum investiert werden kann. Je intelligenter die Lebensform, desto höher der Energiegewinn. So entsteht eine evolutionäre Ökonomie, mit dem Ziel, die Renditen des Energieeinsatzes nach Möglichkeit zu optimieren.

SimEarth erlaubt auch die Manipulation einiger der Modelle, die definieren, wie der Planet auf globalem Maßstab auf Spielhandlungen reagiert. Die Spielerin kann beispielsweise die Mutationsrate für Lebensformen im *biological model* ausschalten, die Wolkenproduktion im *atmosphere model* ankurbeln und im *geosphere model* die Kontinentaldrift beschleunigen. Im *civilization model* kann sie darüber entscheiden, wie eine intelligente Spezies ihre Ressourcen investiert: ob in Wissenschaft, Medizin, Philosophie, Landwirtschaft oder Kunst. Dabei müssen alle Bereiche umsichtig ausbalanciert werden. Beispielsweise führen Investitionen in die Wissenschaft zu technologischem Fortschritt, haben aber auch Krieg und Seuchen zur Folge, wenn Philosophie (als Gegenmittel zum Krieg) und Medizin kein Gegengewicht bilden. *SimEarth* verfügt damit über zwei eng verknüpfte

Die Entwicklung jedes Planeten ist in Zeitalter bzw. Level gegliedert. Um das jeweilige Zeitalter abzuschließen, muss die Spielerin definierte Erfolgsbedingungen erfüllen: Das Spiel startet im sogenannten *geological age* und tritt erst in das *evolutionary age* ein, wenn erste Lebensformen auftreten. Das *civilization age* bricht an, wenn sich intelligentes Leben bildet und geht in das *technological age* über, wenn die jeweilige Spezies die industrielle Revolution erreicht. Das höchste Level stellt das *nano-tech age* dar, in dem die Zivilisation schließlich ihren Planeten verlassen kann. Tritt dieser Fall ein, fällt der Planet ins *evolutionary age* zurück – und ein neuer Evolutionszyklus mit möglicherweise anderem Verlauf beginnt. Das Verlassen des Planeten durch die herangezüchtete Zivilisation stellt zwar nicht das Ende des Spiels dar, fungiert jedoch zumindest implizit als Spielziel.

Biologische und kulturelle Entwicklungen können in *SimEarth* ganz verschiedene Verläufe annehmen, sind aber stets auf anwachsende Intelligenz und Komplexität hin ausgerichtet. Beginnend mit Prokaryoten (Einzellern ohne Nukleus), können sich 15 verschiedene Klassen von Lebensformen entwickeln, die sich jeweils in bis zu 16 Spezies ausdifferenzieren. Die Entwicklung einer Spezies mit einem bestimmten Grad an Intelligenz ist dabei häufig die Voraussetzung für das Hervortreten einer neuen Klasse: Vögel entwickeln sich beispielsweise aus Dinosauriern, welche aus Reptilien entstehen. Die zusammenhängenden Klassen und Spezies formen einen multilinearen phylogenetischen Stammbaum.²⁵ Zivilisationen müssen dabei

25 Die Existenz eines solchen vorgeschriebenen evolutionären Baums deutet darauf hin, dass *SimEarth* Evolutionsprozesse nicht simuliert, sondern nur imitiert. Der Baum definiert Bahnen durch einen begrenzten Möglichkeitsraum evolutionärer Entwicklung. Jeder Verlauf ist kontingent, aber dennoch prädefiniert. Im Gegensatz dazu existieren in echten Evolutionsprozessen keine vorgefertigten Bahnen. *SimEarth* kann den Evolutionsprozess nicht vollständig simulieren, da das eine Simulation von Vererbung

138 nicht zwingend menschlich sein – sie können sich auch auf Grundlage von Amphibien, Reptilien, Dinosauriern, Insekten, fleischfressenden Pflanzen, Vögeln, Walen und Trichordaten entwickeln. Unabhängig von der Spezies werden Atmosphäre und Biosphäre von den jeweiligen Zivilisationen stark beeinflusst, sobald sie das technologische Zeitalter erreicht hat.

SimEarth ist kein gewöhnliches Computerspiel. Johnny L. Wilson, Autor des offiziellen Lösungsbuchs für das Spiel, der *SimEarth Bible*, nennt es ein „laboratory on a disk.“²⁶ James Lovelock beschreibt es in seinem Vorwort zu diesem Buch ähnlich:

SimEarth itself is neither a game nor a science based model. [...] [I]t represents an original form; a convenient dynamic map [...] of a planet, displayed in time as well as space – something on which speculative games or models can be played, a test bed for all those „what-ifs.“ It is a wonderful and timely integration of our newly developed capacity to make personal computer [M]odels with our need to use them to understand the Earth and ourselves. [...] SimEarth gives you the chance to enter the Gaia argument as a player.²⁷

Aber *SimEarth* ist mehr als ein Labor auf einer Diskette, es ist ein Spielplatz für wissenschaftlich gezähmte Möchtegern-Göttinnen. Das Phantasma allmächtiger Kontrolle schimmert deutlich in den Verkaufsargumenten auf der Verpackung auf:

auf individueller und Genom-Ebene voraussetzt. Das Simulationsmodell von *SimEarth* ist zu makroskopisch angelegt, um solche Details zu berücksichtigen. Nichtsdestotrotz ist dies möglich: Das nächste Spiel der Serie, *SimLife: The Genetic Playground* (1992) simulierte ökologische Systeme in einem kleineren Rahmen und beinhaltete ein Modell von Vererbung. In einer perfekten Simulation von Gaia wäre die mikroskopische mit der makroskopischen Simulation von Ökologien vereint – doch dies war in den frühen 1990er Jahren technisch unmöglich und ist es sicherlich noch heute.

26 Johnny L. Wilson, Vorwort zu *The SimEarth Bible* (New York: Osborn McGraw-Hill, 1991), XIII.

27 Ebd., XI.

Take the charge of an entire planet from its birth until its death – 10 billion years later. Guide life from its inception as single-celled microbes to a civilization that can reach for the stars.

Rule an infinite number of worlds.

Control your planet's Geosphere, Atmosphere, Biosphere and Civilizations.

Place life-forms on the land and in the seas. Put various levels of civilization where you want them. Use special Terraforming Tools to change an inhospitable world into a paradise.

Unleash volcanoes, earthquakes, meteors, tidal waves, and other natural (and unnatural) powers to reshape your planet

Promote life. Move mountains. Create and destroy continents. Terraform hostile worlds. Influence evolution. Cultivate intelligent life-forms. Create civilized dinosaurs, mollusks, mammals, and more. Guide your intelligent species through the trials of war, pollution, famine, disease, global warming, and the greenhouse effect.

Solche Behauptungen locken die potenzielle Spielerin durch Allmachtsfantasien. *SimEarth* setzt sie an die Stelle Gottes. Dieser Eindruck wird durch die *SimEarth Bible* erhärtet: Der zutiefst religiöse Autor tut sich schwer damit, seine kreationistische Weltansicht mit dem evolutionären Modell des Spiels in Einklang zu bringen. Aber er verwendet mit Freude quasi-biblische Zitate als Kapitelüberschriften, beispielsweise „And God Called the Dry Land Earth: The Geosphere Model“²⁸ und „Behold, I Create New Heavens: The Biome Factory.“²⁹ In solchen Überschriften werden Religion und Wissenschaft in einer Weise verkoppelt, die eindeutiger nicht sein könnte.

28 Ebd., 66.

29 Ebd., 138.

140 Tatsächlich sind die Spiele der *Sim*-Serie nur auf der einen Seite Simulationen, die auf spezifischen wissenschaftlichen Theorien und Modellen basieren.³⁰ Auf der anderen Seite begründeten sie ein ganzes neues Genre von Computerspielen: die sogenannten „God Games.“³¹ Sie zeichnen sich durch die indirekte Kontrolle teilweise unabhängiger Agenten aus sowie durch einen panoptischen Blick auf eine virtuelle Welt, mit der unabhängig von räumlichen Restriktionen interagiert werden kann.³² „God Games“ stellen der Spielerin eine Art Spielzeugwelt zur Verfügung, auf die sie herabschauen und deren Bewohner sie beherrschen kann. Ihr Name darf freilich nicht allzu wörtlich genommen werden. Das Konzept „Gott“ impliziert in der christlichen Theologie eine Allmacht, die in den Grenzen eines Computerprogramms schlicht nicht realisiert werden kann. Selbst wenn die Spielerin zur Programmiererin aufsteigen würde, wäre sie in ihren Möglichkeiten noch immer durch Programmiersprache und Hardware eingeschränkt. Doch *SimEarth* bietet weit mehr Möglichkeiten, Spielregeln zu manipulieren, als andere „God Games.“ *Populous* (1989) zum Beispiel ermöglicht es der Spielerin, in die Rolle eines Gottes oder einer Göttin zu

30 *SimCity* (1989) basiert auf Forresters *Urban Dynamics* (1969). *SimLife: The Genetic Playground* (1992) greift auf den *Artificial-Life*-Diskurs zurück (vgl. Christopher Langton, „SimLife from Maxis: Playing with Virtual Nature,“ *The Bulletin of the Santa Fe Institute* 7 (1992).) sowie auf Überlegungen zur Evolution von Richard Dawkins, beispielsweise in *The Blind Watchmaker* (New York: W. W. Norton & Company, 1986). *SimAnt: The Electronic Ant Colony* (1991) ist von Bert Hölldobler und Edward O. Wilson, *The Ants* (New York: Springer, 1990) beeinflusst.

31 Eine Definition von „God Games“ findet sich bei Mark Hayse, „God Games“ in *Encyclopedia of Video Games: The Culture, Technology, and Art of Gaming*, Bd. 1 (A–L), hrsg. v. Mark J. P. Wolf (Santa Barbara/Denver/Oxford: Greenwood, 2012), 264.

32 Vgl. Britta Neitzel, „Point of View und Point of Action: Eine Perspektive auf die Perspektive in Computerspielen,“ in *Computer/Spiel/Räume: Materialien zur Einführung in die Computer Game Studies. Hamburger Hefte zur Medienkultur*, hrsg. v. Klaus Bartels und Jan-Noel Thon (Hamburg: Universität Hamburg, Institut für Medien und Kommunikation des Departments Sprache, Literatur, Medien SLM I, 2007).

schlüpfen, die sich um ihre Anhänger sorgt, um Karmapunkte zu sammeln (als Ressource für Gotteshandlungen und Wunder). Aber im Gegensatz zur Hintergrundgeschichte ist die tatsächliche Macht der Spielerin stark eingeschränkt: Letztlich geht es nur darum, zwischen wenigen Handlungsoptionen zu wählen, um gegnerische Götter zu besiegen. *Populous* ist agonistisch angelegt und bietet nur wenig Freiraum für Experimente. Die Regeln sind strikt und können nicht geändert werden. Bei *SimEarth* dagegen gibt es kein eindeutiges Spielziel und keine Gegner. Die Spielerin kann die der Simulation zugrunde liegenden Modelle substanziiell verändern. Sie erhält also tatsächlich den Eindruck, gottgleich mit einer ganzen Welt spielen zu können.

Aus dieser Perspektive erscheint *SimEarth* als Inbegriff des Größenwahns der Technowissenschaften, die Latour kritisiert. Die Simulation erhebt den Experimentator zur gottgleichen Figur. Der Zweck der Simulation der Welt ist ihre vollständige Kontrolle. Es überrascht somit kaum, dass Donna Haraway den Sim-Spielen kritisch gegenübersteht:

The popular Maxis Corporation games SimAnt, SimEarth, SimCity, SimCity 2000, and SimLife are all map-making games based on computer simulation software. In these games, as in life itself, map-making is world-making. Inside the still persistent Cartesian grid convention of cyber-spatialization, the games encourage their users to see themselves as scientists within narratives of exploration, creation, discovery, imagination and intervention. Learning data-recording practices, experimental protocols, and world design is seamlessly part of becoming a normal subject in this region of technoscience.³³

33 Donna Haraway, „Gene. Maps and Portraits of Life Itself,“ in *Modest Witness@Second_Millennium: FemaleMan_Meets_OncoMouse; Feminism and Technoscience*, hrsg. v. Donna Haraway (New York, London: Routledge, 1997), 132f.

142 Ein sonderbarer Widerspruch: *SimEarth* kommt einer Fleischwerdung der Gaia-Hypothese so nahe, wie man es sich nur vorstellen kann. Kein Wunder, denn das Spiel entstand unter den wachsamen Augen von James Lovelock selbst. Doch kann dies dieselbe Hypothese sein, der Latour prophezeit, dass sie einen neuen Typ der Wissenschaft einläutet und die Kontrollphantasien der Technowissenschaft überwindet? Wie kann ein und dieselbe Hypothese Inbegriff wissenschaftlichen Größenwahns und Vorbote einer bescheidenen ökologischen Weltsicht sein?

Die offensichtliche Erklärung wäre, dass sich in *SimEarth* die Gaia-Hypothese erster Ordnung manifestiert. Dahinter stünde die Annahme, dass bei jeder Realisierung Gaias *in silico* notwendigerweise ihre Verwurzelung in der Kybernetik erster Ordnung in den Vordergrund rückt – und damit auch der Fokus auf Kontrolle. Wie könnte es anders sein? Schließlich wird Gaia in *SimEarth* auf einem Computer simuliert, der per definitionem kybernetisch ist. Darüber hinaus muss sie den Konventionen der Computerspiele genügen, in denen es immer um Kontrolle geht. Bei näherer Betrachtung zeigt sich jedoch, dass *SimEarth* nicht so leicht zu fassen ist.

Vom Gott zum Gärtner

Eine Textanalyse der oben angeführten Verkaufsargumente eröffnet eine andere Perspektive (vgl. Tabelle 3): Einige versprechen totale Kontrolle über ein machtloses Objekt, andere dagegen nur die Regulation eines teilweise unabhängigen Agenten. Einerseits wird die Erde als bloßes Objekt beschrieben, das existiert, um von der Spieler-Göttin beherrscht zu werden, andererseits als lebender Agent mit eigenem Willen, welcher mit Vorsicht geführt und gelenkt werden muss.

Der Spielerin wird nur auf der einen Seite die Rolle einer Göttin versprochen, auf der anderen erhält sie die Aufgaben einer Gärtnerin. Die Metapher des Gärtners wurde von Will Wright selbst verwendet, um die Erfahrung von *SimCity* zu beschreiben

– eine Städtebau-Simulation, die *SimEarth* in ihrer Struktur ähnlich ist:

SimCity, most people see it as kind of a train set. [...] [W]hen you start playing the game, and the dynamics become more apparent to you, a lot of time there's an underlying metaphor that's not so apparent. Like in SimCity, if you really think about playing the game, it's more like gardening. So you're kind of tilling the soil, and fertilizing it, and then things pop up and they surprise you, and occasionally you have to go in and weed the garden, and then you maybe think about expanding it, and so on. So the actual process of playing SimCity is really closer to gardening.³⁴

Die Metapher ist bemerkenswert: Ein Garten ist alles andere als ein unbelebtes passives Objekt. Er ist eine Assemblage lebender (Pflanzen, Pilze, Bakterien etc.) und nicht-lebender Agenten (Erde, Steine), welche auf komplexe Weisen interagieren. Gegenüber Kräutern und Gemüse hat die Gärtnerin eine enorme Machtposition inne.

Kontrolle	Regulation
create, destroy, take charge, control, rule, terraform, unleash	guide, cultivate, promote, influence
Welt als Objekt	Welt als Assemblage teilweise eigenständiger Agenten

Tabelle 3 – Kontrolle und Regulation in *SimEarth*-Verkaufsargumenten.

Aber anders als eine Göttin kann sie mit dem Garten nicht tun, was sie will. Sie muss ein Verständnis für die Verwobenheit all seiner Agenten gewinnen, um mögliche Reaktionen zu antizipieren. Ein Garten kann nie vollends kontrolliert werden – sehr wohl jedoch sorgsam reguliert. Wäre es möglich, die Feedback-Zyklen zwischen Garten und Gärtnerin zu beschleunigen

34 Will Wright in einem Interview mit Celia Pearce in Pearce, „Sims, BattleBots, Cellular Automata God and Go.“

144 (beispielsweise das Eingehen eines Tomatenstocks wegen mangelndem Gießen), sodass der kontinuierliche Rhythmus zwischen Säen, Wachsen und Jäten sichtbar würde, könnte ein Garten durchaus „gespielt werden“.

Ähnlich verhält es sich in *SimEarth*. Die Welt erscheint hier eben nicht als passives Objekt. Die Handlungen der Spielerin zeitigen oft auf den ersten Blick merkwürdige und kontraintuitive Resultate, die nur durch intensive Beschäftigung mit den vielfältigen Diagrammen nachvollzogen werden können. Hinzu kommt, dass die Folgen des spielerischen Handelns durch die Dynamiken des Spiels immer wieder zunichtegemacht werden, ähnlich wie bei Unkraut, das einfach immer wieder kommt – egal was die Gärtnerin tut. Die Spielerin kann beispielsweise Dutzende von Vulkanen auf die Erde setzen, um CO₂ in die Atmosphäre zu pumpen und den Planeten aufzuheizen. Doch das Simulationsmodell des Spiels kann diesen Effekt genauso rasch wieder ausgleichen: Die steigende Temperatur führt zum Abschmelzen der Polkappen, was neue Landmassen freilegt, auf denen Wald wächst, der CO₂ bindet – was den Treibhauseffekt wieder ausgleicht.

Kontraintuitive Resultate sind ein Markenzeichen der System Dynamics.³⁵ *Daisyworld* ist ein Beispiel für diese Modellierungstechnik, doch die Nutzerin braucht nicht lange, um alle möglichen Variablen auszuprobieren und den zugrunde liegenden Mechanismus zu verstehen. *SimEarth* dagegen kann die Spielerin sehr viel länger überraschen, da das Spiel tatsächlich unvorhersehbare Verhaltensweisen an den Tag legt. Der Grund ist einfach: In *SimEarth* verbinden sich System Dynamics mit zellulären Automaten.

35 Jay Forrester, „The Beginning of System Dynamics,“ Vortrag beim internationalen Treffen der System Dynamics Society, Stuttgart, 13. Juli 1989, letzter Zugriff 28. Juli 2014, <http://www.clexchange.org/ftp/documents/system-dynamics/SD1989-07BeginningofSD.pdf>.

Wie bereits angedeutet, können zelluläre Automaten als Bottom-up Gegenstück zur Top-down Modellierungstechnik der System Dynamics gelten. Wo bei Letzterer die Struktur des Systems vorgegeben wird, emergiert diese bei Ersteren in unvorhersehbarer Weise aus einem sehr kleinen Set von Regeln und Komponenten. Ein Programm, das zelluläre Automaten nutzt, besteht aus einem Raster aus Zellen, wobei jede Zelle den Input ihrer jeweiligen Nachbarzelle nach festgelegten Regeln verarbeitet. Das Zusammenspiel einer großen Zahl von Zellen führt so zu unvorhersehbaren Mustern.

Wie die meisten *Sim*-Spiele von Maxis beinhaltet auch *SimEarth* zelluläre Automaten. Sie sind mit den fünf systemdynamischen Modellen verkoppelt, welche die Lithosphäre, Aquasphäre, Atmosphäre, Biosphäre und die Zivilisationen auf dem Planeten repräsentieren.³⁶ Einige dieser Modelle können von der Spielerin beeinflusst werden. Alle jedoch wirken auf ein gigantisches Raster zellulärer Automaten auf mehreren Ebenen mit 128 horizontalen und 64 vertikalen Kacheln zurück. Die Landkarte, mit der die Spielerin interagiert, ist die visuelle, zweidimensionale Repräsentation der Ebenen von zellulären Automaten. Fred Haslam, der Co-Designer des Spiels, gibt einen Einblick in die Komplexität dieses Zusammenspiels:

The basic model in this game is a state-based cellular automata. Cells maintain information on all five systems mentioned above. Our cells are organized into a number of two-dimensional arrays collectively called 'the map.' Generally speaking, cells are only affected by themselves and the eight adjacent cells – although there are exceptions. There are also a number of global values. These values record systemic state changes (such as the current era), summarized values (such as biomass or zoomass), and

36 Vgl. Fred Haslam, „SimEarth: A Great Toy,“ in *Integrated Global Models of Sustainable Development 3: Encyclopedia of Life Support Systems*, hrsg. v. Akira Onishi (Oxford: EOLSS Publishers, UNESCO, 2009).

cumulative values (such as fossil fuels or nitrogen levels). [...] Each cell has 10 bytes of information. Here is a list of the values each tile contains: terrain altitude, magma drift direction, magma drift speed, ocean existence bit, ocean temperature, ocean motion direction, ocean motion speed, air temperature, air motion direction, air motion speed, air cloud density, random events, biomes, creatures, sapient objects, and a city preclusion bit.³⁷

Das Ergebnis dieses komplexen Zusammenspiels zweier sehr unterschiedlicher Simulationstechniken ist bemerkenswert: Verglichen mit dem simplen *Daisyworld*-Modell verfügt *SimEarth* über deutlich mehr Potenzial, die Spielerin zu überraschen und regelrecht zu verwirren. Die Möglichkeitsräume des Spiels sind gigantisch. Jeder Spieldurchlauf ist neu. Nicht immer hat die Spielerin dabei das Gefühl, die Kontrolle über den Planeten zu behalten. Wie Haslam schreibt, stößt *SimEarth* dabei an die Grenzen dessen, was gemeinhin als Spiel gilt:

Another limitation on the simulation was our desire to make the resulting application into a game. We had to consider what would be interesting for the player, and we had to give him the power to change the environment. Ironically, we sort of failed in our initial attempt to make *SimEarth* into a game. Players could frequently win without touching a key.³⁸

Eine Simulation mag auch alleine laufen (nach der Festlegung der Startbedingungen), aber ein Spiel sicherlich nicht. *SimEarth* steht auf der Schwelle zwischen Spiel und quasi-wissenschaftlicher Simulation. Man könnte das Programm als Populärsimulation beschreiben, so wie man auch von populärwissenschaftlichen Büchern spricht.

Selbst wenn *SimEarth* der Status eines Spiels abgesprochen werden sollte, erlaubt es dennoch ein Spielen mit Gaia. Der

37 Ebd., 48f.

38 Ebd., 47f.

Medientheoretiker McKenzie Wark beschreibt seine eigene Spielerfahrung mit *SimEarth* – und einen sehr sonderbaren, jedoch durchaus passenden Spielstil:³⁹ Er startete das Programm jeden Tag vor der Arbeit mit unterschiedlichen Konfigurationen, ließ es laufen und kehrte abends zurück um zu sehen, was mit seinem Planeten geschehen war. Manchmal blieb die Welt karg, manchmal war eine Zivilisation aufgestiegen und niedergegangen, manchmal erfror die Welt im nuklearen Winter, manchmal überhitzte sie in Folge eines Treibhauseffekts.

SimEarth gamers tell amazing stories: About the time the lid blew off the biosphere, but up rose a strain of intelligent robots. Or the time it ticked over for months, populated with a million sentient cetaceans, all using nanotechnology to run their watery utopia.⁴⁰

In der Art wie *SimEarth* die Spielerin mit unvorhersehbaren Ergebnissen, auseinanderstrebenden evolutionären Pfaden und geohistorischen Verläufen überrascht, kommt das Spiel Latours autopoietischem Verständnis Gaias sehr nahe. Die Simulation ist nicht perfekt: Evolution erfolgt auf multilinearen, aber eben doch vorgegebenen Wegen und die Struktur der Modelle (der Atmosphäre, Geosphäre etc.) ist festgelegt. Die Spielerin kann zwar die Gewichtung einiger Faktoren verändern, aber nicht die Weise, in der diese miteinander zusammenhängen. Beispielsweise ist Sauerstoff grundsätzlich für das Gedeihen höherer Lebensformen notwendig (intelligentes Leben auf Basis von Methan ist unmöglich). Die Weltwerdung ist also nur teilweise kontingent. *SimEarth* bleibt ein Hybrid aus Bottom-up- und Top-down-Simulationstechniken. Doch genau das ermöglicht überhaupt erst das Spielen.

39 McKenzie Wark, *Gamer Theory* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2007), §201ff.

40 Ebd., §213.

Kann Gaia gespielt werden?

Lovelocks Hypothese war stets stark umstritten und wurde häufig wegen ihrer Vagheit und mangelnden Falsifizierbarkeit kritisiert.⁴¹ Wissenschaftlich teilweise akzeptiert wurde sie erst, als Lovelock seine Überlegungen in Gleichungen explizierte und in eine Simulation überführte, um die Prinzipien Gaias zu verdeutlichen. Der Rückgriff auf die mathematische Zeichensprache sowie die Realisierung eines funktionsfähigen Computermodells bewiesen scheinbar, dass Gaia tatsächlich funktionieren kann – was gebaut werden kann, ist auch möglich. Die Umsetzung Gaias *in silico* ist damit mehr als eine Illustration – es ist eine Machbarkeitsstudie.⁴²

Dies gilt jedoch nur für das Verständnis Gaias durch Lovelock – einer Gaia, die dem kybernetischen Modell eines Thermostats nachempfunden ist. Latours Gaia dagegen kann nur schlecht durch eine Simulation verdeutlicht werden, die dem Ansatz der System Dynamics folgt. Die autopoietische Natur dieser Gaia steht im Widerspruch zu deren vordefinierten Rückkoppelungsschleifen.

Das Entscheidende an Latours Verständnis von Gaia ist ihre unbedingte Emergenz – die absolute Kontingenz aller biochemischen Prozesse bis hin zur Atmosphärenbildung. Alle Bedingungen des Lebens sind Produkt des bisherigen Zusammenspiels von Leben und Unbelebtem. Nichts ist gesetzt, alles ist werdend. Eine Simulation auf Basis zellulärer Automaten könnte solche

41 Eine Übersicht der üblichen Kritikpunkte findet sich bei James W. Kirchner, „The Gaia Theory: Fact, Theory, and Wishful Thinking,“ *Climatic Change* 52 (2002), letzter Zugriff 30. Juni 2014, http://seismo.berkeley.edu/~kirchner/reprints/2002_55_Kirchner_gaia.pdf.

42 Darüber hinaus erlaubt das mathematische Modell eine substanziellere Kritik der Prämissen der Hypothese – Gaia konnte Objekt kritischer Diskussionen innerhalb der Wissenschaften werden. Vgl. bspw. Kirchners Diskussion der Prämissen des *Daisyworld*-Modells im vorherig genannten Artikel.

unvorhersehbaren kontingenten Muster, Zyklen und Feedbackschleifen hervorbringen.

Eine solche Simulation, in der alle Lebensformen sowie deren Umwelten und die Feedbackschleifen zwischen ihnen aus dem Zusammenspiel digitaler Entsprechungen (bio-)chemikalischer Moleküle erwachsen, ist natürlich unmöglich. Und selbst wenn sie jemand konstruieren würde, wäre ihre Komplexität so groß, dass ihre Resultate kaum analysierbar wären. Die perfekte Simulation Gaias wäre so komplex und so undurchsichtig wie die echte Welt.

Würde dennoch jemand versuchen, eine solche Gaia zu modellieren, hätte das Ergebnis wohl Ähnlichkeiten mit SimEarth. Die Zivilisationen aus Robotern und Dinosauriern im Spiel mögen ihre Wurzeln in der Popkultur haben – doch gerade dieser spielerische Ansatz ist der Konzeption Gaias angemessen. Die enorme Varianz möglicher Weltgeschichten im Spiel führt vor Augen, worum es bei Gaia geht: Die Tatsache, dass dieser oder jener Kreislauf von Stickstoff oder Kohlendioxid in kybernetischen Feedbackschleifen modelliert werden kann, ist nicht entscheidend.

Die Provokation der Gaia-Hypothese liegt in der Beschwörung eines sich ständig selbst hervorbringenden und dabei absolut kontingenten allumfassenden Wesens. Gaia kann nicht gebaut werden, Gaia muss aus sich selbst erwachsen. Eine solche Welt-sicht ist keine gute Grundlage für eine auf Objektivität zielende Wissenschaft, in der Wissen stets in eindeutigen Gleichungen formuliert wird. Die Gaia-Hypothese (zumindest bei Latour) ist möglicherweise nicht besonders geeignet, um die Naturwissenschaften theoretisch neu zu fundieren. Sie könnte sich jedoch als gute Grundlage für die Untersuchung möglicher welthistorischer Verläufe erweisen. Die Faktizität unserer Welt würde sich so in Kontingenz auflösen – unsere tatsächliche Erdgeschichte wäre nur noch ein möglicher Verlauf von vielen. Aus einem solchen Verständnis heraus wäre es unsinnig, Gaia kontrollieren zu wollen. Sehr wohl jedoch könnte mit ihr gespielt werden.

Bibliografie

- Bertalanffy, Ludwig von. *General System Theory: Foundations, Development, Applications*. New York: George Braziller, 1968.
- Clarke, Bruce. „Neocybernetics of Gaia: The Emergence of Second-Order Gaia Theory.“ In *Gaia in Turmoil: Climate Change, Biodepletion, and Earth Ethics in an Age of Crisis*, hrsg. v. Eileen Crist und Bruce H. Rinker, 293–314. Cambridge, MA: MIT Press, 2009.
- Dawkins, Richard. *The Extended Phenotype: The Long Reach of the Gene*. Oxford: Oxford University Press, 1982.
- Dawkins, Richard. *The Blind Watchmaker*. New York: W. W. Norton & Company, 1986.
- Doolittle, W. Ford. „Is Nature Really Motherly?“ *The CoEvolution Quarterly*, Nr. 29 (Spring 1981): 58–63.
- Foerster, Heinz von. „On Constructing a Reality.“ In *Understanding Understanding: Essays on Cybernetics and Cognition*, hrsg. v. Heinz von Foerster, 221–227. New York: Springer, 2002 [1973].
- Forrester, Jay. *Urban Dynamics*. Waltham, MA: Pegasus Communications, 1969.
- Forrester, Jay. *World Dynamics*. Cambridge, MA: Wright-Allen Press, 1971.
- Forrester, Jay. „The Beginning of System Dynamics.“ Vortrag beim internationalen Treffen der System Dynamics Society Stuttgart (13. Juli 1989). Letzter Zugriff 28. Juli 2014. <http://www.clexchange.org/ftp/documents/system-dynamics/SD1989-07BeginningofSD.pdf>.
- Haraway, Donna. „Gene, Maps and Portraits of Life Itself.“ In *Modest_Witness@Second_Millennium: FemaleMan_Meets_OncoMouse; Feminism and Technoscience*, hrsg. v. Donna Haraway, 131–172. New York, London: Routledge, 1997.
- Haslam, Fred. „SimEarth: A Great Toy.“ In *Integrated Global Models of Sustainable Development 3: Encyclopedia of Life Support Systems*, hrsg. v. Akira Onishi, 47–67. Oxford: EOLSS Publishers, UNESCO, 2009.
- Hayse, Mark. „God Games.“ In *Encyclopedia of Video Games: The Culture, Technology, and Art of Gaming*. Bd. 1 (A–L), hrsg. v. Mark J. P. Wolf, 264–266. Santa Barbara/Denver/Oxford: Greenwood, 2012.
- Hölldobler, Bert und Edward O. Wilson. *The Ants*. New York: Springer, 1990.
- Kirchner, James W. „The Gaia Theory: Fact, Theory, and Wishful Thinking.“ *Climatic Change* 52 (2002). Letzter Zugriff 30. Juni 2014. http://seismo.berkeley.edu/~kirchner/reprints/2002_55_Kirchner_gaia.pdf.
- Langton, Christopher. „SimLife from Maxis: Playing with Virtual Nature.“ *The Bulletin of the Santa Fe Institute* 7 (1992): 4–6.
- Latour, Bruno. *An Inquiry into Modes of Existence: An Anthropology of the Moderns*. Cambridge: Harvard University Press, 2013.
- Latour, Bruno. „Gifford-Lectures: Facing Gaia – Six Lectures on the Political Theology of Nature“, Edinburgh, 18. bis 28. Februar 2013. Letzter Zugriff 9. Dezember 2017, <http://www.bruno-latour.fr/sites/default/files/downloads/GIFFORD-ASSEMBLED.pdf>.
- Lovelock, James E. *Gaia*. Oxford: Oxford University Press, 1979.

- Lovelock, James E. „Biological Homeostasis of the Global Environment: The Parable of Daisyworld.“ *Tellus: Series B* 35 (1983): 284–289.
- Lovelock, James E. *The Ages of Gaia: A Biography of Our Living Earth*. New York: W. W. Norton & Company, 1995.
- Lovelock, James E. Vorwort zu *Gaia: A New Look at Life on Earth*. Oxford: Oxford University Press, 2000 [1979].
- Lovelock, James E. *The Vanishing Face of Gaia*. New York: Basic Books, 2009.
- Lovelock, James E. und Michael Allaby. *The Greening of Mars*. New York: Warner Books, 1985.
- Lovelock, James E. *Ages of Gaia*. Oxford: Oxford University Press, 1995 [1988].
- Margulis, Lynn und Dorion Sagan. *What is life?* Oakland, CA: University of California Press, 2000.
- Meadows, Donella H., Dennis L. Meadows, Jorgen Randers und William W. Behrens III. *The Limits to Growth*. New York: Universe Books, 1972.
- Maturana, Humberto R. und Francisco J. Varela. *Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living*. Dordrecht/Boston/London: Reidel Publishing, 1980 [1972].
- Neitzel, Britta. „Point of View und Point of Action: Eine Perspektive auf die Perspektive in Computerspielen,“ in *Computer/Spiel/Räume: Materialien zur Einführung in die Computer Game Studies*. *Hamburger Hefte zur Medienkultur*, hrsg. v. Klaus Bartels und Jan-Noel Thon, 8-28. Hamburg: Universität Hamburg, Institut für Medien und Kommunikation des Departments Sprache, Literatur, Medien SLM I, 2007.
- Pearce, Celi. „Sims, BattleBots, Cellular Automata God and Go: A Conversation with Will Wright by Celia Pearce.“ *Game Studies* 2, Nr. 1 (2002). Letzter Zugriff 3. Juli 2014. <http://www.gamestudies.org/0102/pearce/>.
- Salen, Katie und Eric Zimmerman. *Rules of Play: Game Design Fundamentals*. Cambridge, MA: MIT Press, 2004.
- Wiener, Norbert. *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Cambridge, MA: MIT Press, 1948.
- Wilson, Johnny L. Vorwort zu *The SimEarth Bible*. New York: Osborn McGraw-Hill, 1991.
- Wark, McKenzie. *Gamer Theory*. Cambridge: Harvard University Press, 2007.