

Bühler · Willer (Hg.)
Futurologien

TRAJEKTE

Eine Reihe des Zentrums für
Literatur- und Kulturforschung Berlin

Herausgegeben von

Sigrid Weigel und Karlheinz Barck (†)

Benjamin Bühler · Stefan Willer (Hg.)

Futurologien

Ordnungen des Zukunftswissens

Wilhelm Fink

Die dieser Publikation zugrunde liegenden Workshops und die Drucklegung dieses Bandes wurden vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01UG0712 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Herausgebern.

Umschlagabbildung:

Westermanns illustrierte deutsche Monatshefte.

Ein Familienbuch für das gesamte geistige Leben der Gegenwart 14 (1863), S. 436
(hier nach Art. „Augur“, in: Wikipedia)

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung, vorbehalten. Dies betrifft auch die Vervielfältigung und Übertragung einzelner Textabschnitte, Zeichnungen oder Bilder durch alle Verfahren wie Speicherung und Übertragung auf Papier, Transparente, Filme, Bänder, Platten und andere Medien, soweit es nicht §§ 53 und 54 UrhG ausdrücklich gestatten.

© 2016 Wilhelm Fink, Paderborn
(Wilhelm Fink GmbH & Co. Verlags-KG, Jühenplatz 1, D-33098 Paderborn)

Internet: www.fink.de

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

ISBN 978-3-7705-5901-5

SEBASTIAN VEHLKEN, ISABELL SCHRICKEL,
CLAUS PIAS, ANNEKE JANSSEN

Computersimulation

Simulation/Fiktion

„Living Earth Simulator will predict the future of everthing“:¹ Wenn Meldungen wie diese ausgerechnet an einem Silvestertag durch Online-Newsfeeds rauschen, dann lassen sie die Tradition alljährlicher Zukunftsvorsätze zusammenfallen mit jenen Konnotationen, die Computersimulationen seit dem Zweiten Weltkrieg zu wohl *der* paradigmatischen Medientechnik futurologischen Denkens gemacht haben. Ob der betreffende Redakteur tatsächlich darauf spekulierte, dass das in seinem Artikel besprochene *FutureICT*-Projekt² wirklich alles würde vorhersagen können – also z.B. auch, ob es diesmal klappen würde, mit dem Rauchen aufzuhören –, steht dahin. Viel entscheidender ist die anhand dieses großangelegten sozio-ökonomischen ‚Weltsimulator‘-Vorhabens exemplarisch formulierte Koinzidenz eines naiven Glaubens an die Möglichkeiten von Computersimulationen mit einem zugleich zutiefst dystopischen Anklang.

Computersimulationen (CS) machen eine Bearbeitung, Berechnung und Beherrschung des Zukünftigen imaginierbar. Doch dies geht einher mit der Löschung der Zukunft als Imaginationsraum im traditionellen Sinne. CS übersteigen und radikalisieren bekannte und etablierte Verfahren zur Erzeugung von Zukunftswissen. Dazu gehören Gedankenexperimente ebenso wie mathematische oder materielle Modellanalogien, statistikgestützte Prognosen genauso wie laborwissenschaftliche Experimentalsysteme.³ Basierend auf den Rechenkapazitäten immer leistungsstärkerer Supercomputer integrieren sie die (Un-) Wahrscheinlichkeiten einer immer größeren Anzahl an Einzelereignissen zu immer komplexeren Szenarien. Deren Elemente, die nach Probabilitäten bewerteten individuellen Sonderfälle, waren noch

1 Evan Ackerman: „Living Earth Simulator will predict the future of everything“, in: *Dvice*, 31. Dezember 2010, <http://dvice.com/archives/2010/12/living-earth-si.php> (letzter Zugriff: 15.10.2014)

2 Vgl. z.B. Dirk Helbing/Stefano Balietti: „From Social Simulation to Integrative Systems Design“, Conceptual White Paper, <http://arxiv.org/abs/1011.3970> (letzter Zugriff: 15.10.2014); Dirk Helbing/Stefano Balietti: „From Social Data Mining to Forecasting Socio-Economic Crises“, Visioneer White Paper, *arXiv:1012.0178v5*, 26. Juli 2011, <http://arxiv.org/abs/1012.0178> (letzter Zugriff: 15.10.2014).

3 Vgl. beispielsweise Thomas Macho/Annette Wunschel (Hg.): *Science & Fiction. Über Gedankenexperimente in Wissenschaft, Philosophie und Literatur*, Frankfurt a.M.: Fischer 2004; Bruno Latour/Steve Woolgar: *Laboratory Life. The Social Construction of Scientific Facts*, Beverly Hills: Sage Publications 1979; Elena Esposito: *Die Fiktion der wahrscheinlichen Realität*, Frankfurt a.M.: Suhrkamp 2007.

der menschlichen Beobachtung und Imagination zugänglich. Letztere werden jedoch von CS unterlaufen, die solche Elemente als Versatzstücke zur Errechnung einer möglichen Wirklichkeit aggregieren. Und damit bereiten CS den Boden für die mittlerweile überall anzutreffenden Kulturen der Antizipation, des Risiko-Managements, der Preparedness.⁴

Das Verhältnis zwischen statistischem Wissen und realen, fingierten und fiktionalen Welten ist bereits als eine Zeitgenossenschaft zwischen der Entdeckung der Wahrscheinlichkeitstheorie und dem Aufkommen fiktionaler Literatur und spezifischen Konzepten von Wahrscheinlichkeit und den ihnen zugehörigen Realitätseffekten festgestellt worden.⁵ Beiden, Wahrscheinlichkeitsrechnung und fiktionaler Literatur, war die kommunikative Funktion gemein, Orte zu erzeugen, an denen über Zukünfte und ihre Alternativen gesprochen werden konnte. Folgt man Friedrich Kittler, so adressierte die Fiktion in ihrer symbolischen Gestalt von Text oder Notenschrift das Register des Imaginären. Simulation hingegen – so Kittler – überspringe diese den Geisteswissenschaften ureigenste Instanz und betreffe direkt das Reale.⁶ Algorithmen und Prozessoren greifen demnach unmittelbar auf die Realität zu – für eine Vorstellung der in ihr aufgetürmten Alternativen je erwürfelter Ereignisse fehlt jedoch jede menschliche Reaktionszeit, weil die Vielfalt der Möglichkeiten unwirklich wird.

Der Humangeograph Nigel Thrift spricht in diesem Zusammenhang 20 Jahre später vom „technologischen Unbewußten“⁷, das Wahrnehmung und Handlungsmöglichkeiten moduliert. Das gilt nicht erst, seit sie wie *FutureICT* als milliardenschwere Großforschungsunternehmungen geplant werden. Jenes Projekt setzte sich zum Ziel, in einer Art virtuellem Weltmodell eine integrative Umgebung für alle möglichen Arten sozio-ökonomischer und ökologischer Simulationsmodelle zu schaffen, um dadurch ein besseres Verständnis der nicht-linearen Zusammenhänge in einer vernetzten globalen Gesellschaft medientechnisch zu produzieren. Wie sehr sich dabei jedoch gleich wieder die berühmte Verschränkung von zukünftiger Gegenwart und gegenwärtiger Zukunft zeigt,⁸ wird schon daran deutlich, wie schnell *FutureICT* bereits wieder Vergangenheit geworden ist: Seine Förderung wurde zugunsten des konkurrierenden *Human Brain Project* abge-

4 Vgl. *Journal of Forecasting*, Chichester: Wiley 1982ff.; Ulrich Beck: *Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Modern*, Frankfurt a.M.: Suhrkamp 1986; Randolph Kent: *Disaster Preparedness. Disaster Management Training Programme*, New York/Genf: United Nations 1994.

5 Rüdiger Campe: *Spiel der Wahrscheinlichkeit. Literatur und Berechnung zwischen Pascal und Kleist*, Göttingen: Wallstein 2002.

6 Friedrich Kittler: „Fiktion und Simulation“. In: *Ars Electronica* (Hg.): *Philosophien der neuen Technologie*, Berlin: Merve 1989, S. 57-80.

7 Nigel Thrift: „Remembering the technological unconscious by foregrounding knowledges of position“. In: *Environment and Planning D: Society and Space* 22, 2004, H.1, S. 175-190.

8 Vgl. Niklas Luhmann: „Temporalisierung von Komplexität: Zur Semantik neuzeitlicher Zeitbegriffe“, in: ders.: *Gesellschaftsstruktur und Semantik 1*, Frankfurt a.M.: Suhrkamp 1980, S. 235-300.

lehnt.⁹ Und dessen designiertes Ziel, ein komplettes menschliches Gehirn zu simulieren, ist wiederum nicht nur das Proto-Beispiel des von Kittler diagnostizierten Überspringens des Imaginären zugunsten eines unmittelbaren Vorstoßes vom Symbolischen zum Realen. Es gibt, ebenso wie *FutureICT*, auch Anlass für die vereinfachte Rezeption von CS: für eine fehlende Skepsis genauso wie für eine fundamentale Ablehnung.

Bereits für den späten Luhmann war „Unsicherheitsabsorption“ das Gebot der Stunde in einer überkomplexen, unkontrollierbaren und mithin undurchsichtigen Gesellschaft. Heute richten sich Politik und Öffentlichkeit zunehmend an den Assessments computersimulierter Zukünfte aus. Die Erfolge, die dieser Zweig sogenannter harter Wissenschaften aufzuweisen hat, und die Selbstverständlichkeit, mit der CS in den Materialwissenschaften, der Klimatologie und selbst der physikalischen Grundlagenforschung verwendet werden, wird oft als ein klarer Blick in die Zukunft missverstanden und so unzulässig simplifiziert. Auf CS basierenden Prognosen wird im Zuge einer solchen Verkennung bereits ein so hohes Maß an Verlässlichkeit unterstellt, dass – wenn sie denn im Einzelfall *nicht* eintreten – die Fahrlässigkeit des wissenschaftlichen Personals verhandelt und folgerichtig juristisch geahndet wird, wie etwa im Falle der Äußerungen von Seismologen angesichts der Erdbebenschäden in den Abruzzen im Jahr 2009.

Damit zeigt sich das Grundproblem, das entsteht, wenn aufgrund fiktiver Szenarien, historisch kontingenter Modelle und Bilder, hardwareabhängiger Qualität und von Standardisierungen abgeleiteter Validität globale Entscheidungen getroffen werden. Die Wissenschaftskritik steht damit vor der Aporie, einerseits die ‚Konstruiertheit‘ des durch Simulation produzierten Wissens leicht aufweisen zu können, damit aber zugleich jede Handlungsgrundlage zu untergraben – oder andererseits von einem Handlungsbedarf auszugehen, der sich aber nicht mehr auf wissenschaftliche Wahrheit und gesicherte Erkenntnis berufen könnte. Der Begriff der Wahrheit scheint sich in diesem Zusammenhang in einem ähnlichen Dilemma zu befinden wie unmittelbar nach der Etablierung der Relativitätstheorie. Wissen, Daten und Wahrheit verlieren ihr ‚gesichertes‘ Verhältnis zueinander.

Zukunftsmotorik

Die Beispiele von *FutureICT* und *Human Brain Project* demonstrieren zumindest zweierlei: Einerseits ist Spitzenforschung – in den Natur- und Ingenieurwissenschaften, und zunehmend auch in den Gesellschaftswissenschaften – ohne den Einsatz von CS heute quasi undenkbar geworden. Und andererseits stehen die Vorhaben in einer medienhistorischen Fluchtlinie, die z.B. über die *Systems-Dynamics*-Ansätze von Jay W. Forrester für den epochemachenden Bericht über die *Grenzen des Wachstums* (1972) oder Alan Turings *Computing Machinery and Intelligence* (1950) zurückreicht bis in die Kybernetik der 1940er Jahre. Publikationen wie

⁹ Vgl. dazu www.humanbrainproject.eu (letzter Zugriff: 15.10.2014).

Norbert Wieners, Arturo Rosenblueths und Julian Bigelows *Behavior, Purpose and Teleology* (1943) setzten bereits an, den Begriff der CS von seinem philosophiegeschichtlichen Schattenriss des Trugbildhaften zu lösen.¹⁰ Anstelle einer – auch modellhaften – Repräsentation oder Nachahmung der Natur geht es hier um die *Präsentation* oder – mit einem Wort Hans Blumenbergs – um die „Vorahmung“¹¹ von Systemdynamiken, die gegenstandsneutral sind.

Die Epistemologie der CS entwickelt sich dabei aus dem Apriori medientechnisch implementierter Prinzipien kybernetischen Feedback-Denkens. Denn schon kybernetische Maschinen üben ja grundsätzlich nicht mehr Mimesis an biologischen oder gesellschaftlichen Systemen. Ihr Schein und Sein sind vielmehr untrennbar miteinander in einem ständigen Werden verwoben, wenn diese Maschinen nur mehr funktionslogisches Systemverhalten imitieren. Jede Form von Verhalten bedarf dabei eines Zielführungsprozesses, in welchen die Notwendigkeit einer Operationalisierung des Zukünftigen immer schon eingeschrieben ist.

Wenn Wiener etwa das Problem, ein Glas zum Mund zu führen, als technisches begreift, dann besteht dieser Vorgang in der Regelung einer Abfolge von Echtzeit-Daten, die den *Ist*-Zustand des Systems im Rahmen einer geeigneten Taktung iterativ mit seinem *Soll*-Zustand abgleichen. Das System kompiliert dann schrittweise und selbststeuernd einen Weg, bei dem der Mund immer schon die Zukunft des Glases gewesen sein wird; einen Weg, der stets offen bleibt für zielführende Korrekturen. Dieser Index des Zukünftigen zeigt sich noch klarer in Fällen von sogenannten nicht-determinierten Teleologien. Steht etwa das Ziel nicht still wie ein zum Trinken bereiter Mund, sondern bewegt sich – wie im klassischen Fall eines feindlichen Flugzeugs – auf teils erratischen Bahnen, dann gilt es für das System, die Ausweichtaktiken des Feindes zu lesen und zu interpretieren, um ihn in der Zukunft seiner Bewegung zu treffen.¹² Wieners Schlagwort heißt *prediction* – eine Vorhersage, die umso besser wird, je genauer und größer die Datenmengen sind, die verarbeitet werden: Das System simuliert die möglichen Irrungen und Aktionsraden seines Gegners, um daraus probabilistisch und – daran haperte es seinerzeit – *rechtzeitig* dessen wahrscheinlichsten Weg zu komputieren.

In Wieners Anti-Aircraft-Predictor, *der* exemplarischen kybernetischen Maschine, ist mithin ebenso beispielhaft bereits der originäre Stellenwert von CS ein-

10 Vgl. z.B. Bernhard Dotzler: „Simulation“, in: *Ästhetische Grundbegriffe*, hg. von Karlheinz Barck u.a., Bd. 5, Stuttgart u.a.: Metzler 2003, S. 509-534; Andreas Kablitz/Gerhard Neumann (Hg.): *Mimesis und Simulation*, Freiburg i.Br.: Rombach 1998; Sybille Krämer: „Simulation und Erkenntnis, Über die Rolle computergenerierter Simulationen in den Wissenschaften“, in: *Nova Acta Leopoldina*, Bd. 110, Nr. 377 (2011), S. 303-322.

11 Hans Blumenberg: „Nachahmung der Natur“, in: ders.: *Wirklichkeiten, in denen wir leben*, Stuttgart: Reclam 1981, S. 55-103, hier S. 93.

12 Norbert Wiener: *The Theory of Prediction. Modern Mathematics for the Engineer*, New York: McGraw-Hill 1956; Peter Galison: „The Ontology of the Enemy: Norbert Wiener and the Cybernetic Vision“, in: *Critical Inquiry* 21, (1994), H.1, S. 228-266; Bernhard Siegert/Axel Roch: „Maschinen, die Maschinen verfolgen. Über Claude E. Shannons und Norbert Wieners Flugabwehrsysteme“, in: Sigrid Schade/Georg Christoph Tholen (Hg.): *Konfigurationen. Zwischen Kunst und Medien*, München: Fink 1999, S. 219-230.

geschrieben. Diese reißen Möglichkeitshorizonte der Bearbeitung erratischer Zukünfte auf und machen daraus immer auch ein Versprechen für eine bessere Gegenwart. Als etwa der Managementkybernetiker Stafford Beer Anfang der 1970er Jahre mit der Einrichtung einer kybernetisch-sozialistischen Staatsregierung in Chile betraut wurde, wollte er Echtzeit-Regelungsprozesse mittels eines eigenen Simulationssystems unter dem sprechenden Namen *Futures* kombinieren. Während die kybernetischen Regelsysteme den chilenischen Staat und seine Funktionsbereiche durch die Vernetzung möglichst vieler disaggregierter Daten in einem dynamischen Equilibrium halten sollten, war *Futures* dazu angedacht, mittel- und langfristige Verbesserungspotenziale aufzuzeigen. Der *Soll*-Zustand sollte damit operabel werden als ein Ziel, das selbst gesetzt werden und – im Unterschied etwa zu den berückichtigten Fünfjahresplänen anderswo – im gleichen Schritt durch CS eingeholt werden konnte. Wo Kybernetik also Zukunft (im Singular) implementiert, um das Überleben eines Systems in veränderbaren Umwelten zu garantieren, stellen CS eine Bearbeitung von Zukünften (im Plural) selbst in Aussicht. Diese stehen jedoch wiederum in einem rekursiven Verhältnis mit jener Gegenwart, von der aus sie simuliert wurden. Oder anders: CS machen Zukunft experimentierfähig – und damit immer auch unsere Gegenwart.

Wenn CS nicht mehr ausschließlich in kybernetischen Maschinen angelegt sind, sondern – wie bei Beers *Project Cybersyn* – als eine Medientechnik eigenen Ranges eingesetzt werden, rücken die Zukünfte simpler beweglicher Objekte zugunsten viel komplexerer Funktionsverhältnisse in den Hintergrund. Man kann diesen Modus Operandi einerseits mit Stephan Hartmann ganz allgemein in Zuspitzung auf seine zeitlichen Dynamiken hin definieren: „*A simulation imitates one process by another process. In this definition the term ‚process‘ refers solely to some object or system whose state changes in time. If the simulation is run on a computer, it is called a computer simulation.*“¹³ Paul Humphreys hingegen stellt die Erschließung analytisch nicht fassbarer Phänomene ins Zentrum seiner Definition: Er versteht CS als „any computer-implemented method for exploring the properties of mathematical models where analytic methods are not available“.¹⁴ Sobald eine CS ein adäquates Ähnlichkeitsverhältnis zu dem von ihm zu modellierenden System oder Problem aufweist, es also hinreichend genau *repräsentiert*, kann es dessen zukünftige Entwicklungen im digitalen Modell tentativ und szenarisch *prä-sentieren* und z.B. computergraphisch visualisieren. Dabei werden klassische wissenschaftstheoretische Konzepte wie Gesetz, Beweis, Wahrheit oder Genauigkeit

13 Stephan Hartmann: „The world as a process: Simulations in the natural and social sciences“, in: R. Hegselmann/U. Mueller/K. Troitzsch (Hg.): *Modelling and simulation in the social sciences from the philosophy of science point of view*, Dordrecht: Kluwer 1996, S. 77-100, hier S. 83 (Hervorhebungen im Original).

14 Paul Humphreys: „Computer Simulations“, in: Arthur Fine/Mickey Forbes/Linda Wessels (Hg.): *PSA 1990*, Bd.2, East Lansing: Philosophy of Science Association 1991, S. 497-506, hier S. 500.

durch solche wie Regel, Adäquatheit, Richtigkeit oder Performanz irritiert.¹⁵ Denn welcher Grad an Genauigkeit hinreicht, um ein zu simulierendes System adäquat zu beschreiben, ist zunächst einmal oft sehr unklar und wiederum häufig nur im Vergleich von Simulationsszenarien oder von konkurrierenden Simulationsmodellen annäherungsweise zu bestimmen.

Auch die Datenlage kann sehr stark variieren: Das Verhalten von Systemen wie Aerodynamik eines Jets, Crashverhalten eines Autos oder Explosion einer Wasserstoffbombe kann sehr präzise vorhergesagt werden, weil es auf bekannten physikalischen Gesetzen beruht und alle beteiligten Faktoren damit detailliert beschrieben werden können. Bei Klimasimulationen hingegen ist nicht nur die Datenlage schon wesentlich prekärer. Auch die Interdependenzen und Relevanzen möglicher Einflussfaktoren liegen hier oft im Dunkeln, so dass bei der Modellierung ein hoher Grad an Parametrisierungen und sogar an fiktionalen und physikalisch schlicht falschen Elementen Einzug hält. Diese Unsicherheiten gelten erst recht für die Simulation sozialer und ökonomischer Modelle, etwa in der Finanzmarktsimulation oder in der Epidemiologie, in denen zum Beispiel psychologische Faktoren in mathematische Modelle übertragen werden müssen. Eine übergeordnete Rolle spielt dabei das Moment des Zufalls, der allein in Algorithmen nicht fassbar ist. Die Simulationshardware müsste Entropie künstlich herstellen, um sich dem Lebensechten ‚reell‘ annähern zu können.

Während viele physikalische CS also mit sehr großer Sicherheit die Zukunft des von ihnen beschriebenen Systems repräsentieren, dienen andere CS oft vor allem dazu, einen Raum möglicher Zukünfte explorativ erforschbar zu machen. Dabei mögen sich dann plausible und völlig inkonsistente oder wünschenswerte und weniger wünschenswerte Szenarien voneinander scheiden. Häufig gibt erst die Evaluation dieser Zukünfte in einer epistemischen Rekursionsschleife belastbare Anhaltspunkte dafür, welches eigentlich die relevanten Faktoren jenes Systems sind, das die simulierten Zukünfte erzeugt hatte.

Eyjafjallajökull

Besonders anschaulich zu beobachten waren die gesellschaftlichen Effekte von CS im Frühjahr 2010, als der Ausbruch des isländischen Vulkans Eyjafjallajökull den Flugverkehr in Westeuropa vollständig zum Erliegen brachte. Zwischen dem 20. März und 9. Juli ereignete sich der Ausbruch in einer Serie unterschiedlich starker Eruptionen, die begleitet waren von mehreren tausend Meter hohen Dampfsäulen sowie massiven Lava- und Ascheauswürfen. Satellitenbilder zeigten damals die Aschewolke, eigentlich ein relativ überschaubares Aschefähnchen. Doch die Zusammensetzung der Asche und vor allem die Prognosen über ihre Ausbreitung im europäischen Luftraum führten am 15. April 2010 zum Beschluss der Luftüberwachungsbehörden,

15 Vgl. Claus Pias, „On the Epistemology of Computer Simulation“, in: *Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung* 3 (2011), S. 29-54.

den Flugverkehr in West- und Nordeuropa komplett einzustellen. EU-Verkehrskommissar Siim Kallas bezifferte den entstandenen Umsatzverlust auf 2,5 Milliarden Euro. Die Streichung von etwa 100.000 Flügen betraf rund 10 Millionen Passagiere. Die Verärgerung über die Unannehmlichkeiten, die diese Entscheidung mit sich brachten, wurde angeheizt durch ein spürbares Unbehagen über ihre epistemische Grundlage: Nicht Messungen und Experimente, sondern eine CS des britischen *Met Office* führte zur politischen Entscheidung der Vollsperrung.

Seit 1993 bewerten weltweit neun *Volcanic Ash Advisory Centers* (VAAC) im Auftrag der Internationalen Zivilluftfahrt-Organisation (ICAO) die Gefahren, die von Vulkanausbrüchen für den Luftverkehr ausgehen. Auf der Basis von Ausbreitungsmodellen, die in die meteorologische Simulation aktueller Wetterlagen eingebettet sind, sollen diese Zentren die zukünftige Entwicklung von Aschewolken vorhersagen, horizontale und vertikale Ausbreitungsszenarien liefern sowie die Konzentration von Aschepartikeln in der Luft berechnen. Den entscheidenden Anstoß zur Entwicklung dieser Ausbreitungsmodelle hatte die Atomreaktorkatastrophe von Tschernobyl im Jahr 1986 gegeben. Damals wurden meteorologische Institute wie das *MetOffice* beauftragt, Modelle zu entwickeln, mit deren Hilfe die Verbreitung und der Niederschlag radioaktiven Materials und anderer Substanzen vorhergesagt werden können, um auf künftige ähnliche Katastrophen vorbereitet zu sein. 1993 wurde das erste „MetOffice nuclear accident model“ (NAME) einsatzfähig. Heute steht das Akronym der dritten Version des Modells jedoch für „Numerical Atmospheric Dispersion Modelling Environment“ und verweist damit auf seine verschiedenen Einsatzfelder: die Ausbreitung von Seuchen und Epidemien und die Verbreitung gefährlicher Substanzen bei technischen Unfällen oder industrieller Verschmutzung.¹⁶

Die sofortige Umsetzung der Simulationsergebnisse und die tägliche Nachjustierung und Anpassung an das aktualisierte Szenario in Form von Aufhebungen oder Ausweitungen von Luftraumsperrungen hielt die Öffentlichkeit in Atem und wurde von einer aufgeregten Debatte um den epistemologischen Status solchen Wissens begleitet. Die „Vulkanwolke“ sei erst der Anfang, schrieb der Informatiker David Gelernter in der *Frankfurter Allgemeinen Zeitung* – die Lähmung eines ganzen Kontinents zeige, was einer Gesellschaft drohe, die ihre Risiken nur noch durch die Simulation von Krisen abwehren wolle und ihre Entscheidungsgründe von Softwarebürokratien abhängig mache. Bedrohlicher als der Vulkanausbruch selbst sei die „Aschewolke aus Antiwissen“.¹⁷ „Plötzlich werden alle zu Zuschauern“, hatte kurz zuvor Frank Schirrmacher konstatiert. Fluggäste, Piloten, Airlines, der Wetterdienst: Die „human response“, die menschliche Antwort auf die Maschine, sei nicht mehr möglich, weil auch in den politischen Entscheidungsgruppen ein

16 Andrew Jones: „Atmospheric dispersion modelling at the MetOffice“, in: *Weather* 59 (2004), H.11, S. 311-316, hier S. 312.

17 David Gelernter: „Eine Aschewolke aus Antiwissen“, in: *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 26.4.2010, S. 29.

Programm von Befehlen, Verordnungen und Routinen ablaufe, das sich um die Expertise von CS zentrierte.¹⁸

Der Ausbruch des Eyjafjallajökull ist auch deshalb ein so anschauliches Beispiel, weil alle ohnehin permanent in Alarmbereitschaft befindlichen gesellschaftlichen Instanzen – vom Journalismus bis zu den Organisatoren kritischer Infrastrukturen – so drastisch (über-) reagierten. Mit vermutlich einmaliger Deutlichkeit wurde hier sichtbar, wie ein natürliches Geschehen durch seine Simulation ein anderes geworden war, der Vulkanausbruch zum indefiniten Ereignis der Aschewolke. Der Ernstfall taugt jedoch in der Logik computersimulierter Zukünfte zumindest zur Evaluation von Verfahren. So wurde auch hier die Entscheidungsstruktur, die zur Sperrung des Luftraums führte, einer Reform unterzogen. Ein Jahr nach dem Ausbruch informierte Verkehrskommissar Kallas über die Einrichtung eines neuen integrativen Krisenkoordinierungsgremiums, der *European Aviation Crisis Coordination Cell* (EACCC), die – ausgestattet mit besseren Simulations- und Visualisierungstools – künftig schneller und effektiver reagieren soll.¹⁹ Dies heißt jedoch nicht, dass Entscheidungen über den Umgang mit solchen und anderen Ereignissen nun weniger von CS abhängen; sie werden lediglich geräuschloser abgewickelt.

In den weitaus diffuseren Szenarien des globalen Klimawandels eröffnen Simulationen hingegen gerade Zeitfenster, um Reaktionen zu ermöglichen oder zu evokieren, die in ihrer Reichweite wiederum genauestens quantifiziert werden können. Die simulationsbasierte Klimadiplomatie und -ökonomie wirkt deshalb auf unterschiedlichsten Ebenen in gesellschaftliche Systeme hinein: von der Energiewende bis zum individuellen Lebensstil. Sie bewirkt die Anpassung oder Vermeidung einer bestimmten Fassung von Zukunft in der Gegenwart.

Zeitenwende

CS leiten eine Ordnung des Wissens ein, die man mit Joseph Vogl als „achronische Zeit der virtuellen Ereignisse“ bezeichnen mag.²⁰ Sie kennzeichnen diese Wissensordnung durch eine Pluralisierung von Zeiten: „Die Zeit, die immer noch vergeht, erhält ihre wissenstechnologische Realität gerade dadurch, dass sie zerlegt, sequenziert, in diskrete Einheiten aufgeteilt wird.“²¹ Damit wird sowohl ein Denken der Zeit im Sinne eines Zeitstrahls obsolet, der das Eintreten von Ereignissen datierbar macht und Vergangenes von Zukünftigem scheidet, als auch die Anlehnung an einen homogenen und überschaubaren Ausdehnungsraum, in dem man sich von einem Punkt zum anderen fortbewegt. Die Zukunftstechnik der CS implementiert medientechnisch ein heterochrones Zeitprinzip. Sie verschaltet disparate Orte

18 Frank Schirrmacher: „Plötzlich sind wir alle Zuschauer“, in: *Frankfurter Allgemeine Zeitung* 19.4.2010, S. 27.

19 Europäische Kommission, MEMO 11/346, 26. Mai 2001, http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-11-346_en.htm (Letzter Zugriff: 15.10.2014)

20 Joseph Vogl: „Zeit des Wissens“, in: *Dialektik 2* (2000), S. 137-148, hier S. 148.

21 Ebd., S. 145.

und Objekte und widersetzt sich einer einheitlichen, perspektivischen Repräsentation mit festlegbaren Datierungen. Sie erscheint damit „als ein Problematisches, das die wirklichen, möglichen oder gar unmöglichen Objekte und Ereignisse gemein haben: In ihr wird bejaht, was nicht da ist, und dissimuliert, was zustößt und passiert.“²²

CS machen Probleme – die zuvor vielleicht noch nicht einmal welche waren – traktabel, weil sie den Anwendungsbereich quantitativer Analysen vergrößern. Sie machen eine Vielzahl von Variablen gleichzeitig und in der Zeit handhabbar. Sie greifen im Zuge dieser Laufzeit direkt dem Verhalten komplexer Systeme vor, ohne eine konkrete Analogie zu empirischen Daten zugrunde zu legen. Sie können daher als Extensionen mathematischer Modellbildung betrachtet werden, deren Wissen in einer Umkehrperspektive erzeugt wird. Im Durchlauf, also erst im Prozessieren eines Simulations-Szenarios mit bestimmten Ergebnissen, lassen sich interne Ähnlichkeiten im Systemverhalten erkennen, die sich auf eine bestimmte Parameterkonfiguration gründen, deren Ähnlichkeit mit empirischen Daten *anschließend* festgestellt werden kann – oder eben nicht. Eine Iteration von Simulationsdurchläufen mit je veränderten Parametereinstellungen ist der Modus dieser Art computergestützter Wissensproduktion. Die Basisfunktion dieses Wissens ist ein *seeing in time*. CS können in ihrer Zeitgeworfenheit oder besser: *Zeitentworfenheit* mathematische Modelle animieren, mit ‚Leben in Laufzeit‘ füllen.

Dabei erschöpfen sie sich jedoch nicht in einer bloßen Erweiterung bestehender epistemischer Strategien; sie leisten mehr als nur eine Verbesserung numerischer Berechnungsverfahren durch die Rechnerkapazität von Computern. CS kann ein ganz eigener epistemischer Status zugeschrieben werden. Sie erlauben ein Experimentieren mit Theorien, bei dem die pragmatische Operationalität eine genaue theoretische Fundierung ablöst: „Performance beats theoretical accuracy.“²³ Anders als im Falle von Theorien geht es nicht um ihre Wahrheit oder Falschheit, sondern um Fragen von Brauchbarkeit.²⁴ Als Software losgelöst von konkreten Materialisierungen, aber immer unter der Maxime einer Mitreflexion ihrer eigenen ‚Materialität‘ – etwa als spezifische Codestruktur, als Programmiersprache mit eigenen Grammatiken oder als Visualisierungstool mit charakteristischen Filteralgorithmen – eröffnen CS Möglichkeitsräume. Sie erlauben das Durchspielen von Szenarien, ermöglichen einen rekursiven Abgleich mit aus Beobachtung und Experiment gewonnenen empirischen Daten, forcieren aber auch das Schreiben „synthetischer Geschichte“.²⁵ Zwischenstufen und Zwischenräume für epistemische Dinge oder Modellorganismen, wie sie in Hans-Jörg Rheinbergers und Bruno Latours Arbei-

22 Ebd., S. 147.

23 Günter Küppers/Johannes Lenhard: „The Controversial Status of Simulations“, in: Graham Horton (Hg.): *Networked Simulations and Simulated Networks. 18th European Simulation Multiconference, 13.-16. Juni 2004*, Erlangen: SCS 2004, S. 271-275.

24 Vgl. Sergio Sismondo: „Models, Simulations, and their object“, in: *Science in Context* 12 (1999), S. 247-260, hier S. 247.

25 Vgl. Claus Pias: „Synthetic History“, in: *Archiv für Mediengeschichte 1: Mediale Historiographien*, hg. von Lorenz Engell/Joseph Vogl, Weimar 2001, S. 171-183.

ten im Sinne einer „Herstellung von Zukunft“²⁶ und Produktion von Neuem in wissenschaftlicher Forschungspraxis immer wieder prononciert werden²⁷, schrumpfen damit zusammen auf die Raumzeit virtueller Szenarien. Anders formuliert: Der Einsatz von CS führt zu einer simultanen Explosion und Implosion epistemischer Dinge – zu einer Explosion, weil sie sich in immer neuen Szenarien multiplizieren lassen; zu einer Implosion, weil sie damit ihren widerständigen Charakter verlieren, fluide oder besser: prozessierbar werden. Die Frage, ob epistemische und technische Dinge überhaupt sinnvoll voneinander abgrenzbar seien, muss damit im Angesicht der von CS initiierten Zeitenwende neu gestellt werden.

Computersimulation als Kulturtechnik

CS greifen in Form von ökologischen, medizinischen, ökonomischen oder technischen Maßnahmen und Entscheidungen in unseren Lebensalltag ein: So befördern zum Beispiel Klimasimulationen ein Bewusstsein für mögliche Auswirkungen spät-kapitalistischer Wirtschaftssysteme und fächern Zukunftsszenarien auf, die ein Nachdenken über alternative Gesellschaftsmodelle auf die politische Agenda setzen. Agentenbasierte Simulationen steigern die Effizienz von Verkehrssystemen und logistischen Netzwerken, indem sie die Wahrscheinlichkeit und den Entstehungszusammenhang zukünftiger Staus durch Vorausberechnung verhindern. Es ändern sich Architekturen, ganze Stadtbilder und ihre Infrastrukturen unter dem Eindruck computerbasierter Designprozesse. Und in Form von Computerspielen dringen Simulationsmodelle breitenwirksam in die Gesellschaft ein und gewöhnen aufwachsende Generationen bereits an ein Denken und Handeln unter den Bedingungen von CS. Die Tatsache, dass Spiel- und Erzähltheorie hier miteinander zu verschmelzen scheinen, sei an dieser Stelle nur angemerkt.

Neue wissenschaftliche Probleme und zuweilen ganze Forschungsfelder entstehen und formieren sich historisch erst, wo ebendiese Probleme ohne CS gar nicht behandelbar und Forschungen ohne entsprechende digitale Medientechnik gar nicht durchführbar gewesen wären. Der massive Einsatz von CS bringt neue Leitwissenschaften hervor. Neben prominente klassische Disziplinen wie die Kernforschung und die Teilchenphysik treten zum Beispiel die Molekularbiologie, die Epidemiologie, verschiedenste Bereiche der Materialforschung oder die Klimatologie. Entscheidend sind dabei die Simulierbarkeiten der jeweiligen Forschungsobjekte und damit die Anschlussfähigkeit von wissenschaftlichen Disziplinen an die medientechnologischen Bedingungen einer aktuellen Epoche der CS. Faktoren wie etwa die hard- und softwaretechnische Verarbeitung großer Datenmengen auf Re-

26 François Jacob: *Die innere Statue. Autobiographie des Genbiologen und Nobelpreisträgers*, Zürich: Ammann 1988, S. 12.

27 Vgl. Hans-Jörg Rheinberger: *Experimentalsysteme und epistemische Dinge. Eine Geschichte der Proteinsynthese im Reagenzglas*, Frankfurt a.M.: Suhrkamp 2001; Bruno Latour: *Science in Action. How to Follow Scientists and Engineers through Society*, Cambridge: Harvard University Press 1987.

cheninfrastrukturen spielen eine ebenso wichtige Rolle wie die Sichtbarmachung zuvor nicht darstellbarer dynamischer Zusammenhänge in wissenschaftlichen Visualisierungen.

CS arbeiten dabei als medientechnische Verfahren auf multiplen Ebenen mit an der Genese eines neuen Wissenschaftsverständnisses. In diesem Zusammenhang ist zu beobachten, dass tradierte Verhältnisse von Theorie zu Experiment oder von induktiven zu deduktiven wissenschaftlichen Strategien brüchig geworden sind. Nicht zuletzt muss auch der Begriff der ‚Empirie‘ vor allem dort ganz anders problematisiert werden, wo Daten oft erst mittels CS erzeugt werden, gegen die dann Theorien getestet werden können – oder wo im Umgang mit Data-Mining-Ansätzen ganz neue Möglichkeiten der Datengenerierung jenseits älterer statistischer Methoden Eingang in Simulationsmodelle erhalten. CS eröffnen mithin konkrete neue Möglichkeiten ‚virtueller Laboratorien‘, in denen sich die Strukturen von lauffähigen mathematischen und softwaretechnischen Modellen mit entsprechender Computerhardware zu transformierten Forschungsumgebungen verdichten.²⁸

Aufgrund ihrer Durchdringung wissenschaftlicher und lebensweltlicher Bereiche können CS daher mit Recht als eine neue Kulturtechnik angesehen werden. Sie greifen in all jenen Wissensräumen dynamischer Systeme, deren Komplexität oder deren schierer Umfang sich analytischen, empirischen oder experimentellen Methoden entzieht. In all ihren Anwendungsmodi tragen sie dabei einen Index des Zukünftigen mit sich, und zwar auf mehreren Ebenen:

Erstens machen sie zukünftige Entwicklungen von Systemen berechenbar, ohne sich auf Verfahren wie die statistische Extrapolation von Daten aus der Vergangenheit für zukünftige Entwicklungen beschränken zu müssen. Dies kann mittels numerischer Makro-Simulationen geschehen, die sich durch Differenzialgleichungen beschreiben lassen, etwa in der Klimatologie, in der Aerodynamik oder bei Crash-tests, oder durch agentenbasierte Simulationen, bei denen sich das Globalverhalten eines Systems aus den Mikro-Strukturen lokaler, individueller Agenteneigenschaften ergibt. *Zweitens* eignet ihnen von vornherein ein fiktionales und zugleich narratives Element, denn sie funktionieren selbst nur als Laufzeitmodelle. CS übersetzen die Echtzeit ‚realweltlicher‘ Phänomene in ihre eigene Systemzeit. Um ein Systemverhalten in der ‚Realität‘ durch ein CS-Modell zu erforschen, muss dieses selbst erst in seine eigene Zukunft hineingelaufen sein, um evaluiert werden zu können. Diese Evaluation kann automatisiert geschehen – etwa durch den Einsatz genetischer oder evolutionärer Algorithmen – oder von menschlichen Experten vorgenommen werden. *Drittens* kann sich zu diesem Prozess eine weitere Wechselwirkung zwischen CS und simulierter Realität addieren. Denn anders als etwa Klimamodelle reagieren sozio-ökonomische Systeme auf Vorhersagen ihres Systemverhaltens und machen eine CS-generierte Prognose damit in jenem Moment obsolet, in dem sie formuliert wird.

28 Sebastian Vehlken: „Zootechnologies. ‚Swarming‘ as a Cultural Technique“, in: *Theory, Culture and Society* 30/6 (2013) (= Special Issue Cultural Techniques, hg. von Geoffrey Winthrop-Young, Jussi Parikka und Ilinca Irascu), S. 110-131.

Viertens schließlich erzeugen CS als Medientechniken Zukünfte, die sie als eben solche zugleich beschreiben und operationalisieren. Zuspitzungen wie *Klimakatastrophe*, *Peak Oil*, *Super-GAU* oder das ebenso schlichte wie sprechende Kalter-Krieg-Kürzel MAD (für *Mutually Assured Destruction*) entstehen erst in jenen medienhistorischen Situationen, in denen CS ein *Thinking About the Unthinkable* (Herman Kahn) in einem Fächer beliebiger Szenarien zwischen der jeweils am meisten oder der am wenigstens wünschenswerten aller möglichen Zukünfte gewähren. Im selben Schritt skizzieren diese CS immer auch schon Lösungs- und Verhaltensoptionen für jene Krisen und Katastrophen, die sie selbst erst formulierbar gemacht haben. Sie gewinnen ihren originären Maßstab damit oftmals nicht etwa an realen Ereignissen, sondern an deren Vermeidung. Und je umfassender CS Systemzukünfte quer durch alle Wissenschaften modellieren, desto stärker oktroyieren sie eine Weltanschauung, die sich entsprechend ihrer Zukunftsorientiertheit (und medientechnischen Zukunftsorientierbarkeit) nur mehr als krisenhaft zu beschreiben weiß. Jede Gegenwart erscheint als defizitär, wenn sie sich permanent jenen Zukünften stellen muss, die sich als technische Prinzipien ihrer Optimierung in sie einschreiben. CS werden damit nicht nur zum Attraktor von neuartigen Imaginationen und Erwartungen an die Zukunft, sondern stellen gesellschaftliche Prozesse irreversibel auf Zukünftigkeiten um und verankern das Denken selbst im *Futurum exactum*.