

# Berechenbare Zukunft

## Wissenschaft im Zeitalter des Computers

**| GABRIELE GRAMELSBERGER | Ohne die Einführung des Computers und dessen stetige Leistungszunahme wäre der Einsatz und die Akzeptanz von wissenschaftlichen Prognosen nicht denkbar gewesen. Doch die wissenschaftlich fundierte Vorhersage – besonders von negativen Szenarien – birgt ihr eigenes Dilemma.**

**M**athematiker seien daran gewöhnt zu extrapolieren“, schreibt der Mathematiker Henri Poincaré 1914. „Das sei ein Mittel, die Zukunft aus der Vergangenheit und aus der Gegenwart abzuleiten.“ Bereits 1609 war der Astronom Johannes Kepler in der Lage, die idealisierte Bahn eines Planeten berechnen und damit prognostizieren zu können, als er das Gesetz der Planetenbewegung aus der Beobachtung erkannt hatte. Dabei berechnete Kepler in jahrelanger Arbeit die Bewegungstrajektorie eines einzigen Planeten. Seither hoffen Naturwissenschaftler, Phänomene mathematisch erfassen, berechnen und auf diese Weise vorhersagen zu können. 1814 beschrieb der Mathematiker Pierre-Simon Laplace dieses deterministische Weltbild treffend: „Eine Intelligenz, welche für einen gegebenen Augenblick alle Kräfte, von denen die Natur belebt ist, sowie die gegenseitige Lage der Wesen, die sie zusammen setzen, kennen würde, und überdies umfassend genug wäre, um diese gegebenen Größen einer Analyse zu unterwerfen, würde in derselben Formel die Bewegungen der grössten Weltkörper wie die des leichtesten Atoms ausdrücken: nichts würde

für sie ungewiss sein und Zukunft wie Vergangenheit ihr offen vor Augen liegen.“ Allerdings, so fügte Laplace hinzu, „biete der menschliche Geist in der Vollendung, die er der Astronomie zu geben gewusst hatte, nur ein schwaches Bild dieser Intelligenz.“

Vor diesem deterministischen Hintergrund sind die berechenbaren Zukünfte aus dem Computer angesiedelt – ob es sich dabei um Vorhersagen des Wetters von Morgen, des Klimawandels der nächsten Jahrzehnte oder dem Design neuer Materialien handelt.

„Wie nie zuvor häufen sich in der jüngsten Zeit Versuche, mit spielerischer Phantasie und nüchternem Kalkül die Welt von morgen zu erschließen,“ schreibt *Der Spiegel* 1965. Dabei sind mit spielerischer Phantasie wie auch nüchternem Kalkül die ersten Computerprognosen gemeint, die ab den 1960er Jahren zunehmend die wissenschaftliche Forschung wie industrielle Planung bestimmen. Bereits 1968 werden von den westlichen Industriestaaten rund 15 Millionen Dollar in Technologieprognosen investiert, davon das

meiste von den USA und Kanada. Die 500 größten Konzerne geben in dem gleichen Zeitraum bereits über 500 Millionen Dollar an Zukunftsforschung aus. Voraussetzung dieser zunehmenden Prognostik ist die permanente Leistungssteigerung automatischer Rechenmaschinen. Konnte ENIAC Electronic Numerical Integrator and Calculator, einer der ersten elektronischen Computer, 1946 dreihundert Operationen pro Sekunde ausführen, so steigerte sich dies 1965 bereits auf zehn Millionen Operationen (CDC 6600) und bis heute auf 280 Billionen Operationen pro Sekunde (IBM BlueGene/L). Diese Fülle

**»Ab den 1960er Jahren bestimmen Computerprognosen zunehmend die wissenschaftliche Forschung und industrielle Planung.«**

an Berechnungen hat Folgen für Computerprognosen. Nicht nur lässt sich das Computerwetter seit den 1960er Jahren schneller berechnen als sich das reale Wetter verändert, die anfänglich einzelnen Trajektorien – Berechnung der zeitlichen Entwicklung einer Variable – verdichten sich heute millionenfach zu dreidimensionalen Bildern möglicher Entwicklungen in der Zukunft.

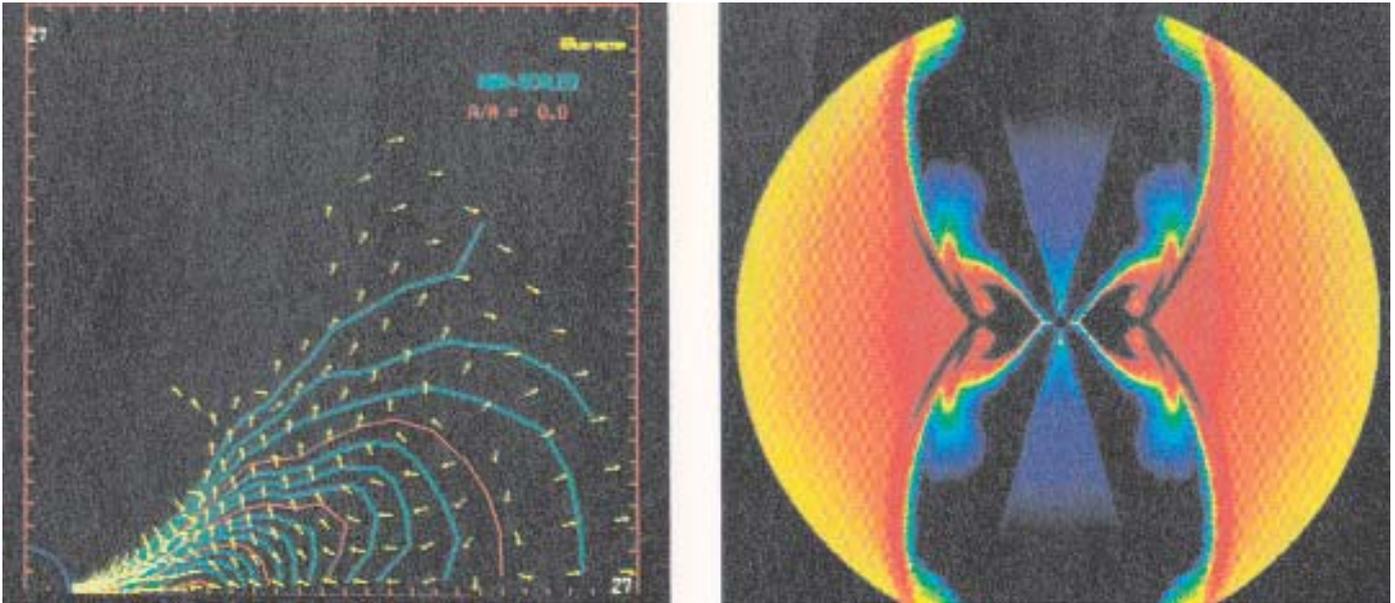
Allerdings handelt es sich bei diesen „Möglichkeitsbildern“ zukünftiger Entwicklungen um mathematische Extrapolationen quantifizierbarer Variablen. Im Falle des Wetters wären dies die Temperatur, die Luftfeuchte und -dichte, der Luftdruck und die Windgeschwindigkeit. Aus diesen Variablen lassen sich dann erfahrbare Phänomene wie Stürme, Wolken oder Niederschläge ableiten. Solche Ableitungen mögen für physikalische Phänomene – trotz aller Unsicherheiten und Heuristiken –

### AUTORIN

**Gabriele Gramelsberger** ist Wissenschaftsphilosophin an der Freien Universität Berlin. Ihre Forschungsschwerpunkte sind die Transformation der Wissenschaft durch die Nutzung des Computers sowie die zunehmende Mathematisierung der Lebenswelt. In Kürze erscheint ihr Buch „Computerexperimente. Wandel der Wissenschaft im Zeitalter des Computers“, Transcript Verlag, Bielefeld.



Foto: faceland, Berlin



**Entwicklung eines Gasstromes** in der Nähe eines schwarzen Lochs, links auf einem älteren Computer (VAX) und rechts einem wesentlich leistungsfähigeren Rechner aus dem Jahr 1976, dem ersten ‚Supercomputer‘ (Cray-1). Quelle: William J. Kaufmann, Larry L. Smarr: Simulierte Welten. Moleküle und Gewitter aus dem Computer, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg u.a., 1994: 58.

recht zutreffend sein, für nicht-physikalische Phänomene hingegen gestalten sie sich weitaus schwieriger. Vor allem sozioökonomische Vorhersagen werfen Zweifel an der Möglichkeit auf, mit mathematischen Extrapolationen Entwicklungen vorherzusagen. Doch genau dies wird seit den 1970er Jahren versucht. Die Computerprognosen des Club of Rome 1972 „Limit of Growth“ (Forrester/Meadows, 1972) und 1974 „Menschheit am Wendepunkt“ (Mesarovic/Pestel, 1974) bildeten den spektakulären Auftakt. Die Studie von 1972 prognostizierte eine Bevölkerungsexplosion für das Jahr 2000 von 6,8 Mrd. Menschen – am 12. Oktober 1999 wurde der sechsmilliardste Mensch geboren – die Erschöpfung der Erdölvorkommen bis 2025 und eine hoffnungslose Landverknappung bereits vor dem Jahr 2000 mit katastrophalen Hungersnöten. Für 2100 errechnete sie schlichtweg das

### »Studien wie die des Club of Rome führten dazu, dass sich die Menschheit ihres Einflusses auf die Umwelt bewusst wurde.«

Ende der Menschheit. Zwar revidierte die zweite Studie des Club of Rome die Endzeitprophetie, doch rosig sah die Zukunft auch hier nicht aus. Wie zutreffend auch immer diese Prognosen sein mögen, sie führten dazu, dass sich die Menschheit ihres Einflusses auf die Umwelt bewusst wurde. Damit begründeten diese Prognosen eine neue Form der

sozio-wissenschaftlichen Reflexivität, wie man sie heute in den Vorhersagen zum Klimawandel wieder findet. Denn nur mit Computermodellen und -prognosen lassen sich Erkenntnisse über komplexe Zusammenhänge, deren Vernachlässigung verhängnisvolle Folgen haben könnten, gewinnen und in Form von Möglichkeitsbildern darstellen. Diese Bilder sind jedoch paradoxe Gebilde der Antizipation der Nachträglichkeit vom Orte potentieller Zukünfte projiziert auf die Gegenwart; oder in kurzen Worten, des „Futurum exactum“ (Futur II: es wird gewesen sein) berechenbarer Zukünfte.

Aus wissenschaftshistorischer Perspektive stellen diese „futuristischen“ Möglichkeitsbilder ein Novum dar. Nicht nur deshalb, weil ihr soziopolitischer Einfluss mittlerweile enorm ist und damit die veränderte Rolle der Wissenschaften in der Wissenschaftsgesellschaft dokumentiert. Sondern weil ihre Möglichkeit die Wissenschaft in eine paradoxe Lage bringt. Prognosen dienen in den Naturwissenschaften der Bestätigung wissenschaftlicher Erklärungen. Indem Johannes Kepler die Planetenbahn vorausberechnete, bestätigte er in den darauffolgenden Monaten durch die Beobachtung der tatsächli-

chen Bahn die Richtigkeit des von ihm formulierten Gesetzes der Planetenbewegung. Ähnliches gilt heute für die Wettervorhersage, die sich durch das Eintreffen ihrer Prognosen permanent optimiert. Doch die futuristischen Mög-

### »Die ›futuristischen‹ Möglichkeitsbilder bringen die Wissenschaft in eine paradoxe Lage.«

lichkeitsbilder des Klimawandels, der Weltentwicklung, der Umweltzerstörung und anderer Szenarien sind darauf angelegt, alles zu unternehmen, die Vorhersagen nicht eintreffen zu lassen. Damit verschalten sie Wissenschaft und Gesellschaft in ein kybernetisches System und transformieren die sozio-wissenschaftliche Reflexivität in ein Frühwarnsystem möglicher Zukünfte, die es zu verhindern gilt. Aus wissenschaftlicher Perspektive sind diese Prognosen immer unerquicklich, denn sie bestätigen nur im schlimmsten Falle, also wenn soziopolitisch nicht gehandelt wird, die Richtigkeit der zugrundeliegenden Theorien. In allen anderen Fällen dokumentieren sie die nicht eingetretene Prognose und suggerieren damit ein „Versagen“ der wissenschaftlichen Theorie. Beide Szenarien sind auf jeweils eigene Weise nicht angenehm, aber eben auch nicht vermeidbar, will man einen wissenschaftlich fundierten Blick in die Zukunft werfen.