Edwards, Paul N. (2010)
A Vast Machine. Computer Models, Climate Data, and the Politics of Global Warming

Dania Achermann

Erschienen in: Cambridge, Mass.; London: MIT Press.

Die Geschichte der modernen Klimaforschung ist eng verknüpft mit der Entwicklung der digitalen Computer und der numerischen Wettervorhersage. Diese Verbindung zwischen Klima, Wetter und Computermodellen erscheint heute als selbstverständlich. Sie ist jedoch ein Ergebnis relativ junger Geschichte und stark mit den Wertvorstellungen, den Technikentwicklungen und der Geopolitik des Kalten Krieges verknüpft. In *A Vast Machine* arbeitet der Wissenschafts- und Technikhistoriker Paul Edwards dieses enge Verhältnis zwischen Politik und Klimaforschung präzise heraus. Geschrieben während der Amtszeit von George W. Bush als Präsident der USA, und damit in einer Zeit, in der in den USA immer mehr Menschen den Klimawandel leugneten, liegt dem Buch auch eine aufklärerische Motivation zugrunde. Dennoch bleibt es nüchtern, wissenschaftlich und entbehrt jeglicher Moralisierung.

Um darzulegen wie unser Klimawissen entstand, blickt Edwards zurück bis ins 19. Jahrhundert, lange bevor das Thema globaler Klimawandel auf die politische Agenda kam. Auf über 500 Seiten legt er die vielfältigen Verflechtungen zwischen der Wetter-, der Klimaforschung und politischen Interessen dar. Ausgangspunkt ist die These, dass Wetter- und Klimadaten nicht einfach da sind und »gesammelt« werden können, sondern durch einen langen Prozess von Beobachtung, Aufzeichnung, Sammlung, Übertragung und Speicherung generiert und übersetzt werden. Damit seien diese Daten grundsätzlich mensch-gemacht (84, 109).

Zwei übergreifende Fragen durchziehen das Buch. Erstens: wie wurde Klimawissen zu *globalem* Klimawissen? In Edwards Verständnis geschah dies einerseits durch das Generieren von Wetter- und Klimadaten von möglichst vielen Orten auf der Erde (*making global data*), andererseits dadurch, dass diese heterogenen Daten danach in einheitliche globale Datensets konvertiert werden mussten (*making data global*). Zweitens: welche Rolle spielten dabei das, was Edwards »Infrastrukturen« nennt? Der Begriff der Infrastruktur, den Edwards bereits in früheren Arbeiten (2006) eingeführt hat, ist zentral. Er

https://doi.org/10.14361/9783839456668-013 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY

versteht darunter Netzwerke wie beispielsweise international verbundene Wetterbeobachtungsstationen, inklusive deren technische Ausstattungen wie Satelliten, aber auch soziale Netzwerke wie die World Meteorological Organization (WMO) mit dem World Weather Watch (WWW, Kap. 9) oder Organisationen wie das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Kurz, solche »knowledge infrastructures […] comprise robust networks of people, artefacts, and institutions that generate, share, and maintain specific knowledge about the human and natural worlds« (17).

Für das Entstehen solcher Netzwerke war unter anderem die Einführung der Telegraphie im 19. Jahrhundert entscheidend. Vorher dauerte der Austausch von Wetterbeobachtungen zu lange, als dass sie militärisch oder wirtschaftlich von Nutzen gewesen wären. Wetter wurde dabei hauptsächlich in Tabellen dargestellt, die sowohl Messungen von Temperatur, Luftdruck und Niederschlag enthielten als auch qualitative Wetterbeschreibungen. Erst der schnellere Austausch über große Distanzen durch die Telegraphie ermöglichte es, auch synoptische Karten zu zeichnen. Mit der damit einhergehenden Verbesserung der Wettervorhersagen wuchs das Interesse von Militär, Landwirtschaft und Schifffahrt (31-43). Die Meteorologie professionalisierte sich zusehends. Gleichzeitig differenzierten sich die Interessen an solchen Wetterdaten. Für das schnelllebige Geschäft der Wettervorhersage waren sie nur interessant, wenn sie Vorhersagen verbessern konnten. Währenddessen wollten empirisch arbeitende Meteorologen damit allgemeingültige Wettergesetze herausarbeiten. Laut Edwards formierten sich diese Empiriker gegen Ende des 19. Jahrhunderts zur eigenen Subdisziplin der Klimatologie. Dies sei der Beginn des Auseinanderlebens von Meteorologie und Klimatologie gewesen. Allerdings blieb der Blick sowohl der Meteorologen als auch der Klimatologen zunächst auf die Erdoberfläche beschränkt (61-69).

Trotz der Ausbreitung der Telegraphie blieb die Übermittlung und Speicherung von Daten eine der wichtigsten Herausforderung beider Disziplinen. Um die Jahrhundertwende erwiesen sich Lochkarten als praktische Speichermedien. Zwar löste Kurzwellenradio die Telegraphie in der Datenübermittlung ab, doch gab es gleichzeitig noch weitere Kommunikationssysteme. Daten waren also in sehr unterschiedlichen Formaten gespeichert. Jede Übertragung von einem Format in ein anderes, zum Beispiel von der Beobachtung in eine Aufzeichnung bis zur Archivierung, führe zu *data friction*, also einem Verlust von Zeit, Energie und Aufmerksamkeit (Kap. 5). »We speak of ›collecting‹ data, as if they were apples or clams«, bringt Edwards einen weitverbreiteten Fehlschluss auf den Punkt, »but in fact we literally *make* data: marks on paper, microscopic pits on an optical disc, electrical disc, electric charges in a silicon chip. […] But data remain a human creation, and they are always material; they always exist in a medium« (109).

Mit der Einführung der Computertechnologie und der damit ermöglichten numerischen Wettervorhersage ab den 1950er Jahren entstanden neue Herausforderungen und Bedürfnisse für das Generieren, die Aufbewahrung und die Übermittlung von Wetterdaten. Wettervorhersagemodelle bildeten die Grundlage für globale Zirkulationsmodelle (*Global* oder *General Circulation Models*, abgekürzt GCM), auf denen auch die heute benutzten globalen Klimamodelle basieren (Kap. 7). Sie benötigen enorme Mengen von Beobachtungsdaten auch aus den höheren Atmosphärenschichten. Neu entwickelte Beobachtungsinstrumente wie Radar und Satelliten konnten diese liefern. Doch Tech-

https://doi.org/10.14361/9783839456668-013 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY

nologien wie Computer, Radar oder Satelliten entstanden im Kontext des Kalten Krieges und entsprechend der geopolitischen Bedürfnisse der Geldgeber. Dadurch, dass im 20. Jahrhundert Wettervorhersagen verlässlicher wurden und Wetter- und Klimadaten immer schneller übermittelt werden konnten, wurde Wetter- und Klimawissen zudem politisch und militärisch noch wichtiger. Gleichzeitig veränderte sich der Charakter der Klimaforschung fundamental. Statt sich mit einem regional begrenzten Blick weiterhin auf möglichst viele Beobachtungsdaten zu stützen, sollte Klima nun vermehrt auf physikalischen Theorien und Modellen basieren und als globales Konzept verstanden werden. Damit löste die theoretische Meteorologie und die computerbasierte numerische Wettervorhersage die klassische Klimatologie und die synoptische Wettervorhersage ab (139).

Immer mehr unterschiedliche Wetter- und Klimamodelle veränderten die globale Dateninfrastruktur enorm. Forschungsgruppen gaben die Codes untereinander weiter, passten die Modelle je nach Erkenntnisinteresse an oder koppelten sie miteinander. Als Veranschaulichung, wie sich die Modelle fortpflanzten, enthält das Buch eine inzwischen vielzitierte Genealogie der Klimamodelle (168). Um Daten zu bekommen, die für diese Modelle verwertbar waren, bauten Wetterdienste ihre Beobachtungssysteme und die internationale Kommunikation weiter aus. Die 1951 gegründete World Meteorological Organization (WMO) setzte Standards für Messmethoden und Datenformate durch – eine Aufgabe, an der ihre Vorgängerorganisation, die International Meteorological Organization (IMO), noch gescheitert war. Überhaupt ist Standardisierung für Edwards ein entscheidender Faktor für die Entstehung einer globalen Infrastruktur (187-195, Kap. 10).

Doch Beobachtungsstationen, an denen Wetterdaten generiert wurden, waren stets ungleich auf der Erdoberfläche verteilt. Prozesse der Dekolonialisierung nach dem Zweiten Weltkrieg führten mancherorts sogar zum Abbau meteorologischer Dienste und schlossen schließlich ganze Weltregionen aus dem Beobachtungsnetz aus, trotz Förderprogrammen der WMO. Der Kalte Krieg verhinderte mithin, dass Daten über den eisernen Vorhang hinweg ausgetauscht wurden. Gleichzeitig ermöglichten Programme wie das International Geophysical Year (IGY) von 1957 bis 1958 wiederum die globale Zusammenarbeit und eine diplomatische Verhandlungsbasis, etwa mit der Einrichtung von drei Weltdatenzentren, je eines in den USA, der Sowjetunion und am WMO-Hauptsitz in der Schweiz. Damit unterstreicht Edwards, dass wesentliche Herausforderungen einer globalen Dateninfrastruktur in den 1950er Jahren nicht technischer Natur gewesen seien, sondern politisch und institutionell bedingt (189-221).

Damit Modelle sinnvolle Ergebnisse zum globalen Wetter und Klima liefern, sollten Beobachtungsdaten idealerweise vom ganzen Globus stammen (*making global data*, xiv, Kap. 8). Angesichts der tatsächlichen Lücken der Beobachtungsnetze und der Heterogenität der Datenformate müssen sie aber auch global »gemacht« werden (*making data global*, 187-188, Kap. 10), was ebenfalls mit Modellen geschieht. Dies bringt den Autor zum Schluss, dass letztendlich alles Klimawissen auf Modellen basiere (xiv). Das Buch beschreibt detailliert diese untrennbare Verbindung zwischen Daten, Modellen und Infrastruktur, wie sie seit dem 19. Jahrhundert die Entstehung globalen Klimawissens charakterisiert. Edwards nennt sie »global knowledge infrastructure« oder titelgebend,

https://doi.org/10.14361/9783839456668-013 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY

»A Vast Machine«. Der Ausdruck »Vast Machine« geht auf den englischen Schriftsteller und Maler John Ruskin (1819-1900) zurück. Edwards definiert ihn als ein »soziotechnisches System, das Daten sammelt, physikalische Prozesse modelliert, Theorien testet und schließlich ein weit verbreitetes Verständnis von Klima und Klimawandel produziert« (8). Diese Wissensinfrastruktur generiere damit nicht nur Wissen über das Klima der Vergangenheit und der Zukunft, sondern führte überhaupt erst zu der Idee eines planetaren Klimas.

Das Buch ist nur grob chronologisch strukturiert. Es ist eine seiner großen Stärken, dass es immer wieder tief in die technische Materie hineintaucht und souverän erklärt, wie beispielsweise Wetter- und Klimamodelle funktionieren (Kap. 7), oder welche Rolle Re-Analyse (Kap. 12) und Parametrisierung (Kap. 13) in deren Entwicklung spielen. Auf diese Weise macht *A Vast Machine* vor, wie Wissenschafts- und Technikgeschichte gewinnt, wenn auch technische Details verstanden werden. Auffallend ist, dass die Quellenbasis kaum aus Archivquellen besteht, was für ein geschichtswissenschaftliches Werk eher ungewöhnlich ist. Dafür greift der Autor auf einen enormen Korpus gedruckter Quellen, grauer Literatur und vor allem *Oral History Interviews* zurück. Die Argumentation ist konzise, die Sprache elegant, Fachbegriffe werden verständlich eingeführt, das Lesen fällt leicht. Allerdings, so bedauert es der Autor selber, sei das Buch nicht so international geworden, wie er es erhofft habe (xxiii). Tatsächlich liegt der Fokus auf der US-amerikanischen Geschichte. Es wird ausnahmslos englischsprachige Literatur zitiert. Dies mag als Schwäche gelten, wie es einige Rezensenten kritisierten, man kann es aber auch als einen soliden Ausgangspunkt und Inspiration für weitere Arbeiten mit einem internationaleren Blick sehen. In der Tat bauten seither viele historische Arbeiten auf Edwards Analysen auf und erweiterten den Blick auf die Geschichte der Klimaforschung auch in anderen Ländern (siehe z.B. Mahony & Hulme 2016; Oldfield 2018; Wille 2017).

Mit »A Vast Machine« knüpft Paul Edwards an frühere Arbeiten an, die er zur Geschichte des Computers im Kalten Krieg (Edwards 1996) und zur Geschichte der Atmosphären- und Klimawissenschaften (u.a. Miller & Edwards 2001; Edwards 2006) veröffentlicht hat. Er baut aber auch auf Arbeiten von anderen vielzitierten Wissenschaftshistorikern wie James R. Fleming, Kristine C. Harper und Frederik Nebeker auf. Der Ansatz ist stark geprägt von den Theorien der klassischen *Science & Technology Studies*, wie zum Beispiel von Autoren und Autorinnen wie Geof Bowker und Susan Leigh Star, von denen Edwards den Begriff der »infrastructural inversion« übernommen hat, sowie unter anderem von Thomas S. Kuhn, Karin Knorr Cetina und Bruno Latour. Das Buch verfolgt damit einen modernen wissenschaftshistorischen Ansatz und bietet in seiner Reichhaltigkeit viele Anknüpfungspunkte sowohl in der Wissenschaftsgeschichte, -soziologie und -philosophie als auch in der Politikwissenschaft. Vor allem in der Umwelt- und Wissenschaftsgeschichte stieß *A Vast Machine* auf große Resonanz und gilt auch zehn Jahre nach Erscheinen als Standardwerk zur Geschichte der modernen Klimaforschung. Zum Thema Daten und Modelle wird es auch breit in der Wissenschaftsphilosophie rezipiert (z. B. Lloyd & Winsberg 2018).

Paul Edwards hatte viel Zeit an Klimaforschungsinstitutionen verbracht und durch unzählige Gespräche ein enorm großes Wissen über die Funktionsweise der Modelle gewonnen. Solche technischen Details mögen der Historikerin oder dem Soziologen

https://doi.org/10.14361/9783839456668-013 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY

einiges abverlangen, doch machen sie das Buch auch für Lesende aus den Klimawissenschaften attraktiv. Inspiriert von Edwards Argumentation, dass heutige Klimadaten nie neutral sind, sondern immer eine Geschichte haben (zum Beispiel eine Kolonialgeschichte), entwickelte der Klimatologe Stefan Brönnimann gemeinsam mit der Geographin Jeannine Wintzer den Begriff der »Climate Data Empathy« (Brönnimann & Wintzer 2018). Auch der Klimawissenschaftler Hans Joachim Schnellnhuber gehört zu den Lesern von *A Vast Machine* (Schellnhuber 2015). Und schließlich ließ sich auch Bruno Latour davon inspirieren (Latour 2015; vgl. auch → Latour 2018), womit sich der Kreis wieder schließt. Das Buch spricht somit ein außergewöhnlich breites Publikum an und, wie es ein Rezensent formulierte, »will offer something for everyone with a passing interest in climate science and politics« (Monfreda 2011: 545).

Literaturverzeichnis

Brönnimann, Stefan & Jeannine Wintzer (2018): Climate Data Empathy. Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change 10(2): 1-8. https://doi.org/10.1002/wcc.559

Edwards, Paul N. (1996): The Closed World. Computers and the Politics of Discourse in Cold War America. Cambridge, Mass.; London: The MIT Press.

Edwards, Paul N. (2006): Meteorology as Infrastructural Globalism. Osiris 21(1): 229-250. https://doi.org/10.1086/507143

Latour, Bruno (2015): Face à Gaïa. Huit conférences sur le nouveau régime climatique. Paris: Éditions La Découverte.

Lloyd, Elisabeth A. & Eric Winsberg (Hg.) (2018): Climate Modelling. Philosophical and Conceptual Issues. Cham: Palgrave Macmillan.

Mahony, Martin M. & Mike Hulme (2016): Modelling and the Nation. Institutionalising Climate Prediction in the UK, 1988-92. Minerva 54: 445-470. https://doi.org/10.1007/s11024-016-9302-0

Miller, Clark A. & Paul N. Edwards (Hg.) (2002): Changing the Atmosphere: Expert Knowledge and Environmental Governance, Politics, Science, and the Environment. Cambridge, Mass.; London: The MIT Press.

Monfreda, Chad (2011): A Vast Machine. Computer Models, Climate Data and the Politics of Global Warming. Review of Policy Research 28(5): 544-546. https://doi.org/10.1111/j.1541-1338.2011.00522_3.x

Oldfield, Jonathan D. (2018): Imagining Climates Past, Present and Future. Soviet Contributions to the Science of Anthropogenic Cimate Change, 1953-1991. Journal of Historical Geography 60: 41-51. https://doi.org/10.1016/j.jhg.2017.12.004

Schellnhuber, Hans Joachim (2015): Selbstverbrennung. Die fatale Dreiecksbeziehung zwischen Klima, Mensch und Kohlenstoff. München: Bertelsmann.

Wille, Robert-Jan (2017): Colonizing the Free Atmosphere. Wladimir Köppen's ›Aerology‹, the German Maritime Observatory, and the Emergence of a Trans-imperial Network of Weather Balloons and Kites, 1873-1906. History of Meteorology 8: 95-123.

https://doi.org/10.14361/9783839456668-013 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY