

Birgit Schneider

**Klimabilder**

**Birgit Schneider**

**Klimabilder**

Eine Genealogie globaler  
Bildpolitiken von Klima  
und Klimawandel



Matthes & Seitz Berlin

# Inhalt

Alle reden vom Wetter, aber keiner unternimmt was dagegen.	7	Vorwort
<i>- Karl Valentin -</i>	19	<b>Einführung: Klimästhetik</b> <b>Wahrnehmung und Ästhetik des Klimas</b> <b>und des Klimawandels</b>
Goldene Statuen des Buddha und von Phra Seub blicken voller Gelassenheit auf die Versammlung hinab. Die Bildteppiche an den Wänden des Tempels zeigen Szenen vom Untergang des Alten Reiches: wie die Farang ihre Seuchen auf die Erde loslassen, wie Tiere und Pflanzen zugrunde gehen, wie ganze Ökosysteme zerfallen ...	63	<b>Teil I</b> <b>Genealogie.</b> <b>Die Sichtbarmachung von Wetter</b> <b>und Klima</b>
<i>- Paolo Bacigalupi -</i>	63	<b>Die Geschichtsschreiber des Luftkreises</b> Frühe Daten, Listen und Tabellen
	118	<b>Schlüsselmomente der Datenvisualisierung</b> Die Isothermenkarte des Klimas von Alexander von Humboldt

171

# Teil II Gegenwart. Bildpolitiken des Klimawandels

- 171 **Klimatische Kurvenlandschaften**  
Grafiken im Spannungsfeld von Wissen, Evidenz und Handeln
- 212 **Ikonografie der Klimamodelle**  
Naturalismus aus dem Rechner
- 235 **Glaubensfragen**  
Die Bilder der Klimawandelleugner
- 284 **Das zukünftige Gesicht der Erde**  
Zukunftsbilder des Weltklimarats zwischen Utopie und Dystopie
- 330 **Kosmogramme des Anthropozäns**  
Globale Perspektiven auf die Erde zwischen Allmacht und Entmächtigung – und die Farbe Rot
- 380 **Ästhetik des Wissens, Ästhetik des Handelns?**  
Fazit für eine Praxis der Bilder
- 394 **Danksagung**
- 396 **Bibliografie**
- 415 **Abbildungsnachweise**
- 419 **Anmerkungen**

**A**ls ich im Sommer 2007 begann, mich mit Bildern von Klima und Klimawandel zu befassen, lag die Klimakrise für viele, mit denen ich sprach, noch in weiter Ferne. Heute hingegen ist uns der Klimawandel nahegerückt, er droht nicht mehr nur in der Zukunft, sondern ist Gegenwart – wenngleich geografisch mit unterschiedlich starken Auswirkungen. Diese Gegenwärtigkeit zeigt sich darin, dass Wetterextreme und -rekorde zur neuen Normalität geworden sind. Sie zeigt sich aber auch im Diskurs um den Klimawandel, der heute nicht mehr – wie noch 2007 – vornehmlich vom Thema der Vermeidung geprägt ist, sondern vielmehr von Fragen der Anpassung. Die Krise ist auf Dauer gestellt.

Seit der Erkenntnis des menschengemachten Klimawandels stehen in Bezug auf die Vermittlung dieses Wissens zwei Schlüsselfragen im Raum, die die Forschung mit der Politik verbinden. Einerseits besteht im Zuge der fortschreitenden globalen Erwärmung eine drängende Frage darin, wie das Wissen vom Klimawandel zu einem Politikwandel führen könnte. Entscheidungs-tragende auf allen Ebenen politischer Einflussnahme sowie verschiedene außerwissenschaftliche Öffentlichkeiten – sie alle müssen über die Erkenntnisse der Klimawandelforschung informiert werden. Andererseits steht die Frage im Zentrum, welche Rezepte es gibt, um vom Wissen zum erforderlichen Handeln zu gelangen, wie also das Wissen der Klimaforschung in Politik implementiert werden kann.

Ein wichtiger Weg vom Wissen zum Handeln führt über die Ästhetik. Denn in beiden Fällen – der Aufklärung über den Klimawandel sowie der Beeinflussung politischer Handlungen – sind Bilder Instrumente, Medien und Schauplätze, über die das

Klimawandelwissen in Richtung politischer Kontexte umgeschlagen wird. In diesem Prozess werden die Bilder zu *immutable mobiles*, zu formstabilen Transitmedien der Klimawandelforschung, mit denen das Wissen in andere Bereiche einwandern kann.<sup>1</sup> Anhand der Bilder lässt sich vermitteln, was es zu wissen gibt, was bedacht werden muss und welche Argumente und Beweise vorliegen. Klimabilder in Form von Kurven, Karten, Schemata und Fotografien sind Instrumente der Erkenntnis, der Überzeugung und Aufklärung sowie der Vermittlung. Im Kontext einer Kommunikation der Klimawandelerkenntnisse wird den Bildern eine »proaktive« Kraft zugetraut: Aufgrund ihrer Überzeugungskraft und zwingenden Rationalität stellen sie Grundlagen zum Handeln bereit. Wer die Botschaft von Grafiken wie dem *Hockey Stick*, der den Gang des Klimas für die letzten tausend Jahre rekonstruiert, von Kurven unterschiedlicher Zukunftsszenarien für CO<sub>2</sub>-Emissionen und ansteigenden Temperaturen verstanden hat, der wird auch handeln und die notwendigen Entscheidungen zur Eindämmung von Klimawandeltreibern wie CO<sub>2</sub> treffen – sei es auf der Ebene der Politik, von Unternehmen oder in der Rolle der Verbraucher, damit die prognostizierten Klimazukünfte niemals Realität werden. Dies zumindest ist die Hoffnung innerhalb eines rationalen Verständnisses aufgeklärter Wissenskommunikation.

Als historisches Beispiel für ein Informationsbild, das zu politischem Handeln (und nicht nur zu Absichtsbekundungen) führte, lässt sich die berühmte Grafik der britischen Krankenhausadministratorin und Statistikerin Florence Nightingale (1820–1910) anführen. Das sogenannte *Rose Diagram*, das so heißt, weil es in seiner kreisförmigen Struktur an die Kronblätter einer Blüte erinnert, steht einerseits für die Einführung eines neuen statistischen Bildtyps, des Polardiagramms, aber auch für die Kraft, die eine Grafik auf politische Entscheidungsträger ausüben kann. Veranschaulicht wurden in dieser Grafik mit dem Titel *Diagram of the Causes or Mortality in the Army in the East* die massenhaften Todesfälle der britischen Armee im erst kürzlich

beendeten Krimkrieg. Was Nightingale während ihrer Arbeit in den Feldlazaretten der Krim mit statistischen Methoden aufgedeckt hatte, war der Zusammenhang zwischen unzureichender Hygiene und hoher Sterblichkeit in den Lazaretten der Armee. Weil sie jedoch mit ihrer Beobachtung bei den verantwortlichen Politikern in London auf taube Ohren gestoßen war, hatte Nightingale ihren Bericht für die erneute Vorlage im Jahr 1859 um einen Bildteil ergänzt – das *Rose Diagram*. Erst in dieser um die Grafiken erweiterten Fassung wurde der Bericht zum Auslöser für die Einführung neuer hygienischer Standards in den Krankenhäusern, die seither unzählbare Leben retteten – und mit denen ihr Name bis heute verbunden ist.<sup>2</sup> Denn in der Anordnung der blütenblattähnlichen Segmente wird eine Erkenntnis auf frappierende Weise ersichtlich: Die meisten Toten des Krieges waren nicht die Opfer des Schlachtfelds, sondern der krankmachenden Keime in den Lazaretten.

Die Bilder der Klimaforschung, eingebunden in die alle vier bis fünf Jahre neu publizierten, aktualisierten Klimaberichte der Vereinten Nationen für die Entscheidungsträger der Politik, sollen ebenfalls einen ›Rose-Diagram-Effekt‹ erzeugen. Sie sollen abwenden, was sich in den rot eingefärbten Entwürfen möglicher Klimazukünfte androht, mithin nicht weniger als den Gang des Welten- bzw. Menschenschicksals beeinflussen. Denn die farbigen Karten und Kurven der Klimaberichte zeichnen das Bild einer klimatisch veränderten Erde, das so niemand erleben möchte.

Wissend um die Fallhöhe aufgrund der Unermesslichkeit dieses Großthemas, handelt das vorliegende Buch davon, was sich mit bild-, medien- und kulturwissenschaftlichen Methoden aus dem Feld der wissenschaftlichen Klimabilder lernen lässt, also aus einer Bildwelt, die zunächst einmal aufgrund ihrer ästhetischen Dürftigkeit selbst kaum eine umfassende Ikonografie wert zu sein scheint. Was können wir an den Datenkurven, den Spaghettidiagrammen, Zonenkarten, Globen, Tabellen, Balkendiagrammen und Schemata ablesen? Welcher erkenntnisleitende,

kommunikative, ästhetische, ikonologische und rhetorische Wert lässt sich in den Bildern jeweils entziffern? Roland Barthes' Fragen, die er in seinem Essay *Rhetorik des Bildes* aufwarf, sind bei diesem Vorhaben leitend: »Wie erlangt ein Bild Bedeutung? Wo endet diese Bedeutung? Und wenn die Bedeutung endet, was ist hinter diesem Ende?«<sup>3</sup> Es sind diese Fragen, die ich im Rahmen des vorliegenden Buches der ästhetischen Dürftigkeit dieser Bildformen zum Trotz an die Kurven, Karten und Diagramme der Klimaforschung richte. Leitend ist bei diesem Unternehmen zudem eine zentrale Einsicht der Kunstgeschichte und Wissenschaftstheorie, die auf Bilder generell zutrifft: Auch die Bilder der Naturwissenschaften geben die Gegenstände, die sie darstellen, nicht neutral, passiv und unmittelbar wieder. Die Überführung von Ergebnissen, Beobachtungen und Erkenntnissen in Bilder, die Stillstellung der Erkenntnisse in Form grafischer Konventionen, wirkt mit an der Konstitution von Wissen. Daraus folgt, dass die Bilder der Naturwissenschaften die Ergebnisse, die sie repräsentieren, konstruktiv mitprägen. Auch wenn diese Bilder apparativ produziert und überindividuell erscheinen, lassen sich an ihnen die ästhetischen Stile und Denkstile einer Zeit ablesen. Die Konsequenz aus dem Gesagten ist, dass es für die kritische Bildforschung keine »reinen Illustrationen«, keine »unverzerrten Repräsentationen« geben kann, also auch keine »bloßen Darstellungen« von z.B. Messwerten in Diagrammen oder Kurven.<sup>4</sup>

Meine Methoden für die Betrachtung der klimawissenschaftlichen Bildwelten sind hierbei ausgesprochen geisteswissenschaftlicher Herkunft. Ich habe keine Bildwirkungsanalyse mit Probanden und auch keine Psychometrie unternommen. Folglich besteht das Ergebnis der vorliegenden Analyse nicht in Zahlen. Stattdessen verwende ich eine Mischung aus bildwissenschaftlichen und medientheoretischen Methoden wie Formanalyse, Ikonografie, Bildvergleich, kritische Analyse und Bildkritik – auf die ich im ersten Kapitel zur Medienästhetik des Klimas besonders eingehe. Ich möchte auf diesen Methoden beharren, auch wenn momentan aller Orten im politischen Feld der

»Klimawandelkommunikation« der Ruf nach praktikablen, also anwendbaren Lösungsstrategien laut wird, nach maßgeschneiderten Rezepten für bessere, wirksamere und verständlichere Bilder, mithin eine Mischung aus Strategien der Public Relations, unterfüttert durch quantitative Studien. Diese Ansätze sind auch wichtig, doch möchte ich an dieser Stelle auf dem Wert langsamer, geisteswissenschaftlich-qualitativer Methoden bestehen. Ich glaube, dass die spezifische Art und Weise der Geisteswissenschaften, qualitatives Wissen zu erzeugen, gerade in der kulturellen Auslotung des menschengemachten Klimawandels und seiner wissenschaftlichen Erkenntnis unersetztbar ist, weil zum geisteswissenschaftlichen Kernbestand und Zielpunkt der Fragestellungen die Praxis der Kritik und des kritischen Denkens gehört. Roland Barthes' Frage nach den Tiefenschichten der Bilder deutet auf diese Praxis hin – die kritische Art des Denkens verlangt auch im Falle des Klimawandels zu fragen, wie bestehende vordergründige Ordnungen, Selbstverständlichkeiten, Konventionen und herrschende Diskurse anders gedacht werden könnten. Das kritische Denken, das immer auf die Veränderung der Gegenwart zielt, ist für diese Fragen insbesondere bedeutsam, weil in den letzten Jahren deutlich geworden ist, dass die Lösungen, die es zur Abwendung eines »gefährlichen Klimawandels« bräuchte, innerhalb des Machbarkeitsparadigmas der instrumentellen Vernunft – zu dem technische Lösungen, aber auch technokratische Lösungen im Sinne eines großskaligen Geo-Engineerings gehören – nicht angemessen gedacht werden können. Hier trifft eine Albert Einstein zugeschriebene Aussage zu, der zufolge Probleme »niemals mit der gleichen Denkweise« gelöst werden können, »durch die sie entstanden sind«.

Aus diesem Grund ist trotz der drängenden Zeit ein Innehalten sinnvoll, um die unauflösbar Spannungen und Brüche der durch den anthropogenen Klimawandel verursachten Problemlage im Modus des kritischen Denkens zutage treten zu lassen. Mit dieser langsameren Gangart verbindet sich die Hoffnung, zu einer Kritik zu gelangen, welche die Probleme und Brüche nicht

allein beschreibt, die herrschenden Ordnungen nicht nur entlarvt und vernachlässigte Themen in den Vordergrund bringt, sondern eine Kritik, die herrschende Diskurse unterminiert und auf diese Weise Möglichkeiten einer neuen Praxis aufzeigt. Diese neue Praxis kann jedoch nur im interdisziplinären sowie interkulturellen Dialog entstehen. Insofern geht es mir nicht darum, anderen Disziplinen zu erklären, inwiefern sie etwas »falsch« machen oder »falsch« sehen – sondern es geht um die Einmischung und die Forderung nach der Anerkennung, dass unterschiedliche Forschungsparadigmen mit ihren unterschiedlichen Sichtweisen jeweils unersetzbliche Beiträge leisten. Es geht im Rahmen einer Analyse wissenschaftlicher Klimabilder auch nicht darum, beim konstruktivistischen Argument stehen zu bleiben, dass die Erkenntnisse und Bilder der Wissenschaft »bloß« konstruiert seien – ein Argument, das gegenwärtig denjenigen in die Hände spielt, die über diesen Weg die Erkenntnisse der Klimaforscher generell bezweifeln; naturwissenschaftliche Methoden sind ein Weg zu Fakten, diesen Umstand allein zu dekonstruieren wäre gerade für das Thema des Klimawandels, wie Bruno Latour in seinem Artikel *From Matters of Fact to Matters of Concern* hervorgehoben hat, kontraproduktiv.<sup>5</sup> Aber mit Hilfe von geisteswissenschaftlichen Methoden lässt sich von den Fakten zu den von diesen Fakten ausstrahlenden Fragen der Gesellschaft, der Moral und der Politik und zu einer Politik der Bilder gelangen.

Dieses Buch entspringt gleichermaßen einer persönlichen Neugier an grafischen Methoden, die Unsichtbares sichtbar machen, wie einer Sorge in Anbetracht dessen, was mit dem Klimawandel sichtbar und denkbar wird, wobei sich beide Motive durch die kritische Beschäftigung mit dem *Hyperobjekt Klimawandel* (Timothy Morton) gegenseitig auf Distanz halten. Bereits die ersten Meldungen darüber, dass der Lebensstil der Menschen aus den Industrienationen die Existenzbedingungen zu verändern begann, beunruhigten mich, weil ich innerhalb eines weitverbreiteten ökologischen Naturverständnisses aufgewachsen bin, das Natur als äußerst zerbrechlich ansieht; menschliche

Einflüsse werden innerhalb dieser Naturauffassung als höchst problematisch bewertet – eine Sichtweise, die tief in der Entgegensetzung von Natur und Kultur begründet ist, die beide Bereiche als unvereinbar auffasst. Indem ich jedoch von meinen eigenen Sorgen Distanz nehme und das Feld durch die Linse der Klimabildwelten betrachte, werden neue Zugänge zu den reflexhaften Narrativen ermöglicht, die diese Sorge auslösen. Hier war wiederum die Idee leitend, Fragen aus der Gegenwart an die Geschichte zu richten und so z.B. zu erforschen, wie überhaupt der Denkrahmen um 1800 entstehen konnte, der die Möglichkeitsbedingungen für die frühen Datenvisualisierungen des Klimas sowie später für die Erkenntnis des menschengemachten Klimawandels bereitstellte, welche formalen Vorbilder es für die visuelle Erkenntnis des Klimas gab, aber auch wie sich die visuellen Methoden seither verändert haben. **Zudem ging es mir darum, herauszufinden, wie an historischem Material entwickelte Fragen der Kulturwissenschaften sich mit dem gegenwärtigen Gegenstand des Klimawandels verbinden, der im Spannungsfeld von Wissenschaft und Politik steht.** Auch für diese Fragen können die Bilder der Klimaforschung wie in einem Brennglas die Vielschichtigkeit, die Heterogenität, die Paradoxien sowie **die unterschiedlichen Wahrheits- und Erkenntnisansprüche der Klimawandelforschung ans Licht bringen.** Das vorliegende Buch will deshalb zweierlei: Im Rahmen einer Bestimmung der Gegenwart die Geschichte der Klimavisualisierung betrachten sowie die gegenwärtigen Bilder der Klimawandelforschung in einem kulturellen Rahmen situieren, sodass sie sich auf ihre Geschichte beziehen lassen. So lässt sich einerseits die Gemachtheit der Bilder und Daten diskutieren, es lassen sich andererseits aber auch die Bilder als Schau- und Kampfplätze von Wissen und Politik ergründen.

**Noch eines vorweg – da wir in Zeiten der Geschäfte mit dem Zweifel leben, in denen jede erdenkliche Äußerung mit dem Etikett der *bloßen Meinung* oder von *fake* versehen werden kann:** Ich vertraue den Befunden der internationalen Klimaforschung,

die in unermüdlicher Arbeit immer neue Beweise und Indizien anhäuft, um den anthropogenen Klimawandel zu belegen. Die Grundlagen der Klimawandelerkenntnis sind Vernunftwahrheiten. Dass CO<sub>2</sub> zu einer Erwärmung führt, ist Physik. Dass Klimasimulationen keine unfehlbaren Orakel sind, da sie von Menschen ersonnene Szenarien für eine plausible Zukunft benötigen, ist auch klar. Sie sind aber momentan das einzige Mittel, um überhaupt an Zukunftswissen zu gelangen.

Das Buch besteht aus zwei Hauptteilen, die das Thema grob in Historiografie und Gegenwart aufgliedern. Während der erste Teil in die Geschichte der Klimavisualisierung um 1800 eintaucht, diskutiert der zweite Teil die wissenschaftlichen Bilder des Klimas der Gegenwart. Beiden Teilen vorangestellt ist eine umfassende Einführung mit dem Titel *Klimästhetik – Wahrnehmung und Ästhetik des Klimas und des Klimawandels*. Sie verknüpft kritische Fragen von Klimawahrnehmung und Medienästhetik mit dem Thema der Klimabilder, indem sie einerseits die Bilder, andererseits das Klima als Medien begreift.

Das erste Kapitel des historischen Teils trägt den Titel *Die Geschichtsschreiber des Luftkreises*. Es befasst sich mit der Geschichte der Wetterdaten. Denn damit überhaupt visualisiert werden konnte, brauchte es zunächst zuverlässige Messinstrumente und ihre Standards, es brauchte Wetterdaten und diszipliniertes Personal für ritualisierte, tägliche Gänge zu den Messinstrumenten. Aus diesen Messungen wurden im 18. Jahrhundert Listen und Tabellen hergestellt und lange vor jeder Visualisierung in dieser Form belassen, bevor der Vorwurf einer Datenflut aufkam und nach alternativen Formen der Datenerkennung gesucht wurde. Themen wie die Fabrikation der Daten, ihre Herstellung auf Basis von immer präziser standardisierten Instrumenten, Tabellen und Zeitmessungen im 18. Jahrhundert werden hier im Detail als eine Inventur des Wetters beschrieben, wie sie vom Mannheimer Hof aus im frühen Wettermessnetz der Pfälzischen Gesellschaft organisiert wurde.

Das dritte Kapitel *Schlüsselmomente der Datenvisualisierung* handelt davon, wie aus ›rohen‹ tabellarisch formatierten Daten, ›gekochte‹ Visualisierungen werden. Es stellt Alexander von Humboldts Klimazonenkarte ins Zentrum, die in der Geschichte der Infografik als erstes Beispiel einer thematischen Karte auf der Basis visualisierter Daten gilt. Humboldt konstruierte die Klimazonenkarte aus den Tabellendaten der im ersten Kapitel behandelten frühen Wettermessnetze. Es waren diese Listen, die er zur Grundlage für die erste Klimakarte der Nordhemisphäre nahm. Weil die Klimazonenkarte Humboldts am Beginn der Datenvisualisierung steht, lassen sich die beiden ersten Kapitel als Geschichte des bis heute wirksamen Projektes lesen, Daten zu ästhetisieren bzw. in Form von Linien sichtbar zu machen. Es wird deutlich, welche Schlüsselrolle Methoden der Datenerhebung sowie der Sichtbarmachung für die Entstehung der modernen Klimatologie spielten und wie diese im Verhältnis zur *Humboldtian Science* stehen, die auf Methoden der Versinnlichung und auf dem relationalen Blick auf das Ganze beruht. Die Visualisierungsmethode mittels Isolinien wiederum ist bis heute aktuell, wenn es darum geht, Klimadaten geografisch anzugeordnen.

Im Zentrum des zweiten Teils dieses Buches stehen die aktuellen Bildprodukte der Klimawandelforschung. Dabei werden verschiedene Bildtypen unter fünf verschiedenen Gesichtspunkten betrachtet, wobei die Bilder immer wieder zu außerwissenschaftlichen Bildern in Bezug gesetzt werden.

Im Kapitel *Klimatische Kurvenlandschaften* steht die Visualisierung von Anomalien im Zentrum. Hier wird der in der Klimaforschung weitverbreitete Bildtypus der Datenkurve einer gründlichen Lesart unterzogen, die herausstellt, wie die Kurven im Spannungsfeld von Normalisierung und Denormalisierung wirken. Beispiele sind die verschiedenen klimahistorischen Temperaturkurven, die zu den wichtigsten Beweisen des anthropogenen Klimawandels zählen. Im Kontext von Wissenschaft und ihrer politischen Popularisierung entfalten die zeitlich geordneten

»Kurvenlandschaftsorgane« der Klimaforschung ein eigenes Klimakurvennarrativ, das auf der visuellen Evidenz langsam oder plötzlich ansteigender Linienverläufe aufzubauen kann. In der begrenzten Sprache dieser Zeitstrahlgrafiken wurden bereits früh bildrhetorische Möglichkeiten entwickelt, die Anomalien auch visuell als Störung erfahrbar machen.

Das Kapitel *Ikonografie der Klimamodelle* befasst sich mit einem anderen Typ von Bildern. Hier geht es um jene Bilder, welche die Klimasimulationen und Klimamodelle der Großrechenanlagen schematisch darstellen. Diese werden hinsichtlich des Anspruchs an die Modelle, die Prozesse des Klimas so natürlich bzw. realistisch wie möglich darzustellen, diskutiert. Der Realitätsanspruch an die Modelle lässt sich auch an den Bildern ablesen, die zwischen Fotorealismus und einer stereotypen Landschaftsmalerei changieren. Anhand der Bilder lässt sich die Frage einer gelungenen Simulation des Klimas, die für den Glaubwürdigkeitsanspruch der Modelle zentral ist, hinterfragen.

Im Kapitel *Glaubensfragen* geht es dann um die spezifische Art und Weise, wie in Kreisen der Klimawandelleugner Bilder zum Einsatz kommen und welche Bildtypen hierbei vornehmlich genutzt werden. Das Kapitel behandelt damit zentrale Fragen der strategischen Klimawandelkommunikation, die das Ziel verfolgt, in außerwissenschaftlichen Öffentlichkeiten Zweifel zu säen. Bei diesen Versuchen der politischen Einflussnahme vermischen sich Methoden der Public Relations wie Vereinfachung, Manipulation und die Rhetorik der Evidenz auf undurchsichtige Weise. Anhand der Bilder, die in klimawandelskeptischen Blogs und Büchern publiziert werden, lassen sich die Strategien der Leugner genau analysieren, wobei der Erfolg der Klimawandelleugner bedenkenswert ist, weil er zeigt, wie Vernunftwahrheiten, die wissenschaftlich hergestellt wurden, in Meinungen verwandelt werden können. Es ist hierbei vor allem die Strategie der »Rosinenpickerei«, also das Zuschneiden oder Weglassen von Wissen (oder Kurvenabschnitten), das für die Bildpraxis der Klimawandelleugner beobachtet werden kann.

Im Kapitel *Das zukünftige Gesicht der Erde* steht die Frage im Zentrum, wie es generell möglich ist, sich Zukünfte vorzustellen und welche bildlichen Schemata das Zukunftsdenken bestimmen. Hierzu werden die gängigen wissenschaftlichen Formen der Klimaforschung, um Zukünfte visuell darzustellen, also Szenario-kurven, Karten und Pfade, einer Bildanalyse unterzogen. Das Kapitel stellt diese Zukunftsbilder in einen erweiterten kultur-historischen Rahmen, indem gefragt wird, welche Geschichte die Zukunftsvorstellungen besitzen – also welche Zukunftsentwürfe die Umweltgeschichtsschreibung in der Vergangenheit kennt. Ein Befund ist, dass sich seit über fünfzig Jahren das grundsätzliche Repertoire an Zukunftsvisionen kaum verändert hat – es ist fest in das moderne Narrativ von ökologischen Krisen und Katastrophen eingewoben.

Im Kapitel *Kosmogramme des Anthropozäns* werden die roten Weltkarten einer durch globale Erwärmung veränderten Erde zum Thema einer umfassenden Ikonologie und Ikonografie gemacht. Das Kapitel hinterfragt die Blickregime hinter der globalen Perspektive, indem es die Ikone der *Blue Marble* mit den ›brennenden Welten‹ der Klimawandelberichte vergleicht. Indem die Bilder der Wissenschaft als neue Kosmogramme einen weit über ihren wissenschaftlichen Ursprungsräum hinausweisenden Deutungsrahmen erhalten, wird offensichtlich, wie die globalen Bildwelten der Klimaforschung gegenwärtig das zu erkennen ermöglichen, was früher die Bildwelten der Religionen zeigten, nämlich was es über das Schicksal der Erde – ihre Kosmologie – heute zu wissen gibt. Hier schließt sich eine Kritik globaler, dem Panoptismus nahestehender Perspektiven an, die unweigerlich zwischen den Modi von Sorge, Überwachung und Kontrolle changieren; weil die globalen Bilder von wenigen mächtigen Institutionen und Nationen hergestellt werden, weisen sie eine strukturelle Asymmetrie auf. Auf der einen Seite stehen die Institutionen, die die Bilder produzieren, auf der anderen Seite diejenigen, die beobachtet werden und ihr Leben an diesen Bildern ausrichten sollen. Die Bildformen sind tief verwoben mit dem

anthropozentrischen und instrumentellen Blick auf die Erde, der den Planeten unter das Regime von Managementfragen stellt.

Das kurze, programmatische Fazit *Ästhetik des Wissens, Ästhetik des Handelns?* schließlich versucht einen Ausblick auf die Praxis des Bildermachens und der Klimawandelkommunikation zu liefern.

Noch zwei technische Bemerkungen vorweg: Englische Ausdrücke und Zitate wurden für dieses Buch übersetzt, das englische Originalzitat steht dann in den Fußnoten. Auch wenn ich aus stilistischen Gründen vorwiegend die männliche Schreibweise benutze, sind ausdrücklich auch Frauen gemeint.

Indem das vorliegende Buch das Thema der Klimabilder vom Blickwinkel der wissenschaftlichen Bilder aus betrachtet, bleibt ein großer Anteil der Bildwelten von Klima und Klimawandel ausgeklammert. Zu nennen wären hier etwa die zahlreichen Eisbärmotive, Fotografien von sich verändernden Landschaften, allen voran schmelzenden Eises, die Schlote CO<sub>2</sub>-ausstoßender Fabriken, die mit dem Klimawandel verknüpften Bilder der Energiewende oder Fotos händeschüttelnder Politiker auf Klimagipfeln, aber auch aktivistische Plakate, Computerspielwelten und Comics bis hin zu den Bildwelten der (Greenwashing-)Kampagnen der Werbung. Doch waren die Bilder der Klimaforschung wohl die Grundlage, auf der all die anderen Bilder zunächst aufsetzen mussten, die wissenschaftlichen Bilder sind diesen also historisch vorgängig. Meine Entscheidung, die Diagramme und Karten der Klima(wandel)erkenntnis ins Zentrum zu stellen, führte dazu, dass die anderen Bilder nur indirekt Platz im Rahmen dieser Betrachtungen finden. Durch den Referenzrahmen der Kunst, der jedem Kapitel programmatisch an die Seite gestellt wird, werden die allgemeinen Fragen, die diese Bilder an uns heute stellen, jedoch permanent mit thematisiert.

Birgit Schneider  
Berlin, November 2017

## Einführung: Klimästhetik Wahrnehmung und Ästhetik des Klimas und des Klimawandels

In ihrer künstlerischen Gemeinschaftsarbeit *Most Blue Skies* (2009) benutzten Lise Autogena und Joshua Portway öffentlich zugängliche Daten von Satelliten und atmosphärischen Sensoren im Internet, um durch eine Analyse des Lichteinfalls in Echtzeit das jeweils blaueste Stück des Himmels über der Erde zu berechnen. Eine Serie von Rechnern, verbunden durch ein Gewirr von Kabeln, stand in einer Ecke des Raumes und verarbeitete surrend und blinkend gleichzeitig die hohe Datenrate von Millionen von Orten. Prozess und Ergebnis dieser Berechnungen wurden wissenschaftlich-konventionell auf einer abstrakten Weltkarte (Abb. 1), ergänzt um einige wenige Kurven, an die Wand projiziert. Den Eindruck des blausten Himmels wiederum simulierten die Künstler mit einer einfachen quadratischen Projektion blauen Lichtes, die die Augen der Betrachter ins helle Licht eines strahlenden Himmelblaus tauchte (Abb. 2).

Das blaue Licht des Leuchtkastens erweckte einen immateriellen, räumlich unendlichen Eindruck, der an die Wahrnehmung des natürlichen Himmels erinnert. Die Arbeit war im Rahmen der Ausstellung *Rethink – Contemporary Art and Climate Change* in Kopenhagen zu sehen, die anlässlich des Klimagipfels 2009 in mehreren Kunstinstitutionen stattfand.<sup>6</sup>

*Most Blue Skies* verdeutlicht in eindrucksvoller Weise, wie simultan gesammelte, global erhobene Daten mittels statistischer Berechnungen für ästhetisch-künstlerische Fragen genutzt werden können. Die globale Wetter-Statistik, die mit der Klimatologie und dem Sprechen über globale Temperaturen so wichtig geworden ist, wird hier nicht auf die Frage bedrohlicher Extremwerte angewendet, sondern für die Suche und Konstruktion eines ästhetisch-poetischen Gegenstandes der Sehnsucht verwendet:



Abb. 1: Kartenansicht der künstlerischen Installation von Joshua Portway und Lise Autogena, *Most Blue Skies*, 2009. Aus globalen, öffentlich zugänglichen Wetterdaten wird das »blaueste« Stück Himmel berechnet und geografisch lokalisiert.

dem schönsten Himmelblau. Während die globale Temperatur einen Durchschnittswert darstellt, der sich weder spüren noch lokalisieren lässt, behauptet die Idee des blausten Himmels, dass sich dieses Blau jeweils an einem konkreten Ort ereignet und mithin auch erfahren lässt. Im Gegensatz zur wissenschaftlich konstruierten globalen Temperatur, die im alltäglichen Sprechen naturalisiert wurde, ruft die Behauptung des blausten Himmels sogleich Fragen nach den Möglichkeiten und Kriterien auf, nach denen es ein solches Stück Himmel wirklich geben kann, wie darüber rechnerisch und messtechnisch entschieden wird und was das Wissen um einen solchen rechnerisch festgestellten Gegenstand überhaupt bedeutet. Das Sprechen vom Klima ist oftmals ein Sprechen über ein Abstraktum, die Arbeit erinnert jedoch daran, dass das Klima ein elementares Medium ist, welches alle Organismen umgibt.



Abb. 2: *Most Blue Skies*. Installationsansicht. Der Eindruck des blausten Himmels wird entweder mit einem blauen Leuchtkasten oder als Leinwandprojektion simuliert.

### Spüren oder Messen?

Wahrnehmungsweisen des Klimas

Dem Klimawandel wird von vielen Seiten ein gravierendes Wahrnehmungsproblem unterstellt. So wird behauptet, dass die vornehmlich in Städten wohnenden, westlich geprägten Menschen in der Regel kaum direkt auf die Natur angewiesen seien oder diese als ihre Lebensgrundlage wahrnahmen, was auch für das Klima gelte.<sup>7</sup> Stattdessen seien die künstlichen, in der Regel auf 19 bis 24 Grad Celsius regulierten ›Klimakapseln‹ der Innenräume von Häusern, Shopping Malls, Autos und Flugzeugen zu einer zweiten Haut geworden, mit der sich die Bewohner die meiste Zeit gegen das äußere Klima abschotten.<sup>8</sup> Das Wetter wiederum sei nur noch für die Planung von Freizeitaktivitäten wichtig oder als soziale Funktion beim Sprechen über das Wetter. Sicher ist, eine direkte Wahrnehmung von Wetter und Klima spielt im Alltag der meisten Menschen in den Industrienationen oftmals nur eine untergeordnete und selten eine spürbar existenzielle Rolle.

Dieses Postulat grenzt jedoch andere Erfahrungen außerhalb des messtechnischen Paradigmas aus, worauf später noch zurückzukommen sein wird.

Die Abwertung einer Phänomenologie des Klimas jenseits wissenschaftlich-technischer Zugänge ist die Folge eines bestimmten, vorherrschenden Weltzugangs, namentlich des Zugangs westlich-europäisch geprägter Menschen aus den Industriekulturen. Aus diesem folgt ein weiteres, fundamentaleres Argument, das gegen eine direkte Wahrnehmung des Klimas spricht: Die Konstatierung der Unfähigkeit, das Klima wahrzunehmen, hängt auf das Engste mit der wissenschaftlichen Definition des Klimas zusammen. Weil Menschen täglich Wetterereignisse wahrnehmen, nicht jedoch das Klima, das in seiner modernen Definition ein statistisch erzeugtes, abstraktes Forschungsobjekt in einer Langzeitperspektive von mindestens dreißig Jahren ist, seien die mit dem Klimawandel verbundenen Veränderungen als Bedrohungslage für große Teile der Erdbevölkerung einer alltäglichen, d. h. direkten Wahrnehmung entzogen. Was an einem bestimmten Ort zu einer bestimmten Zeit wahrnehmbar ist, ist das konkrete Wetter. Das Klima als Gegenstand des Wissens ist jedoch ein berechneter Durchschnitt, welcher der direkten Wahrnehmung entzogen ist. Niemand kann die Durchschnittstemperaturen seiner Klimazone spüren, ebenso wenig wie globale Bürger jemals die globale Durchschnittstemperatur von 14 Grad Celsius am eigenen Leib zu fühlen bekommen. Innerhalb dieser Perspektive kann das Klima kein *aisthetisches* Objekt einer phänomenalen, d. h. leiblichen Erfahrung sein. Stattdessen ist es das Objekt einer »galileischen oder auch *instrumentalen* Naturerfahrung«<sup>9</sup> – ein Objekt aus Messungen, Beobachtungen und Daten, hervorgebracht mittels Instrumenten; das Klima, um das es heute in erster Linie in der medialen Berichterstattung, der Klimaforschung und der Politik geht, entsteht im Kreuzungspunkt globaler, messtechnischer Netzwerke, die die Daten des Klimas erheben und zu einem Abstraktum zusammenführen.

Die Definition des Klimas als gemitteltem Gegenstand der Forschung ist allerdings recht jung, sie stammt aus dem frühen 19. Jahrhundert. Alexander von Humboldt, der als ein Begründer der modernen, systematischen Lehre vom Klima gilt, fasste das Klima noch explizit als einen *Gegenstand der Sinne* im Rahmen einer umfassenden Aisthesis auf, die die Erkenntnisgewinnung des leiblichen Subjekts an erste Stelle setzte. In seiner bekannten Definition des Klimas schreibt er:

Das Wort Klima umfasst in seinem allgemeinsten Sinne alle Veränderungen in der Atmosphäre, *die unsere Organe merklich affizieren* [Hervorhebung B.S.]: die Temperatur, die Feuchtigkeit, die Veränderungen des barometrischen Drucks, den ruhigen Luftzustand oder die Wirkung ungleichnamiger Winde, die Größe der elektrischen Spannung, die Reinheit der Atmosphäre oder ihre Vermengung mit mehr oder minder schädlichen gasförmigen Exhalationen, endlich den Grad habitueller Durchsichtigkeit und Heiterkeit des Himmels.<sup>10</sup>

Klima, so Humboldt weiter, sei nicht nur für das Wachstum der Pflanzen und die Reifung ihrer Früchte wichtig, »sondern auch für die Gefühle und ganze Seelenstimmung der Menschen.« Was im Zentrum dieser Bestimmung steht, ist nicht das Klima als durchschnittlicher Gegenstand aus gemessenen Daten, sondern vielmehr, wie ein jeweils örtlich gegebenes Klima die Sinne (und alle Lebewesen) direkt affiziert. Als Zusammenspiel der angegebenen Faktoren wirkt das Klima auf die Empfindungen und das Gemüt eines jeden Menschen.

Es ist eine ganzheitliche Ästhetik des leiblichen Fühlens, die den Tastsinn einschließt und die Humboldt als Grundlage einer umfassenden Wahrnehmung der Natur betrachtet. »Die Natur muß gefühlt werden, wer sie nur sieht und abstrahiert, kann [...] Pflanzen und Tiere zergliedern, er wird die Natur zu beschreiben wissen, ihr aber selbst ewig fremd sein.« Diese Bestimmung des

Klimas kann mit der »ökologischen Ästhetik«,<sup>11</sup> wie sie der Philosoph Gernot Böhme in den 1990er-Jahren entwickelte, in Verbindung gebracht werden. Humboldt zufolge ist das Klima der ästhetisch wahrnehmbare Fall einer durch Licht, Feuchtigkeit, Luftdruck und Temperatur »gestimmten Atmosphäre«, also ein phänomenologisch zusammengewirktes ästhetisches Gebilde, das alle in ihr lebenden Organismen durchdringt, prägt und betrifft.<sup>12</sup>

Doch auch wenn Humboldt den Sinnesorganen des eigenen Körpers für die Wahrnehmungsweise von Umgebung, Wetter und Klima eine Schlüsselrolle zuspricht, war er gleichzeitig derjenige Forscher, der Medien zur Unterstützung dieser Wahrnehmungen deutlich herausstellte. Diese bezeichnete er als »die Erfindung neuer Organe« für die »physische Weltanschauung« im »Streben nach dem endlichen Erfassen des Weltganzen«.<sup>13</sup> Denn er wusste, dass eine medientechnische Ausrüstung der Sinne den Erkenntnisraum ausweitet: »Das Wahrgenommene erschöpft bei weitem nicht das Wahrnehmbare.«<sup>14</sup> Maßgeblich Fernrohr und Mikroskop sowie messtechnische Instrumente wie »Zeitmaße, das Barometer, den Wärmemesser, hygrometrische und electromagnetische Apparate« fasste er als »neu erschaffene Organe« der Beobachtung.<sup>15</sup> Diese vermögen es »Kräfte, deren stilles Treiben in der elementarischen Natur, wie in den zarten Zellen organischer Gewebe, jetzt noch unseren Sinnen entgehen«,<sup>16</sup> erkennbar zu machen, indem sie »das sinnliche Wahrnehmungsvermögen erhöhen«<sup>17</sup> bzw. den »Kreis sinnlicher Wahrnehmung erweitern«.<sup>18</sup> Humboldt schloss die instrumentelle Wahrnehmung in die phänomenologische Naturästhetik mit ein, indem er den Empfindungen der leiblichen Sinne des Forschers die systematische Messung mit Instrumenten an die Seite stellte. Auf der Basis messender Methoden begründete er die Klimaforschung als Klimageografie (Klimatografie) und als Statistik des Wetters.

Infolge der Verbreitung dieser Methoden im Verlauf des 19.Jahrhunderts verschob sich jedoch die Gewichtung von direkter Wahrnehmung und instrumenteller Beobachtung zugunsten instrumenteller Beobachtungen. Das sinnlich-leibliche Subjekt

wurde zunehmend von der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung ausgeschlossen und durch messtechnische Geräte abgelöst. Primäre Qualitäten wurden, da nicht quantifizierbar, sekundär und suspekt. Die neuzeitliche Naturwissenschaft geriet zu »eine[r] ›technische[n] Praxis‹, die sich zuerst eine instrumental erzeugte Datenwelt erschafft.«<sup>19</sup> Diese Verschiebung zeigt sich z. B. daran, wie subjektive, klimatische Empfindsamkeiten im Verlauf des 19.Jahrhunderts ins abgegrenzte Feld psychophysischer Analysen rückten.<sup>20</sup>

Als Beispiel kann hier die seit den 1870 ern erforschte Idee verschiedener *Curves of Comfort* unter dem Begriff der *gefühlten Temperaturen* (»sensible temperatures«) angeführt werden, die dem Thermometer eine Skala individueller Wohlfühltemperaturen an die Seite stellen. Unter dem Begriff der *Curve of Comfort* hatte der US-Amerikaner J. W. Osborne experimentell mittels affektiver Wirkungsforschung untersucht, inwiefern das Verhältnis von gefühlter Temperatur und gemessener Temperatur veränderbar ist. Er erforschte, welche Faktoren hierbei wirksam sind, ob es kulturelle Differenzen in der Wahrnehmung klimatischer Verhältnisse gibt und ob sich die gefühlte Temperatur trotz ihrer Subjektivität verallgemeinern lässt, sodass sie durch Formeln bestimbar wird.<sup>21</sup> Infolge dieser Forschungen begannen Wetterämter auf ihren Karten auch »gefühlte Temperaturen« anzugeben, die mittels einer mathematischen Formel aus Wind und Luftfeuchtigkeit berechnet werden – doch blieben diese Angaben seither ein klar begrenzter Bereich, der sich den objektiven Messungen als eine Ableitung aus diesen unterzuordnen hatte.<sup>22</sup>

Bereits knapp hundert Jahre nach Humboldts Bestimmung wurde das Klima als ein allein statistischer Gegenstand definiert, bei dem die organischen Sinne keine primäre Rolle mehr spielen. Dies belegt eine Bestimmung aus einem Lehrbuch der Klimatologie aus den 1930er-Jahren.

Unter Klima verstehen wir den mittleren Zustand der Atmosphäre über einem bestimmten Erdort, bezogen

auf eine bestimmte Zeitepoche, mit Rücksicht auf die mittleren und extremen Veränderungen, denen die zeitlich und örtlich definierten atmosphärischen Zustände unterworfen sind.<sup>23</sup>

Die Definition des Klimas als statistisches Wetterkondensat der Mittelwerte ist bis heute dominierend, sie ist die gegenwärtig gültige Bestimmung vom Klima. Das Klima erscheint als ein abstraktes Objekt der Zahlen. Es entsteht in der Synopse, der Zusammenschau zahlreicher Einzelzustände des Wetters, die dann zu charakteristischen Klimazonen oder durchschnittlichen Wetterverhältnissen zusammengefasst werden. Damit das Klima ein objektiver Gegenstand der Forschung werden konnte, musste es von subjektiven, ästhetischen Wetterempfindungen getrennt werden und stattdessen Teil eines funktionalen *Sensings* durch Instrumente werden. Das sinnlich-organische Streben Humboldts nach dem »Erfassen des Weltganzen« hat sich zur Erfassung einer medial erzeugten ›Datenwelt‹ verschoben.

#### Medienästhetik des Klimas: Wissenschaftliche Visualisierungen

Medienästhetik bringt die Wahrnehmung mittels Medien in den Blick – so wie Medien die Wahrnehmung modifizieren. Eine medienästhetische Perspektive bezieht aber auch die jeweils spezifische Ausdrucksform eines Mediums ein, also die Frage, wie bestimmte Medien eine ihnen eigene Ästhetik erzeugen. Visualisierungen können in dieser Hinsicht medienästhetisch betrachtet werden, indem sie Daten – im Falle des Klimas meist Zahlenwerte, die durch Messung und Beobachtung gewonnen wurden – in Bilder überführen. Seit Ende des 18. Jahrhunderts versuchten Forscher die Daten des Wetters, wie im folgenden Kapitel zu den Tabellen und Listen beschrieben, in Bilder zu transformieren. Datenvisualisierungen wie wissenschaftliche

Karten und Kurven haben seitdem die Wahrnehmung vom Klima in weiten Teilen ersetzt. Dies gilt ebenso für die Erkenntnis des menschengemachten Klimawandels. Die Erforschung des Klimas nahm ihren Ausgangspunkt in Bildern, wofür Humboldts Isothermenkarte (Abb. 12) steht. Eine breite Erforschung des anthropogenen Klimawandels begann, nachdem Charles D. Keelings in den 1950er-Jahren den kontinuierlichen Anstieg von CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre messtechnisch bewies. Das menschlich verursachte Signal in der Atmosphäre offenbart sich in der *Keeling-Curve* als kontinuierlicher Anstieg (Abb. 44).<sup>24</sup>

Da Bildformen wie Datenvisualisierungen und Karten einen zentralen Schauplatz der Klimaforschung ausmachen, werden im Rahmen dieses Buches unterschiedliche Blickwinkel auf die Bildgeschichte des Klimas und des Klimawandels präsentiert, um den Eigenwert und die Eigenmacht dieser Bilder exemplarisch beleuchten zu können. Es sind mithin die vielfältigen Spielarten einer Ästhetik der Klimabilder, die im Zentrum der Betrachtungen stehen.

Den Zusammenhang von Erkenntnis, Wissen und Ästhetik betonte bereits Alexander Gottlieb Baumgarten in seiner Grundlegung der *Aesthetica* als Lehre und Wissenschaft im Jahr 1750. Den Nutzen der Ästhetik sieht er »vor allem darin, daß sie 1) den Wissenschaften, die hauptsächlich auf Verstandeserkenntnis beruhen, geeignete Materialien bereitstellt, 2) das wissenschaftlich Erkannte dem Fassungsvermögen jedes beliebigen Menschen anpaßt, 3) die Verbesserung der Erkenntnis auch über die Grenzen des deutlich Erkennbaren hinaus vorantreibt«.<sup>25</sup> Bilder in allen möglichen Ausprägungen, so lässt sich diese Passage lesen, sind für die Erlangung von Erkenntnissen sowie für die Vermittlung derselben essenziell. Für die Klimatologie waren Visualisierungen zunächst vor allem in der ersten und dritten Hinsicht wichtig; als *epistemische* (Erkenntnis herstellende) Medien machten sie klimatische Zonen, Gesetze und Wechselspiele erkennbar. Heute sind die grafischen Methoden der Klimatologie aber ebenso im zweiten Sinne wichtig, wenn es darum geht,

verständliche Grafiken für die außerwissenschaftliche Kommunikation zu finden. Hier geht es in der Tat darum, unterschiedliche Bildformen mit verschiedenen Komplexitätsgraden zu finden, um das Wissen vom Klimawandel zu vermitteln.

Was die wissenschaftliche Erkenntnis des Klimas betrifft, kam Visualisierungen seit ca. 1800 eine Schlüsselrolle zu. Zu diesem Zeitpunkt begann die Suche nach Möglichkeiten, das anwachsende Mess- und Zahlenmaterial mittels grafischen Methoden in Bilder zu übersetzen. Ausgangsthese ist deshalb, dass die Klimatologie von einer engen Verschränkung von Beobachtungsmethoden und ihrer Visualisierung in Form von Karten und Diagrammen geprägt ist und, zugespitzt formuliert, das Klima überhaupt erst auf der Grundlage von Visualisierungsmethoden evident gemacht werden kann. Nur mittels der analytischen Grafik und durch die Entwicklung neuer Darstellungsmöglichkeiten konnten die Gegenstände der Untersuchung in der Klimatologie *erzeugt* werden. Erst mittels Visualisierung wurde das Klima als Forschungsgegenstand oder *epistemisches Ding*,<sup>26</sup> wie es der Wissenschaftstheoretiker Hans-Jörg Rheinberger nannte, hergestellt und erforschbar gemacht.

Die Notwendigkeit, Bilder herzustellen, liegt aber nicht nur im statistisch-wissenschaftlichen Langzeitblick, der aus konkretem Wetter Klima macht. Auch die meisten meteorologischen Vorgänge, die in ihrer Gesamtheit das Klima ausmachen, sind unsichtbar, sie lassen sich nicht mit dem bloßen Auge erkennen. Temperaturverläufe, Luftdruckveränderungen und Thermodynamik sind nur indirekt durch Messungen und ihre statistische Bearbeitung erforschbar.

Ein historisches Beispiel, das den Umstand nicht gegebener Sichtbarkeit meteorologischer Bedingungen besonders plastisch verdeutlicht, stammt aus dem Buch des Physikers Theodor Reye mit dem Titel *Die Wirbelstürme, Tornados und Wettersäulen in der Erd-Atmosphäre* von 1872.<sup>27</sup> Während das gesamte Buch vor allem Grafiken beinhaltet, die Stürme anhand ihrer zerstörerischen Folgen indirekt darstellen, wie z. B. mittels kartografiert Muster

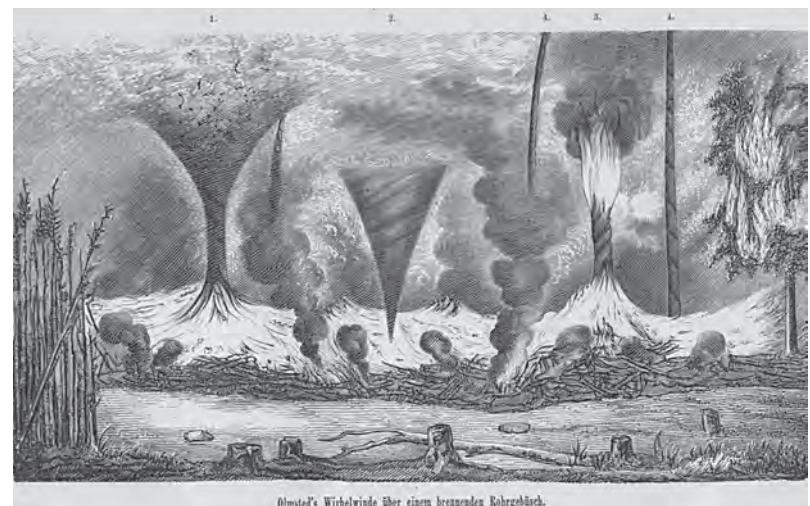
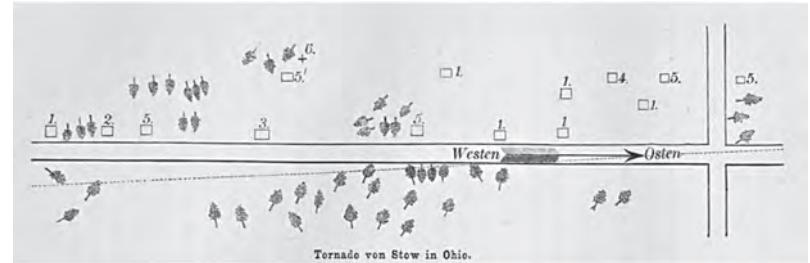


Abb. 3: Sichtbarmachung des Unsichtbaren: Rekonstruktion des Verlaufs eines Tornados in Ohio anhand der Richtung umgefallener Bäume, Theodor Reye, 1872.

Abb. 4: Thermische Bewegungen werden sichtbar durch Rauch: Wirbelstürme über einem brennenden Rohrbusch, Theodor Reye, 1872.

umgeknickter Bäume (Abb. 3), sticht ein dem Titelblatt vorgebundener, ganzseitiger Stich hervor (Abb. 4).<sup>28</sup>

Der Stich zeigt das seltene Phänomen sich selbst sichtbar machender Thermodynamik. Zu sehen sind Wirbelwinde über einem brennenden Rohrgebüsch, die sich in unterschiedlichen Formen zylindrisch, säulenartig oder trichterförmig aufgrund der plötzlichen Luftheritzung entwickeln. Die Turbulenzen von kalten und heißen Luftsichten, von denen das Buch handelt, erhalten mit diesem Bild ein geradezu modellhaftes Frontispiz der Strömungsdynamik. Es sind das Feuer und die dabei entstehenden Rauchwolken, die diese Dynamik gleichzeitig sichtbar machen und erzeugen, indem die schwarzen Rußpartikel des Rauches den kreisförmigen Verlauf der unterschiedlichen, sonst unsichtbaren Strömungsdynamiken wie bei der Strömungsvisualisierung mittels Rauch in einem künstlichen Windkanal augenfällig machen.

Im Unterschied dazu basiert eine Visualisierung von Klimadaten, also der Statistik des Wetters in Langzeitperspektive mittels kartografischer Methoden, auf der Übersetzung von abstrakten Zahlen und Formeln in konkrete Linien und Karten. Die bildlichen Umwandlungen von derartigen Daten zum Zweck der Analyse erzeugen eine Vielzahl von kurvigen Linien, Pfeilen und bunten Flächen im grafischen Raum von Schemata und Koordinatensystemen. Kartografisch-deskriptive Methoden und statistisch-grafische Verfahren wie die Interpolation gehörten deshalb seit dem Beginn der modernen Klimaforschung um 1800 zum basalen Rüstzeug eines jeden Klimatologen. Doch war der Weg zur Datengrafik nicht direkt und wurde auch erst relativ spät eingeschlagen. Deshalb steht am Beginn dieses Buches die Frage, wie sich das Bedingungsgeflecht von klimatischem Wissen, praktischen meteorologischen Messungen, Aufzeichnungsformen wie Listen und Tabellen, Institutionen und Messnetzen ändern musste, damit die verstreuten Messreihen in Form einer Karte der Nordhemisphäre zusammengefasst werden konnten. Eine Motivation, ein statistisches Bild der Wetterdaten zu erzeugen,

bestand in der anwachsenden Datenflut und der damit einhergehenden Unübersichtlichkeit der meteorologischen Tabellen.

Doch auch heute noch dominieren Tabellen, thematische Karten und Kurvengrafiken das Feld. Da die Bilder der Klimawissenschaften hergestellte Bilder sind, handelt es sich bei diesen Visualisierungen um »konstruierte Sichtbarkeiten«.<sup>29</sup> Die Visualisierungen fungieren als maßgeschneiderte Medien der Erkenntnis, als optimierte, heuristische Werkzeuge des Denkens. An ihren Linien, Farben und Formen entfalten sich Wissen und Erkenntnis.

### Medienästhetik als Medienökologie

Die wissenschaftlichen Bildwelten der Klimaforschung beeinflussen maßgeblich die Vorstellungen und Wahrnehmungsweisen vom Klima. Technische Umwelten und die Vermittlungen von Umwelt mittels Techniken haben sich unauflöslich miteinander verbunden. Ralf Konersmann geht sogar so weit zu behaupten, das »statistische Gitterwerk der Diagramme und Zeichen« habe »alle übrigen Wahrnehmungen des Klimas und mit ihnen die metaphysischen, mythologischen, symbolischen und ästhetischen Deutungstraditionen verbannt.«<sup>30</sup> Die Wissenschaft prägt die Wahrnehmungen vom Klima jedoch nicht erst seit dem Klimawandel. So lassen sich auch historische Stationen untersuchen, die zeigen, wie beispielsweise die Forschungen zu Eiszeiten in der Vorzeit die Vorstellungen vom Leben auf der Erde maßgeblich veränderten – dieses Wissen wurde seit dem Ende des 19. Jahrhunderts aufgebracht, infolge erschienen viele Bücher, die ein Europa unter dem Eisschild entwarfen. Ein anderes Beispiel ist, wie mit der genaueren Bestimmung der Klimazonen einerseits neue Lesarten des Klimadeterminismus einhergingen, andererseits aber dieses Wissen für die Einrichtung von Luftkurorten eine wichtige Rolle spielte, da mit den positiven gesundheitlichen Effekten bestimmter klimatischer Bedingungen geworben werden konnte.

Um diese Wahrnehmungsweisen in ihrer Ästhetik zu erfassen, bezieht sich die vorliegende Monografie für die Betrachtung von Klimabildern auf eine bestimmte Lesart der Medienästhetik im Rahmen medienökologischer Fragestellungen. Diese wurde ausgehend von Jakob J. von Uexkülls Umweltbegriff entwickelt. Der Zoologe, Biologe und Philosoph Uexküll (1864–1944) hatte bereits 1907 beschrieben, dass jedes Tier seine eigene Weltwahrnehmung besitze, die an seine Bedürfnisse angepasst sei. »Jedes Tier trägt seine Umwelt wie ein undurchdringliches Gehäuse sein Lebtag mit sich herum.«<sup>31</sup> Umwelt definierte er hierbei als die »Gesamtheit aller Faktoren und Komplexe der Umgebung eines Tieres, die auf dasselbe [...] einwirken und auf welche das Tier seinerseits einwirkt«,<sup>32</sup> an anderer Stelle als »einen abgegrenzten Teil aus der Erscheinungswelt des Beobachters.«<sup>33</sup>

Was Uexküll für eine medienästhetische Betrachtung brisant macht, ist, wie er diesen Gedanken später selbst in Bezug auf technische Wahrnehmungsorgane erweitert hat. Im Unterschied zum Tier sei es nämlich dem Menschen möglich, die Wahrnehmung seiner Umwelt durch Werkzeuge zu verändern. Uexküll wählte das optische Medium eines Teleskops, um diesen Gedanken auszuführen. Der medienästhetisch erweiterten Weltsicht gab er ein modellhaft-plastisches Bild durch eine Abbildung mit dem Titel »Umwelt des Astronomen« (Abb. 5).<sup>34</sup>

Von der kleinen Erde schraubt sich ein gigantischer Turm ins Weltall, der oben mit der runden Kuppel einer Sternwarte abschließt. In dieser Raumstation, weit entfernt von der Erde, sitzt ein kleiner Mensch, der ein überdimensionales Teleskop aus der Öffnung des Schiebedachs seiner Warte ins All richtet. Mit dem Teleskopauge holt er ferne Planeten und Sterne in seine Umwelt hinein. Was dieses von Uexkülls Sohn entworfene Bild verdeutlicht: Technische Medien verändern die Wahrnehmungsorgane und damit die Weltsicht. Menschen sind mithin in der Lage, die Beschaffenheit ihres »undurchdringlichen Gehäuses« zu verändern, indem sie z.B. Instrumente des Sehens konstruieren, mit welchen sie die räumlich-zeitlichen Grenzen des Gehäuses

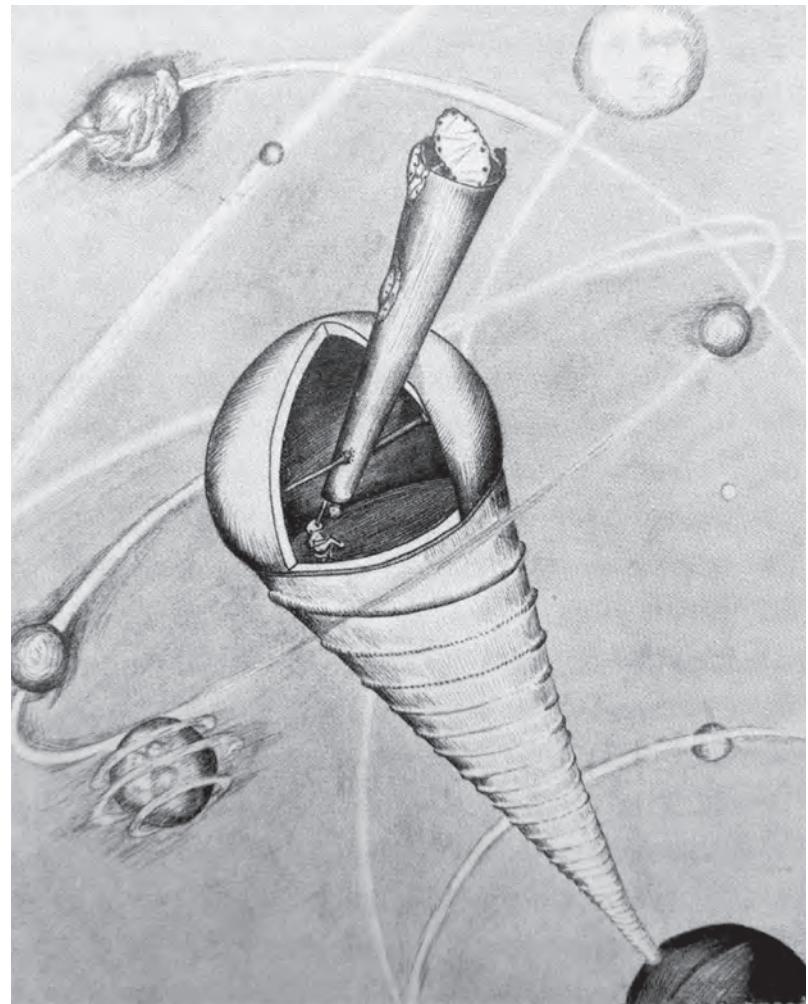


Abb. 5: Jakob von Uexküll: Die Umwelt des Astronomen, 1936. Ausweitung der Wahrnehmung durch technische Medien.

verschieben. Gleichzeitig betonte Uexküll jedoch auch die Grenze einer jeden Wahrnehmung, die auch in der Ununterscheidbarkeit von Umwelt und Umweltwahrnehmung liegt. »Und doch ist die ganze Umwelt nur ein winziger Ausschnitt der Natur, zugeschnitten nach den Fähigkeiten eines Menschensubjektes.«<sup>35</sup>

Medien formen die Weltwahrnehmung der Menschen. Insofern lassen sich Medien als wichtiger Bestandteil menschlicher Welten beschreiben. Inwiefern Veränderungen der Wahrnehmung durch Medien – oder »Bewusstseinsveränderungen«, wie es oftmals heißt – auch von gesellschaftlicher Relevanz sind, wurde im Anschluss an Marshall McLuhan innerhalb der New York School unter dem Begriff *media ecology* weiterentwickelt. Die New York School, die Ende der 1970er-Jahre das Gebiet der Medienökologie oder Mediologie erstmals zu einer Disziplin auszubauen versuchte, machte es sich zur Aufgabe, den Einfluss technischer Medien, aber auch den von Codes wie der Schrift, auf die Wahrnehmung zu untersuchen. Die Perspektive lag auf *media as environments*, also einer Betrachtung von Medien als Teilen der Umwelt (oder Umgebung, wie es heißen müsste). *Media environments* produzierten einen Blick auf jene Formen technisch »verstellter« Wahrnehmung, die maßgeblich die Vorstellungen und das Weltbild von Menschen prägen.<sup>36</sup>

Wenn die Medienökologie heute abermals zu einem Forschungsfeld werden soll, so kann auf bestehenden Untersuchungen aufgebaut werden, die jedoch erweitert und in ihren Fragestellungen neu ausgerichtet werden müssen. Die Frage, wie medial geprägte Wahrnehmungen wiederum die Vorstellungen von Klima und Klimawandel prägen, ist innerhalb einer Medienökologie in mehrfacher Hinsicht bedeutsam. Denn eine medienökologische Sicht auf diese Frage zeigt, wie »die Natur« oder »die Erde« nur mittels Medien, also ver stellt, in den Blick gerät. Andererseits ist es der Blick auf die Visualisierungen, also die konstruierten Sichtbarkeiten, der die dominante Grundlage des Klimawandelwissens bildet. Die Perspektive zeigt aber auch, wie Medien – und vor allem alternative Bilder – gesucht werden,

die die Medienwelten dahingehend erweitern, dass die Natur des Klimawandels *überhaupt erst wahrnehmbar wird*. Die ökologischen Ebenen in Google Earth und neue, interaktive Visualisierungen von möglichen Klimazukünften oder aber zahlreiche künstlerische Arbeiten modellieren eine Erweiterung des Umweltbewusstseins in eben diese Richtung, wobei mit Umweltbewusstsein hier die komplexen Wechselspiele von Vorstellungswelten und Medienwelten gemeint sind.

Medienökologisch lässt sich im Sinne dieses Wechselspiels auch herausarbeiten, inwiefern das Klima selbst ein ökologischer Gegenstand ist, der im Kreuzungspunkt technischer Infrastrukturen hergestellt wird. Umweltwissen erster Ordnung (Atmosphäre, Geosphäre, Biosphäre etc.) vermittelt sich in medialen Welten zweiter Ordnung (Technosphären zur Erfassung dieser Sphären aus Netzen, Bildschirmen, Beobachtungsinstrumenten usf.). Die ästhetischen Vermittlungen von Klima und Klimawandel sind die Signatur einer Epoche, die Natur vor allem medial wahrnimmt, wenn mit Wetter-Apps Freizeitaktivitäten geplant werden, Satellitenbilder die Landwirtschaft unterstützen, aber auch wenn auf Karten und Diagramme geblickt wird, um über Geschichte, Gegenwart und Zukunft eines sich wandelnden Klimas zu sprechen.

### Luft, Atmosphäre und Klima als elementare Medien

Auch wenn im Rahmen dieses Buches der Begriff »Medium« meistens im Sinne technischer Medien und Organe gebraucht wird, muss an dieser Stelle ein alternativer Medienbegriff thematisiert werden, der als elementarer Medienbegriff für das Klima selbst fruchtbar gemacht werden kann – denn innerhalb eines elementaren Medienbegriffs erscheint das Klima selbst als Medium.

In den letzten Jahrzehnten hat die Medienwissenschaft infolge von Marshall McLuhans Aphorismus vor allem *Medien als*

*Umgebungen* betrachtet. Der gegenwärtig dominante Medienbegriff ist auf die Gebrauchsformen von Medien durch Menschen ausgerichtet und kulturtechnisch geprägt. Mit Medien sind dann meist technische Anordnungen wie Instrumente und Geräte, Kanäle oder Gefäße gemeint, die als Mittler fungieren.

Für das hier behandelte Thema kann jedoch abermals die ältere Bedeutung des Begriffs »Medium« produktiv gemacht werden. Die Wortgeschichte des Begriffs zeigt, wie die Philosophie- und Naturgeschichte und später die Naturwissenschaften mit dem Wort »Medien«, der Metaphysik von Aristoteles folgend, bis ins frühe 20. Jahrhundert Grundelemente wie Erde, Feuer, Wasser und Luft benannten. Durch die Rückstellung von *Medien als Umgebungen auf Umgebungen als Medien* gerät die elementare Dimension des MediaLEN wieder in den Blick, die im exklusiven Fokus auf technische Medien verloren ging. Diesen Perspektivwechsel machte zum Beispiel der Medienwissenschaftler John Durham Peters kürzlich zur Grundlage einer Betrachtung technischer Medien anhand verschiedener Elemente.<sup>37</sup> Seit der Antike wurden die Elemente als »Elementlandschaften« charakterisiert, die mächtige und gewaltige Eigenschaften besitzen sowie räumlich unendlich und numinos erfahren werden.<sup>38</sup> Es ist hierbei die Medialität im Sinne des »Dazwischen«, die insbesondere das Element der Luft ausmacht. Ihr Wesen ist nach der antiken Lehre *medial* bestimmt, die Luft ist ein Medium der Übertragung und Vermittlung. Sie überträgt das Licht, die Wärme des Feuers, die Gerüche und den Klang, mehr noch, ohne die Luft gäbe es die Wahrnehmung dieser Phänomene nicht.

Gleichzeitig ist die Luft ein opakes und deshalb selbst unsichtbares Medium, durch das die Wärme, die Geräusche, die Gerüche, das Licht und die Farben erst wirken können. Die Luft ermöglicht erst in ihrer leeren Durchsichtigkeit direkte sinnliche Wahrnehmungen.<sup>39</sup> Die Unsichtbarkeit der Luft lässt sich wiederum rückbeziehen auf den Aphorismus Marshall McLuhans von 1967, demgemäß Umwelten unsichtbar seien – *Environments are invisible*.<sup>40</sup> Durch die Verschiebung auf eine Betrachtung der

Atmosphäre als Umgebung erhält der Satz *environments are invisible* eine neue, produktive Bedeutung. »Die Luft ist das unsichtbare Element. Sie ist unsichtbar, ungreifbar, es gibt in ihr keine Orientierung.«<sup>41</sup> Luft erscheint nicht als sie selbst, sie kann allein medial erscheinen, also erst, wenn Nebel aufsteigt, ein kalter Luftzug den Körper trifft, Schall das Ohr erreicht oder der Horizont von der Sonne gefärbt ist. Einzig das Atmen macht die Luft direkt spürbar.<sup>42</sup> Ansonsten ist Luft eine mittelbare Erfahrung als Übermittler und Träger von Wind, Feuchtigkeit und Druck sowie als Wärme, Hitze oder Kälte, Luft ist ein unsichtbarer Mittler, der niemals selbst, sondern nur aufgrund vermittelter Inhalte sichtbar wird. Diese Eigenschaft teilt sie wiederum mit vielen Medien, für die McLuhan in seinem Buch *Understanding Media* erkannte, »wie der ›Inhalt‹ jedes Mediums der Wesensart des Mediums gegenüber blind macht.«<sup>43</sup> Dies liegt abermals an einer medialen Durchsichtigkeit: »Medien wirken wie Fensterscheiben: Sie werden ihrer Aufgabe umso besser gerecht, je durchsichtiger sie bleiben, je unauffälliger sie unterhalb der Schwelle unserer Aufmerksamkeit verharren.«<sup>44</sup>

In Anlehnung an die elementare und durchsichtige Mediälität der Luft lässt sich das Klima als die jeweilige Anfüllung, Imprägnierung oder Aufladung der Atmosphäre mit Temperaturen, Feuchtigkeitsgraden und Luftdruck fassen – dem, was in der Klimatologie als Klimafaktoren bezeichnet wird. Oftmals werden aber auch die Begriffe Atmosphäre und Klima synonym verwendet, wenn beide die Färbung eines Raumes mit Stimmungen und Gefühlen ausdrücken. Hierbei ist es die Farbe des Himmels, die oftmals mit der Erzeugung von Stimmungen in eins gesetzt wird, wie ein Zitat aus einem frühen meteorologischen Handbuch in deutscher Sprache beweist, das der Klimatologe Heinrich Dove 1837 veröffentlichte:

Wenn Wochenlang der Himmel mit einem einförmigen Grau bedeckt ist, so werden am Ende auch wir trübe, wenn es endlich oben wieder hell wird, werden auch

wir heiter. So sind wir ein treuer Spiegel des Himmels über uns, wir gehen ein in seine Launen, und jeder ist in diesem Sinne nicht nur Meteorologe, sondern so zu sagen die Meteorologie selbst.<sup>45</sup>

Auch wenn Dove hier die Wirkung vom Wetter auf das Gefühl als nicht weiter reflektierte Kausalität (Spiegelung) fasst, lebt in der Verbindung von Gemüt und der ein Gemüt umgebenden Lufthülle die leibliche Erfahrung fort, dass fühlende Organismen immer in ein bestimmtes Klima gestellt sind.<sup>46</sup> Dieses wirkt auf sie ein und durchdringt sie – am deutlichsten beim Atmen. Die Luft, atmosphärisch gestimmt zum Klima, bildet – wie auch die Elemente Erde und Wasser – eine elementare Umgebung, ein Milieu und Lebensraum, in den die Organismen eingetaucht sind und der ihr Befinden auf allen Ebenen affiziert. Die klimatisch erfüllte Atmosphäre ist das grundsätzliche Medium, in welchem alle Organismen enthalten sind und das alle Organismen durchdringt.

Diese Gedanken lassen sich an die Philosophie Watsuji Tetsuros (1889–1960) anschließen. Denn menschliche Existenz, so der japanische Philosoph, ist bestimmt durch das Klima. Klimatisch gestimmt ist damit auch die Geschichtlichkeit der Kultur, wobei Watsuji (wie neben Humboldt zuvor bereits Johann G. Herder) diesen Wirkungszusammenhang nicht monokausal im Sinne eines einseitigen Klimadeterminismus dachte. Stattdessen bindet er diesen Gedanken in den Versuch ein, die menschliche Existenz in ihrer zeitlichen Daseinsstruktur, die eingebettet in den Raum ist, zu verstehen.<sup>47</sup>

### Grenzen der Klimawandelwahrnehmung

An dieser Stelle gilt es noch einmal zu den Fragen der Klimawahrnehmung zurückzukehren. Während in den frühen Handbüchern der Meteorologie noch das Spüren des Klimas sowie die Auswirkungen des Wetters auf die Stimmungen Thema waren,

wird der Wahrnehmung des Klimawandels heute oftmals ein Problem unterstellt. Weil das Klima als statistischer Langzeit-Gegenstand im Gegensatz zum Wetter definiert wird und viele Aspekte des Wetters, wie Temperaturen oder Wind, selbst unsichtbar sind, schließt sich die Annahme an, dass auch der Klimawandel nicht direkt wahrnehmbar sei. Aus diesem Grund wird, wie anfangs dargestellt, ein Wahrnehmungs- und Darstellungsproblem abgeleitet, das dem notwendigen Bewusstseinswandel als Basis für klimafreundliche Politik und Lebensstile im Wege stünde.<sup>48</sup> Es ist die *Anästhetik* des Klimawandels, die sich den Sinnen entzieht, die einer Wahrnehmung der menschengemachten Klimakrise im Weg steht. Weil diese Auffassung oftmals wie eine selbstverständliche Tatsache herausgestellt wird, soll sie in diesem Rahmen kritisch hinterfragt werden.

Die Unmöglichkeit einer direkten Wahrnehmung wird bei der Frage des anthropogenen Klimawandels zu einer politischen Frage, da hier die Wahrnehmbarkeit darüber entscheidet, wie und von wem über den Klimawandel gesprochen werden kann. Die Unsichtbarkeit der Veränderungen wird durch die zeitliche Dimension des Klimawandels zusätzlich verstärkt. In dieser Hinsicht wird der Klimawandel als »slow violence«<sup>49</sup> bezeichnet. Dem Großkonzept des Klimawandels fehlt die plötzliche Brutalität von Naturkatastrophen wie Hurrikan oder Erdbeben, sodass von einer »Katastrophe ohne Ereignis« (Eva Horn) gesprochen werden muss.

Allerdings gibt es inzwischen zahlreiche Orte, an denen die Folgen des Klimawandels eindrücklich werden, seien es Küsten, Gletscher, schmelzende Polarregionen oder absterbende Korallenriffe. Hier stellt sich die Frage, wie man überhaupt zum Wissen über den menschengemachten Klimawandel gelangt ist. Woher wissen wir, was wir über den Klimawandel wissen? Haben wir die Veränderungen selbst erfahren oder beziehen wir unser Wissen aus Medien? Wenn wir die Erfahrungen nicht selbst gemacht haben, wer wiederum sind diejenigen, deren Wahrnehmungen die höchste Glaubwürdigkeit besitzen? Klar ist:

Indem man sich allein der wissenschaftlichen Definition des Klimabegriffs anschließt, der die Wahrnehmung des Klimas ausschließlich in die Hände der Forscher mit ihren vermittelten Methoden legt, werden zahlreiche Wahrnehmungen von Klima und Klimawandel ausgeklammert oder negiert. So wie ein eiskalter, langer Winter oder ein einzelner Orkan nicht als Folge des Klimawandels herausgestellt werden kann, weil hier Wetter mit Klima verwechselt wird, entlarvt sich, wer behauptet, den Klimawandel mit seinen eigenen Augen sehen zu können, in der Konsequenz dieser Logik als unwissenschaftlich und naiv. Wer darf sich also als Augenzeuge oder Augenzeugin des Klimawandels bezeichnen – nur die Wissenschaftler, die auf Daten, Karten und Kurven verweisen oder auch die Förster, Gärtner oder die Bewohner von Regionen knapp über dem Meeresspiegel oder in Polarregionen, die eine veränderte Natur aufgrund klimatischer Einflüsse bereits anhand einer veränderten Vegetation oder einer Zunahme von Fluten erfahren?

Die Frage der Sichtbarkeit und Sichtbarmachung ist im Falle des Klimawandels höchst komplex und politischbrisant. Aus diesem Grund soll sie hier nicht einfach mit Verweis auf die technisch versierte Wahrnehmung entschieden werden, selbst wenn in dieser Untersuchung vor allem wissenschaftliche Bilder im Zentrum stehen, die in der westlichen Welt höchste Glaubwürdigkeit besitzen. Um die Frage der Sichtbarkeit des Klimas noch klarer fassen zu können, ist deshalb eine Unterscheidung wichtig. Diese beruht auf der Differenz von *sichtbar* und *visualisierbar* und wurde vom Ethnologen Peter Rudiak-Gould eingeführt. Rudiak-Gould hat für den Streit um die Sichtbarkeit des Klimawandels vorgeschlagen, *sichtbar* generell mit direktem Sehen gleichzusetzen, *visualisierbar* jedoch nur für solche Wahrnehmungen gelten zu lassen, die durch Prozesse wie Datenvisualisierung oder Berechnungen sichtbar gemacht werden.<sup>50</sup> Sichtbar, also durch die Sinne direkt erfahrbar, sind in dieser Hinsicht Klimawandelfolgen wie das Abschmelzen von Gletschern,

Permafrostböden oder Eisschilden, die Veränderung von lokalen Wettermustern oder der Wandel von Landschaften. Visualisierbar wiederum sind globale Temperaturen, CO<sub>2</sub>-Anteile in der Luft, die Verschiebung von Klimazonen, mögliche Risiken für bestimmte geografische Breiten, die Temperaturen der Vergangenheit oder die möglichen Klimazukünfte, wie sie von Simulationen berechnet werden.

Auch wenn diese Unterscheidung eine enorme Vereinfachung darstellt, da auch das direkte Sehen durch kulturelle Konventionen, Vorannahmen und zahlreiche Verzerrungen in der Wahrnehmung ein komplexer Vorgang ist, der einfache Annahmen von Direktheit und Unmittelbarkeit suggeriert, kann diese Unterscheidung als heuristisches Werkzeug fruchtbar sein, wenn es um die Frage der Klimawandelwahrnehmung geht. Denn mit der Unterscheidung von Sichtbarkeit und Sichtbarmachung lässt sich die politische Diskussion führen, wenn es um die gesellschaftlichen und kulturellen Dimensionen des Klimawandels und jene geht, die diesen Wandel bereits detektieren. Doch wenn diese Diskussion allein innerhalb der wissenschaftlichen Begrifflichkeit vom Klima als einem Abstraktum geführt wird, dann gerät die Frage der Wahrnehmung zu der politischen Frage, wer überhaupt befugt ist, als Zeuge des Klimawandels zu sprechen und angehört zu werden.

Aus diesem Grund sind medienästhetische Probleme hinsichtlich des Klimawandels nicht nur Fragen von Wissenschaft allein, sondern berühren den Kern bildpolitischer Fragen. Die rein wissenschaftliche Definition des Klimas als Abstraktum ist nämlich, wenn man sie verabsolutiert, trotz ihrer bestechenden Logik problematisch geworden, da sie zu der Debatte führt, ob eine Wahrnehmbarkeit des Klimawandels überhaupt möglich sei. Der wissenschaftlichen Definition, die allein eine Wahrnehmung mittels Instrumenten und einer Datenstatistik zulässt, stehen beispielsweise die persönlichen Erinnerungen älterer Menschen an andere Ausprägungen der Jahreszeiten entgegen, wie etwa vormals kältere Winter.

Kulturgeschichte lässt sich als eine Geschichte der zunehmenden Anpassung an die Widrigkeiten der verschiedenen Klimate erzählen. Stürme, Fluten, Hitze und Kälte sind es, die in der Geschichte des *Homo Faber* durch Technik erfolgreich abgemildert wurden. Als Lebewesen auf dieser Erde zu leben bedeutet, in jedem Moment des Daseins geografisch und eben auch klimatisch gebunden zu sein, auch wenn dies dem modernen Gedanken zuwiderläuft, der die Emanzipation von diesen Bedingungen behauptet.<sup>51</sup> Technischer und ökonomischer Fortschritt ist gleichbedeutend mit der zunehmenden Unabhängigkeit von Wetter und Klima. Kulturen entwickelten sich dort, wo Menschen die Natur veränderten oder zu beherrschen versuchten. Der *Homo Faber* kultiviert und beherrscht seine Umwelten. Diesen Kulturbegriff vergleicht der Kulturwissenschaftlicher Thomas Macho mit dem Klima: »Als Kultur wird ja bezeichnet, was die Menschen in Bearbeitung der Natur hervorgebracht haben, als Kultur wird aber auch bezeichnet, was den Individuen als eine nicht freiwillig gewählte, sondern historische, geografisch-klimatische, sprachliche oder politisch-religiöse Voraussetzung auferlegt wird. Wie das Klima kann die Kultur als Schicksal und Projekt zugleich betrachtet werden: als Bedingung und Ziel von Handlungen.«<sup>52</sup> Insofern muss bei der Frage der Klimawandelwahrnehmung immer auch gefragt werden, wofür bzw. für wen die Einschränkung auf wissenschaftliche Wahrnehmung Sinn macht. Was folgt, wenn wir uns dem Klima vor allem technisch und wissenschaftlich annähern? Was bleibt in dieser Perspektive ausgeklammert?

Was bei der Frage nach den auf Messdaten gegründeten Visualisierungsmöglichkeiten des Klimawandels jedoch bislang ausgeklammert blieb, ist die Frage nach dem Unvermögen, sich auszumalen, was diese Anschaufungen für die Gegenwart und Zukunft aussagen, die diesen Bildern trotz erfolgreicher Sichtbarmachung zu eigen ist. Denn auch in Anbetracht gelungener Sichtbarmachungen bleibt letztlich unvorstellbar, was die Bilder in der räumlichen Makelperspektive auf das Globale und in der zeitlich fernen Größenordnung ihrer Aussage bedeuten. Sie

überfordern in ihrer kolossalen Dimensionalität, sodass sich lokale und individuelle Belange kaum zu ihnen ins Verhältnis setzen lassen – die Aussagen bleiben abstrakt und lassen sich selbst mit großer Anstrengung nicht ausreichend vorstellen. Weil der Klimawandel das Denken und die Wahrnehmungsfähigkeit räumlich und zeitlich radikal überschreitet, ist der Klimawandel ein *Hyperobject*, wie es Timothy Morton nennt. In diesem Sinne ist aber auch der ältere Begriff einer *absoluten Metapher* zutreffend, den Hans Blumenberg für Begriffe wie »die Zukunft«, »die Geschichte« oder »die Erde« aufbrachte. Mit diesen Begriffen hat das Wort *Klimawandel* gemein, dass auch der Klimawandel keiner sinnlichen Anschauung zugänglich sind, dass also auch hier keine Betrachtung imstande ist, hinter diese Begriffe zu gelangen.

Aus diesem Grund ist das vorliegende Buch von der These geleitet, dass nicht nur ein Darstellungs-, sondern zudem ein Vorstellungsproblem besteht, wenn es um die Auswirkungen des Klimawandels auf Gesellschaften und ihre Kulturen in wissenschaftlich geweissagten Zukünften geht. Denn die zunehmend roten Karten und ansteigenden Kurven der Klimaforscher sprengen letztlich das Vorstellungsvermögen davon, was die Störung der natürlichen Ordnung in dieser Geschwindigkeit durch die Eingriffe des Menschen denn »wirklich« bedeuten, so wie Günther Anders in Anbetracht der Möglichkeit eines gigantischen Atomschlags in den 1950er-Jahren die Notwendigkeit der Ausbildung »moralischer Phantasien« einforderte, um sich die neue Realität einer möglichen totalen Vernichtung der Menschen durch die Menschen auch vorstellen zu können.<sup>53</sup>

Wenn jedoch ein Problem den lebensweltlichen Maßstab von Menschen um ein Vielfaches übersteigt, evoziert dies, wie Lorraine Daston schrieb, Gefühle von Horror und Terror, also Gefühle von Erstarrung, Entsetzen und Grausen, die als Reaktionen auf das Unheimliche gelten können.<sup>54</sup> Der Begriff *Klimakatastrophe*, der sich in den 1980er-Jahren zunächst für das einbürgerte,<sup>55</sup> was heute viel vager, um nicht zu sagen ungefährlicher und geradezu positiv *Klimawandel* heißt, benannte diese

Vorstellungslücke noch begrifflich. Betrachtet man mit Bruno Latour den Klimawandel als ein Hybrid aus untrennbar miteinander verschränkter Natur und Kultur, also ein Hybrid, das sich der binären Ordnung entzieht, wird die Parallelität zur Unvorstellbarkeit und zum Horror der Atombombe noch deutlicher. Denn der Klimawandel ist gleichzeitig real und konstruiert, ist Natur und Kultur zugleich, weil er durch gesellschaftliche Ziele und Handlungen hergestellt wurde; die aufgrund des anthropogenen Klimawandels verursachten Naturkatastrophen sind nicht mehr das Resultat einer höheren Gewalt, sondern das Ergebnis menschlicher Eingriffe.

Es ist die künstliche Trennung von Kultur und Natur in zwei Bereiche, wie Latour weiter ausführt, welche die Modernen vorgenommen haben, die ein Grund dafür ist, dass Kultur-Natur-Hybride wie Klimawandel, Artensterben oder Ozonloch nicht erfolgreich zum Teil der gegenwärtigen Politik gemacht werden können. Indem wiederum beispielsweise die Wissenschaft diese Dinge zum Sprechen bringt, lassen sich die Erkenntnisse der Naturwissenschaft in die Arena der Politik zurücktragen. Auf diese Weise könnte auch den Dingen der Naturwissenschaften wie schmelzendem Eis, Atmosphäre oder Ozeanen Gehör im Rahmen einer politischen Ökologie verschafft werden.

### Künstlerische Imaginationen

Im Rahmen dieses Buches spielen für die theoretische Fassung seines Gegenstands künstlerische Arbeiten eine wichtige Rolle. Sie erlauben es über ihre ästhetische, nicht sprachliche Anordnung, weitere Ebenen in die Analyse einzutragen. Indem eine Vielzahl künstlerischer Werke zum Vergleich in die Diskussion der wissenschaftlichen Bilder herangezogen wird, lassen sich die Grenzen, Widersprüchlichkeiten und Reibungen dieser Bilder in der Schwebe halten, da sie nicht bereits im Kontext eines instrumentellen Denkens stehen. Die Bildakte der Kunst erzeugen

auf diese Weise ein Gegengewicht zu den Sprechakten der Wörter und den zweckgerichteten Bildern der Forschung, sodass sie einen anderen Blick ermöglichen.

Bereits Romantiker wie August Wilhelm Schlegel hofften, dass die Künste das Unvorstellbare der Wissenschaften in begreifbare Formen bringen könnten. In Spiel- und Dokumentarfilmen, Computerspielen oder der Literatur wurden Fragen und Strategien einer »ökologisch motivierten Ästhetik« (Gernot Böhme) in den letzten Jahren zu wichtigen Positionen entwickelt, in denen die unauflöslichen Spannungen von Moral und Erkenntnis ins Verhältnis gesetzt werden sowie das »Projekt einer allgemeinen Theorie der sinnlichen Erkenntnis« und schließlich einer Ästhetik als »Teilstück einer neuen Naturphilosophie« bedeutsam wird.<sup>56</sup> »Die Grundfrage jeder Naturphilosophie ‚Was ist Natur?‘«, so Böhme weiter, sei heute »durch das sogenannte Umweltproblem motiviert, d. h. dadurch, daß der Mensch sich wieder dessen bewusst geworden ist, dass er unausweichlich selbst Natur ist und mit und in der Natur leben muss«, wobei mit Mensch abermals der Homo Faber gemeint sein müsste.<sup>57</sup> Um die Grenzen der rein wissenschaftlichen Rahmung von Klima und Klimawandel besser befragen zu können, wird in diesem Buch systematisch auf Kunstwerke zurückgegriffen. Kunst bildet mithin für die Analyse der wissenschaftlichen Bildprodukte eine Folie, auf die die Ästhetik des Klimawandels bezogen wird.

Dass die Kunst etwas für die Wahrnehmungs- und Darstellungsprobleme des Klimawandels tun, also das Unvorstellbare in begreifbare Formen bringen könne, diese Hoffnungen kehren heute wieder. Derartige Positionen liest man in den Texten der Kuratoren und Kuratorinnen, die Ausstellungen zum Thema Ökologie und Klimawandel ausgerichtet haben. Die programmatischen Katalogbeiträge zur Ausstellung *Rethink – Contemporary Art and Climate Change*, die anlässlich des Klimagipfels 2009 in Kopenhagen in mehreren Museen parallel gezeigt wurde, können exemplarisch für diese Hoffnungen hinsichtlich der Kunst stehen, aber auch *Sensing Climate Change* in Philadelphia (2013) oder

die Ausstellungen *Eimedia* und *Apokalypse Now*, die in Deutschland stattfanden.<sup>58</sup> Dafür kann beispielsweise ein Zitat der Kuratorin Sabine Himmelsbach stehen. Sie schrieb, dass die »politische, soziale und ökonomische Debatte [...] durch die Stimme der Kunst erweitert [wird], die unsere Verhaltensweisen infrage stellt, uns zu einem respektvollen Umgang mit unserer Umwelt und unseren natürlichen Ressourcen auffordert und Möglichkeiten aufzeigt, wie Veränderung möglich ist.«<sup>59</sup> Vera Tollmann wiederum benennt den Beitrag der Kunst im Stören, im Sichtbarmachen, im Vermitteln von Dringlichkeit sowie in der ästhetischen Erfahrbarmachung von komplexen Zusammenhängen.<sup>60</sup> In den Katalogbeiträgen zur Ausstellung *Rethink* heben die Kuratorinnen die Möglichkeit der Kunst für die Wahrnehmungsveränderung hervor, um Kategorien und Phänomene, die als selbstverständlich betrachtet werden, zu hinterfragen. Sie deuten auch die vage Hoffnung an, dass die durch Kunst ausgelösten Reflexionen möglicherweise zu Handlungen führen könnten, wobei Kunst die Rolle eines Seismografen für die Zukunft spielt, da in der Kunst latente gesellschaftliche Fragen geradezu hellseherisch an die Oberfläche gebracht würden. Außerdem könnte die Kunst Alternativen zu den herrschenden wissenschaftlichen und politischen Ansichten anbieten.<sup>61</sup> Alle sind sich jedoch darin einig, dass Kunst keine Lösungen anbieten (müsste), da Kunst außerhalb von anwendungsorientierten Zusammenhängen stehe. Dies betont auch Andrew Brown in seinem Katalog zu ökologischer Kunst: »[...] künstlerische Projekte sind zu einem sehr viel höheren Grad in der Lage Risiken zu widerstehen als typische wissenschaftliche Experimente, von denen oftmals handfeste Ergebnisse erwartet werden oder sogar ein Nutzen ihren Geldgebern gegenüber.«<sup>62</sup> Wie so oft in gesellschaftlich schwierigen Situationen, soll die Kunst das wiederholt konstatierte Defizit in der Kommunikation und im Wissen um den Klimawandel mit ihren ganz eigenen Mitteln lindern.<sup>63</sup> Künstlerinnen und Künstler besäßen das Repertoire und die Fähigkeit, plastischere und kulturell anschlussfähigere

Bilder als die Wissenschaftler zu schaffen. Dies zeigt, wie die heruntergebrannte Fackel der Erkenntnis an die Kunst- und Kulturschaffenden weitergeben wird, in der Hoffnung, diese könnten erfolgreicher formulieren, was die wissenschaftlichen Erkenntnisse des Klimawandels für die menschliche Kultur und ihre Zukunft bedeuten. Die Künstler sollen nicht weniger als das erklären, was die Wissenschaftler, Journalisten, Politiker nicht mehr zu vermitteln schaffen. Im optimalen Fall, so die Hoffnung, erleben die Rezipienten derartiger Kunstwerke eine innere Veränderung, die nicht nur zu einem höheren Klimabewusstsein führt, sondern auch in neue Praktiken des Alltags mündet. Kunst soll also nicht nur erklären, sondern auch konkret etwas verändern und, wenngleich nicht Lösungen finden, so doch praktikable Lösungsvorschläge vorstellen.

Die vorliegende Monografie ist von einem etwas vorsichtigeren Anspruch an die Kunst geleitet, wenn es um die Verbindung von Wissen und Handeln geht. Künstlerische Arbeitsweisen können aber in der Tat für die Diskussion des Klimawandels bedeutsam werden, da es zu ihren genuinen Potenzialen gehört, ästhetische *Wahrnehmungssituationen* zu kreieren und Sichtbarkeit zu erzeugen. Kunst besitzt alternative Möglichkeiten der Erfahrbarmachung abstrakter, heute oftmals rein wissenschaftlicher Gegenstände. Denn das Wissen um den Klimawandel liegt auf der Ebene der Information in Form von nüchternen globalen Grafiken und Kurven vor, nicht jedoch auf der Ebene der ästhetischen Wahrnehmung und der Erfahrung. Wie man allerdings vom Wissen zum Handeln oder von der Ästhetik zum Handeln kommt – das wird das Thema der kommenden Jahre in allen Bereichen der Klimawandelkommunikation sein.<sup>64</sup> Die Methoden dieses Buches liefern hierzu keine eindeutigen Lösungen, sondern wollen vielmehr dazu anregen, die Komplexität der visuellen Kommunikation und die oftmals subtile Vieldeutigkeit von Bildern ernst zu nehmen. Erst wenn man dies bedenkt, lassen sich eventuell bessere, »maßgeschneiderte« Kommunikationsangebote, aktivierende und ermächtigende Bilder für unterschiedliche

Rezipientengruppen finden. Dies wird zurzeit auf zahlreichen internationalen Konferenzen zur Klimawandelkommunikation gefordert, die einen Beitrag zur Lösung des Problems jenseits einfacher PR-Methoden liefern möchten.

### Bildpolitiken des Klimawandels

Im Vergleich zu den Anfängen der Klimawissenschaft um 1800 hat sich die Rolle der Bilder vom Klima deutlich gewandelt. Spielten Erkenntnis, Wahrnehmung und Sichtbarmachung lange eine Schlüsselrolle, so sind die Bilder mit der Entdeckung des menschlich verursachten Klimawandels explizit politische Bilder geworden. Zwar waren auch die frühen Bilder der Klimazonen niemals frei von Politik, also reine Medien der Erkenntnis – das Verständnis der Klimazonen beispielsweise ließ sich für die Suche nach neuen Anbaugebieten in Europa und in den Kolonien nutzen und gehörte zum Staatswissen. Doch die Ebenen der Bildpolitik haben sich vor allem mit der Erkenntnis des Klimawandels drastisch verschoben.

An dieser Stelle muss deshalb genauer dargelegt werden, inwiefern es sich bei den Visualisierungen vom Klimawandel nicht allein um epistemische Bilder, sondern um eine politische Ästhetik, um politische Bilder handelt, die zu der allgemeinen, ästhetischen Frage der Klimawandelwahrnehmung hinzutritt. Diese Rolle wird vor allem dann deutlich, wenn wissenschaftliche Bilder als Instrumente der Kommunikation für außerwissenschaftliche Kreise verwendet werden. Die Vielschichtigkeit der Rollen, die Bilder in diesem Zusammenhang übernehmen, lässt sich anhand von zwei Beispielen entwickeln.

Bei einer Pressekonferenz des Weltklimarats anlässlich des fünften Berichts seit 1990 projizierten die Veranstalter ausgewählte Grafiken an die Wand, die für die Forschungskondensate des neuen Berichts zum Klimawandel und ihre politische Relevanz stehen können. Thomas Stocker, Vorsitzender der Working

Observed change in surface temperature 1901–2012

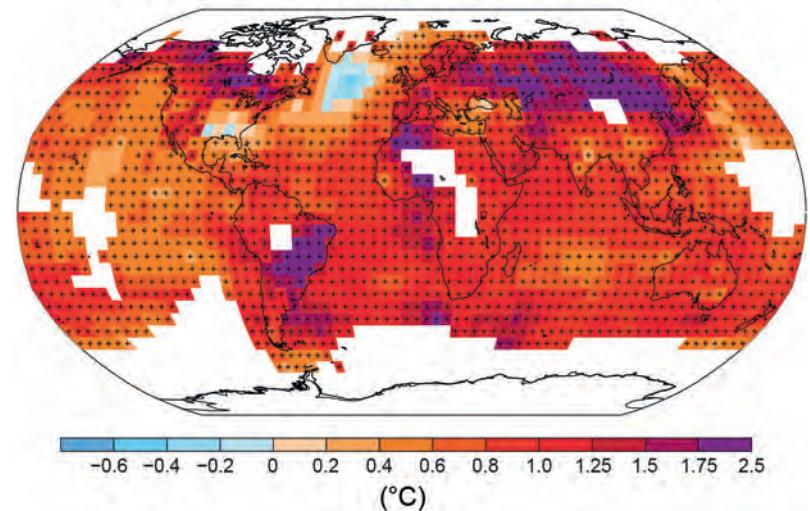


Abb. 6: »Das Gesicht der Erde«. Beobachtete Temperaturveränderungen der Oberfläche in den Jahren 1901 bis 2012. Die Temperaturveränderungen von -0,6 bis 2,5 Grad Celsius werden in den Farben Blau, Orange, Rot, Gelb und Magenta markiert. Weiße Bereiche zeigen an, wo die Daten nicht robust genug für eine Aussage waren, Weltklimarat, 2015.

Group I, die zu den physikalischen Grundlagen des Klimawandels arbeitet, kommentierte eine rot gefärbte Weltkarte mit dem Satz: »Dies ist das Antlitz unseres Planeten mit Blick auf die Atmosphäre. Sie ist rot. Die Welt erwärmt sich. Der Trend, den Sie sehen, zeigt sich deutlich in der Farbe Rot.«<sup>65</sup> (Abb. 6) Die drastische Farbwahl dieses Bildes zeigt bereits das Klima der Gegenwart als stark veränderte Realität, die auf eine Zukunft verweist, die es mit politischen Mitteln abzuwenden gilt.

Ein weiteres Bild, jedoch aus dem Cartoon-Genre, inszeniert das Spannungsverhältnis von Ökologie und Politik sehr plastisch (Abb. 7).

Ein Vertreter der Wirtschaft (»big business«) steht hinter einem Rednerpult und deutet auf eine ansteigende Kurve an der Wand über dem Auditorium. Der Vertreter erklärt seinem Publikum: »Unsere Lösung ist es, die Erde nur bis knapp unter diesen

## COUNTERTHINK

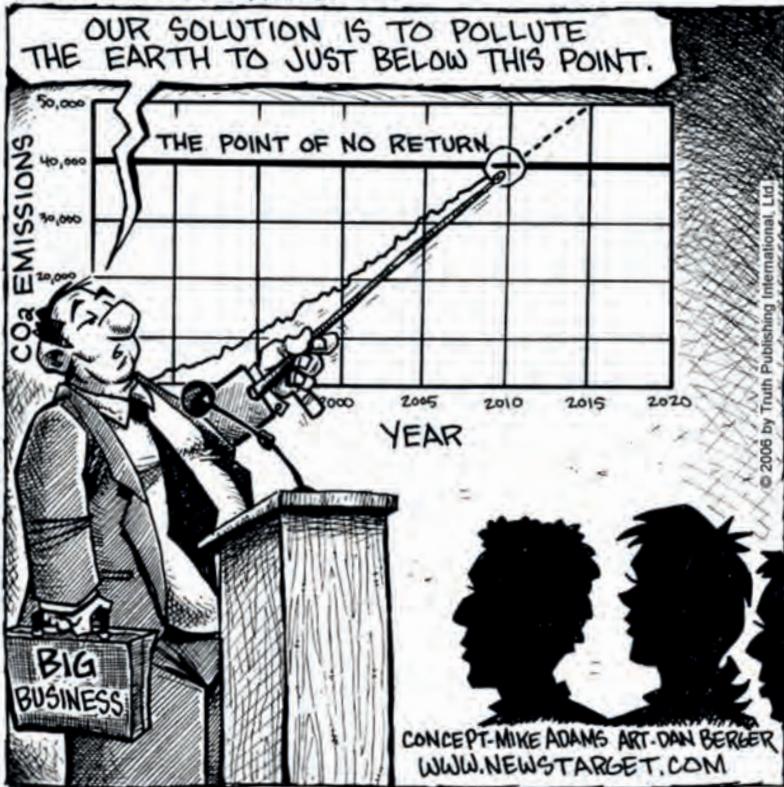


Abb. 7: »Unsere Lösung ist es, die Erde nur bis knapp vor diesen Punkt mit Abgasen zu verpesten.« Cartoon von Mike Adams und Dan Berger.

Punkt zu verschmutzen.« Dabei weist die Spitze seines Zeigestabes auf einen Punkt der Kurve, der mit »The point of no return«, also dem Umkehrgrenzpunkt beschriftet ist.

Die Beispiele verdeutlichen die Ebenen des Umgangs mit Forschungsergebnissen, wenn es um die Kommunikation von Risiken in außerwissenschaftlichen Feldern geht. Einerseits zeigen die aktuellen Kurven und Karten der Klimaforschung in komprimierter Form, was es heute über das Klima zu wissen gibt. Gleichzeitig führt die Omnipräsenz von Grafiken über die Kontexte hinweg zu einem Wechselspiel. Mit der Politisierung des Themas in den letzten Jahrzehnten hat sich der Status der Klimabilder markant gewandelt. Seither sind Klimabilder implizit politische Bilder bzw. Bildagenten, die meinungsbildend eingesetzt werden. Die aussagekräftigsten Bilder der Klimaforscher avancierten zum Dreh- und Angelpunkt im klimapolitischen Diskurs, um das Klima als Gegenstand der Sorge um die Zukunft der Erde zu vermitteln. Dabei wechseln Bilder und Bildstrategien zwischen den Kontexten Wissenschaft, Politik und Gesellschaft hin und her. Es vermischen sich alarmierende Bildrhetoriken der Dringlichkeit, suggestive Zusätzungen, das generelle Vertrauen in Zahlen und die vielfältigen Ansprüche an eine »objektive Wahrheit«.

Im zweiten Teil dieser Arbeit soll deshalb anhand von Beispielen diskutiert werden, wie wissenschaftliche Grafiken 1.) fest in den rhetorischen Zusammenhang von Sprechakten eingebettet sind: Auf die wissenschaftlichen Grafiken der Klimaforschung nehmen nicht nur Wissenschaftler, sondern auch Wirtschaftsvertreter, Lobbyisten, Politiker, Umweltaktivisten oder Pädagogen Bezug – sie alle richten ihre Pointer auf die Bilder. Mit diesen bildrhetorischen Ebenen eng verknüpft ist die Frage, wie die Bilder 2.) vielfältige Rollen der Erzeugung von Glaubwürdigkeit oder Evidenz einnehmen. Diese gründen auf dem Ideal, dass man nur glauben kann, was man auch sieht (»seeing is believing«), wie es die Alltagserfahrung lehrt. 3.) sind die Bilder des Klimawandels politisch, weil sie nicht weniger als das verändern sollen, was sie zeigen (also beispielsweise den weiteren Anstieg von

CO<sub>2</sub>-Emissionen). Ebenen des Faktischen vermischen sich mit Ebenen der Moral – die Bilder dienen im Diskurs als Agenten, die wie eine Brücke vom Wissen zum Handeln überleiten sollen. Damit steht 4.) die Rolle der Klimawandelbilder als Instrumente der Entscheidung in enger Verbindung. Politiker sollen sie als Basis und Führungshilfe verwenden, um von ihren Erkenntnissen ausgehend eine vernünftige, wissenschaftlich geleitete Politik zu machen. Und schließlich können 5.) die Bildwelten der Klimaforschung als Weltbilder oder Kosmogramme des »Anthropozäns« verstanden werden, da sie ein neues Wissen über die Welt als Ganzes und ihr Schicksal beinhalten. Sie beeinflussen so die Vorstellungen von möglichen Zukünften der Erde. An diese Einschätzung knüpft an, dass die Bilder der Klimaforschung aufgrund der Monstrosität dessen, was sie darstellen, zahlreiche kollektive Assoziationen wie die vom Ende der Welt oder aber von neuen Techno-Utopien freisetzen. Die vielfältigen Ebenen und Funktionen, auf denen wissenschaftliche Bilder vom Klimawandel ihre Wirkung entfalten, sind äußerst vermischt und vieldeutig. Oft stehen sie im Widerspruch zum Postulat wissenschaftlicher Eindeutigkeit, Faktizität, Rationalität und Objektivität.

### Bildaktivierung oder vom Wissen zum Handeln

Der frühe Infografiker und Bildaufklärer Otto Neurath (1882–1945) benannte die Scharnierfunktion von Infografiken auf der Schwelle von Wissenschaft und Politik bereits früh, wenn es um die Kommunikation von entscheidungsrelevantem Wissen zwischen wissenschaftlichen Experten und »Laien« geht.

Ich habe die Erfahrung gemacht, dass die meisten so sind wie ich – sie wollen allgemeines Wissen über die Umwelt im eigenen Land und im Ausland erwerben, aber das nur als Laien und nicht als Experten. Experten

können uns von ihren Forschungen berichten, aber für uns entscheiden können sie nicht, weil sie von ihren eigenen Wünschen und ihrer persönlichen Sicht beeinflusst sind. Deshalb benötigen wir, immer wenn es um das Schicksal von Einzelnen oder von Gemeinschaften geht, umfassendes Wissen, damit wir selbstständig entscheiden können. Aus diesem Grund halte ich visuelle Hilfen für so wichtig, vor allem wenn wir uns selbst und andere als Bürger bilden wollen.<sup>66</sup>

Auch für die Klimavisualisierung ist eine zweifache Rolle der Bilder leitend, die für den Bildgebrauch in den Wissenschaften generell prägend ist: Im Prozess der Forschung dienen Bilder zunächst der *Exploration*; wenn die Forschungen abgeschlossen sind, wird die Funktion der *Präsentation* maßgeblich, also die Kommunikation von Ergebnissen an Dritte. So ist die Klimaforschung ein sprechendes Beispiel dafür, wie in modernen, globalisierten Risikogesellschaften Wissen hergestellt und vermittelt wird. Die Bilder bringen in den Blick, wie sich das Klima vor den Augen der Forscher mit der Erkenntnis des anthropogenen Klimawandels zu einem politischen Gegenstand der Sorge entwickelte.

Bilder werden nach ihrer visuellen Rhetorik und dem Maß ihrer anschaulichen »Prägnanz« ausgewählt; sie sollen nicht weniger als das verändern, was sie zeigen – also die Entscheidungsträger informieren, warnen und beeinflussen. Ulrich Beck gestand der Inszenierung des Weltrisikos eine Imaginationskraft zu, die in dieser Weise über die Vergegenwärtigung der Zukunft das Handeln von heute verändern kann: »Denn nur durch die Vergegenwärtigung, die Inszenierung des Weltrisikos wird die Zukunft der Katastrophe Gegenwart – oft mit dem Ziel, diese abzuwenden, indem auf gegenwärtige Entscheidungen Einfluss genommen wird.<sup>67</sup> Unterschiedliche Wertesysteme von Ethos, Pathos und wissenschaftlicher Rationalität treten bei diesem komplizierten Wechselspiel der Bildfunktionen zwischen Wissenschaft und Politik in Konkurrenz; mitunter untergraben sie die

wissenschaftliche Glaubwürdigkeit. Diese Vermischungen sind insbesondere an den Bildern ablesbar.

Im Falle der Klimawandelkommunikation muss eine generelle Problematik bei der politischen Kommunikation von ökologischen Gefahren diskutiert werden, die bereits Niklas Luhmann in seinem Buch *Ökologische Kommunikation: Kann die moderne Gesellschaft sich auf ökologische Gefährdungen einstellen?* sowie Ulrich Beck in *Risikogesellschaft* angesichts atomarer Risiken thematisiert haben – beide Bücher erschienen 1986 unmittelbar nach dem Reaktorunglück von Tschernobyl. Die Autoren thematisierten die generelle Problematik, dass Wissen eben nicht automatisch zum Handeln führt. In der Globalität des Problems sowie aufgrund ihrer Eigenschaft, ein menschliches Produkt zu sein, ist die Atomkraft mit dem Klimawandel durchaus vergleichbar. Die Frage jedoch, wie man vom Wissen zum Handeln kommt, ist, seit der Klimawandel in den 1990er-Jahren als globales Risiko in den Blick geriet, ebenfalls virulent, lässt sich doch die gegenwärtige Lage mit dem Satz zusammenfassen: Wir wissen genug, doch wir tun fast nichts.

Diesen Zweifeln zum Trotz knüpfen viele Akteure aus Politik, Bildung und Wissenschaft an Bilder im Feld der Klimawandelkommunikation die Hoffnung, dass diese die Kluft zwischen Wissen und Handeln zu überbrücken in der Lage seien. Die Hoffnung an besonders plastische, evidente und prägnante Bilder über den Klimawandel besteht darin, dass diese umfassend aufklären und die Menschen von der Gefahrenlage überzeugen könnten. Dass wirkungsvolle und effektive Bilder es also vermögen, nicht nur das Wissen in die Köpfe zu bringen, sondern auch das Bewusstsein und Denken ihrer Betrachter so zu verändern, dass sie deren Einstellungen und politische Haltungen beeinflussen. Es ist diese Auffassung von Bildwirkung, die Hand in Hand mit dem Ideal geht, Grafiken und Karten seien zu größtmöglich zwingender Evidenz und Prägnanz zu schärfen, um die Dringlichkeit des Problems möglichst eindeutig an die Entscheidungsträger zu vermitteln. Aus diesem Grund wird Grafiken

eine Scharnierfunktion zugesprochen, indem sie wie durch eine Drehtür Wissenschaft, Politik und Gesellschaft miteinander verbinden und in Austausch bringen. Im Falle der Bilder geht es also um die Frage, wie man von der *Ästhetik zum Handeln* gelangt.

Es sind diese Funktionen von Bildern als »visuelle Hilfen« und Entscheidungsinstrumente, die ihnen im Transitbereich zwischen Politik und Wissenschaft zugewiesen werden. Denn die Bildwelten des Klimawandels erfüllen vielfältige Funktionen: als Erkenntnisinstrumente, Entscheidungshilfen und Handlungsanweisungen, als Appelle, Beweise oder Gegenargumente. Je nachdem, wer sich ihrer bedient, verändert sich nicht nur die Rolle, sondern auch die Bedeutungen der Grafiken verschieben sich. Während für einen Umweltschützer die Darstellung ansteigender CO<sub>2</sub>-Werte einem Handlungsappell gleichkommt, der danach ruft, weniger Emissionen zu produzieren, also Lebensstile radikal zu verändern, kann ein fortschrittsoptimistischer Ingenieur darin die Anforderung für neue technische Lösungen sehen, ein Lobbyist von einem klimawandelskeptischen »Think Tank« wiederum den Beweisanspruch einer derartigen Grafik schllichtweg infrage stellen. Auch wenn die wissenschaftlichen Grafiken an sich derartige Fragen gar nicht beantworten, indizieren sie eine Polyphonie von Glaubensfragen und Handlungstableitungen, die teilweise widersprüchlich sind. Die Grafiken der Klimaforschung lassen deshalb erforschen, wie epistemisch fragil Expertenbilder sind, wenn sie den visuellen Diskurs der Wissenschaftler verlassen. Auch für die Expertenbilder des Klimawandels gilt, dass sie aufgrund ihres Charakters als *immutable mobiles*, also formstabile Transitmedien (Bruno Latour), »besonders mobile Objekte« darstellen, die ein hohes Maß an »semantische[r] Flexibilität«<sup>68</sup> bereitstellen.

Eine vielschichtige Erforschung von Bildern, die den Klimawandel als globales Risiko und Gefahr kommunizieren, forderte Mike Hulme, wenn er unterschiedliche Kommunikationsformen von Risiken gemäß ihren affektiven und rationalen Anteilen in ihrer Rolle als Verstärker diskutiert. Die vielen unterschiedlichen

Bilder, Sprachen und Zeichen müssten in ihrer Rolle für die Risikowahrnehmung weiter untersucht werden, wobei Hulme darauf hinweist, wie unterschiedlich Risiken je nach Kontext und Persönlichkeit wahrgenommen werden: »So bleibt uns nichts weiter, als uns unsere eigenen inneren Landkarten der Klimawandelkrise herzustellen, indem wir uns auf unsere Weltsichten, unsere eigenen Erfahrungen mit klimatischen Gefahren und unsere unausgesprochenen Rangordnungen im Vertrauen auf die vielfältigen Stimmen stützen, die wir hören und lesen und welche um unsere Aufmerksamkeit ringen.«<sup>69</sup> An diese Betrachtung knüpft diese Studie an, indem sie mittels einer differenzierten Bildkritik die klimawissenschaftlichen Bildwelten anhand von Einzelbeispielen in ihrer Vieldeutigkeit als Weltbilder befragt. Denn Bilder können wie die Kleckse eines Rorschachtests äußerst weitreichende und vielfältige Assoziationen anregen, sodass auch die nüchternen Karten und Kurven der Klimawandelexperten eng mit dem kollektiven Bildgedächtnis verwoben bleiben.

#### **Methodische Vorbemerkung zu einer Genealogie zirkulierender Bilder**

Geisteswissenschaftliche Forschungen zum Themenfeld Klimabilder und Klimavisualisierung wurden bislang in größerem Umfang vor allem im englischen Sprachraum unternommen. Das Thema zeichnet sich durch große Interdisziplinarität aus, sodass unterschiedliche Disziplinen wie die Medien- und Kommunikationswissenschaften, die Rhetorik, die Kultur- und Kunstgeschichte, die Wissenschaftsgeschichte und die Anthropologie einen jeweils spezifischen Beitrag leisten. Die Perspektiven auf Klimabilder sind ebenso vielfältig; sie behandeln wirkungstheoretische Fragestellungen, wie Bilder zu veränderten Überzeugungen oder gar zu einem veränderten Handeln beitragen können, oder rhetorische Fragestellungen, wie Argumente durch wissenschaftliche Grafiken des Weltklimarats zugespitzt werden, oder

sie versuchen, den Gebrauch von Klimabildern in den Medien zu systematisieren. Darüber hinaus spielt die Frage eine zentrale Rolle, wie im Falle von Klimabildern Unsichtbares sichtbar gemacht wird und welchen epistemischen Status die Bilder für die Wissenschaft innehaben. Die Analysen zeichnen sich gleichzeitig durch ein weites Spektrum von behandelten Beispielen aus, da Klima und Klimawandel auf sehr unterschiedliche Weise visualisiert werden können. Diese reichen von Klimawandel-Comics über Illustrationen in Zeitungen oder in Kommunikationsmedien von Umwelt-NGOs über globale und digitale Darstellungen wie die von Google Earth, wissenschaftliche Expertengrafiken, Landschaftsfotografie und Werbung bis hin zu künstlerischen Auseinandersetzungen.<sup>70</sup> Darüber hinaus gibt es zahlreiche Aufsätze, die fruchtbare Beiträge leisten, und zahlreiche Kataloge zu Ausstellungen, die das Thema Ökologie, Klimawandel und Kunst behandeln.<sup>71</sup> Sie dokumentieren den Zuwachs an Relevanz dieses Feldes in Wissenschaft und Gesellschaft.

Um die visuellen Bestandteile des Diskurses zu betonen, hat Karin Knorr-Cetina von »Viskursen« gesprochen.<sup>72</sup> Streng genommen ist dieser Begriff überflüssig, da Michel Foucaults Begriff vom Diskurs bereits visuelle Bestandteile sowie Praktiken explizit einschließt, nichtsdestotrotz vermag er die oftmals vernachlässigte visuelle Seite des Diskurses wörtlich zu benennen. Philipp Sarasin fasste diesen weiten Diskursbegriff bei Foucault folgendermaßen zusammen: »Jede Form von Wirklichkeit, über die Historiker schreiben möchten, ist [...] ohne Repräsentationssysteme von Texten, Statistiken, visuellen Darstellungen etc. nicht fassbar, sondern bleibt immer nur durch diese nie vollständig transparenten Sprachen und Repräsentationsmedien vermittelt.«<sup>73</sup> Diskurse, auch wenn die Wortwurzel auf »das Gesagte« weist, bestehen ebenso aus sprachlichen wie nicht sprachlichen Praktiken, was Bilder ausdrücklich einschließt.

Bilder werden hier in diesem diskursiven Sinne in ihrer Verkettung mit weiteren Bildern betrachtet, um zu zeigen, wie ein

einzelner Bildtyp in anderen Medien und Kontexten weiterwirkt und dabei transformiert wurde. Der Diskurs der Bilder wiederum wird in Anlehnung an Ludwik Flecks Idee eines »intrakollektiven Gedankenverkehrs« beschrieben, der vom Denkstil eines Kollektivs geprägt ist. Fleck setzt voraus, dass es zwischen den innerwissenschaftlichen Fachkreisen und den außerwissenschaftlichen Kreisen interessierter Laien eine Einflussnahme in beide Richtungen gibt. Zudem gibt es feine Abstufungen zwischen den Bereichen, also Spezialgebiete und allgemeinere Wissenschaften, die wiederum als Mittler in die außerwissenschaftlichen Kreise wirken. Diese spiegeln sich auch in den verschiedenen Publikationsformen aus der Zeitschriftenwissenschaft, Handbuchwissenschaft und der populären Wissenschaft wider, die weiter unterteilt werden können. So ließe sich die Klimawissenschaft weiter in die Report-Wissenschaft sowie in die populäre Wissenschaft in Form von Tagespresse, Fernsehen, Blogs, Zeitschriften untergliedern. Wichtig ist: Der intrakollektive Gedankenverkehr wirkt laut Fleck in beide Richtungen: Die populäre Wissenschaft »bildet die spezifische öffentliche Meinung und die Weltanschauung und wirkt in dieser Gestalt auf den Fachmann zurück«.<sup>74</sup> Gleichzeitig ist hier ein Schema gewonnen, mit dem sich die Vervielfältigung von Denkbildern und Denkstilen fassen lässt, die Distribution von Wissen und Glauben in Form von Bildern. Denkstil wird von Fleck als »gerichtetes Wahrnehmen und entsprechendes Verarbeiten des Wahrgenommenen«<sup>75</sup> definiert, die Bilder der Wissenschaften wiederum als »Sinnbilder« und »Ideo-Gramme« interpretiert.<sup>76</sup> Wenn die Grafiken dabei in der Analyse von ihren Bildunterschriften und rahmenden Texten getrennt werden, so deshalb, weil in der gängigen Praxis der Bildverbreitung eben dies geschieht: Als »immutable mobiles« werden Bilder – ob es die Autoren wollen oder nicht – oftmals von allen Informationen außerhalb des Bildrahmens getrennt und beginnen »für sich« zu sprechen.<sup>77</sup> Die Bilder des Klimawandels lassen sich einfach kopieren und verbreiten, weshalb sie auch noch immer wichtiger

sind als die vielen interaktiven Grafiken zum Klimawandel, die es inzwischen gibt.

Der wechselnde Fokus von Einzelbildern auf Bildfelder und von der Geschichte auf die Gegenwart zielt im vorliegenden Buch auf die Erarbeitung einer *Genealogie* oder *Ontologie* der gegenwärtigen *Klimadebatte*. Mit der Erforschung der historischen und aktuellen Klimabilder soll so ein Beitrag für die analytische Durchdringung eines gegenwärtig besonders virulenten wissenschaftlichen und soziopolitischen Problemfeldes geleistet werden. Das Buch ist mithin nicht nur mit dem Ziel verfasst, die Bedingungen des Klimawissens in Bildern zu analysieren, sondern auch Orientierungswissen zu schaffen, das über die Grenzen der Bildwissenschaft und Wissenschaftsgeschichte hinaus wirkt. Denn indem das Thema nicht nur historisch bearbeitet wird, sondern auch aktuelle Klimabilder auf ihre Visualisierungsgeschichte hin befragt werden, lassen sich Erkenntnisse über den gegenwärtigen Status quo der Klimadarstellungen gewinnen. Inszenierungen des Klimas und des Klimawandels in Form von Bildern wie Karten, Kurven und Schemata werden hierzu in ihren Details und Schichten analysiert. Diese reichen von den frühen Klimageografien bis hin zu Klimadiagrammen von möglichen Zukünften als Entscheidungshilfen für Politiker.

Dieser genealogische Fokus auf die Klimavisualisierung beruht auf der Annahme, dass durch eine Genealogie der Gegenwart ein Verständnis zutage befördert werden kann, das für die Einschätzung des Heute unerlässlich ist. Deshalb habe ich von meinem anfänglichen Vorhaben, eine umfassende Übersichtsgeschichte des Klimas seit 1800 zu liefern, im Verlauf der Untersuchung Abstand genommen. Denn es zeigte sich, dass bei der chronologischen Betrachtung der Zonenkarten oder der zunehmenden Verwendung von Kurven bloß das Material anwuchs, nicht jedoch die Erkenntnis. Aus diesem Grund werden hier nur jene Schlüsselbilder analysiert, die Aspekte eines epochalen Einschnitts aufweisen, der das »Bedingungsgeflecht maßgeblich

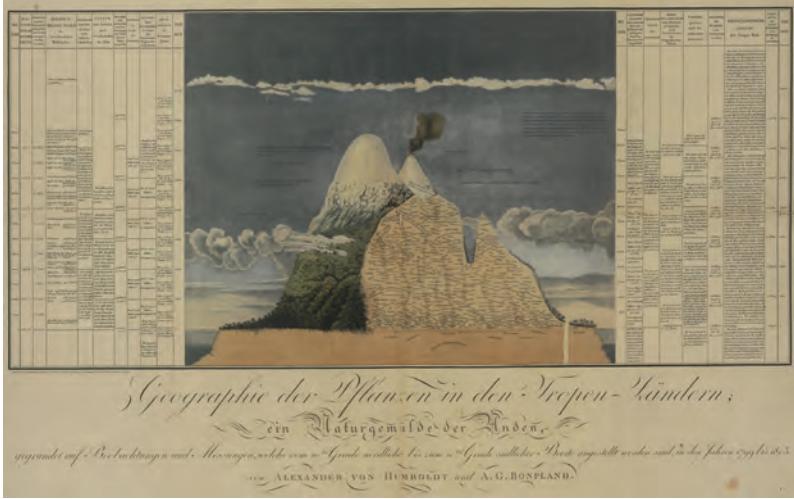


Abb. 8: Alexander von Humboldt, *Geographie der Pflanzen in den Tropen-Ländern; ein Naturgemälde der Anden*, 1807. Die Grafik zeigt die Pflanzengeografie, die Atmosphäre und die Geologie der Anden im Schnitt.

veränderte, das Wissen und Erkenntnis ermöglicht[e].<sup>78</sup> Eine solche Funktion besitzen beispielsweise die Visualisierung von Wetterdaten als Klimakarte durch Alexander von Humboldt aus dem Jahr 1817 oder die frühen Bilder eines Klimasystemdenkens. Dieses Bedingungsgeflecht zu beschreiben, ist das Ziel meines Buches, da dieses Geflecht die Ordnung ist, »die darüber entscheidet, wie Erfahrung, Wissen und Erkenntnis entstehen, was zu denken, was zu wissen und was zu erkennen möglich ist und was nicht.«<sup>79</sup> Die ersten Datenvisualisierungen in Form von Klimazonenkarten können so als die Signatur einer neuen Epoche betrachtet werden: Die analytische Grafik setzte eine neue Ordnung ins Bild, ordnete Wissen visuell neu an.

Die grafischen Bedingungen des Wissens und ihre Möglichkeiten von den Anfängen her zu beschreiben, ist aber auch deshalb interessant, weil hier Visualisierungspraktiken noch als tastende Versuche gelten müssen; sie waren in ihren Funktionen

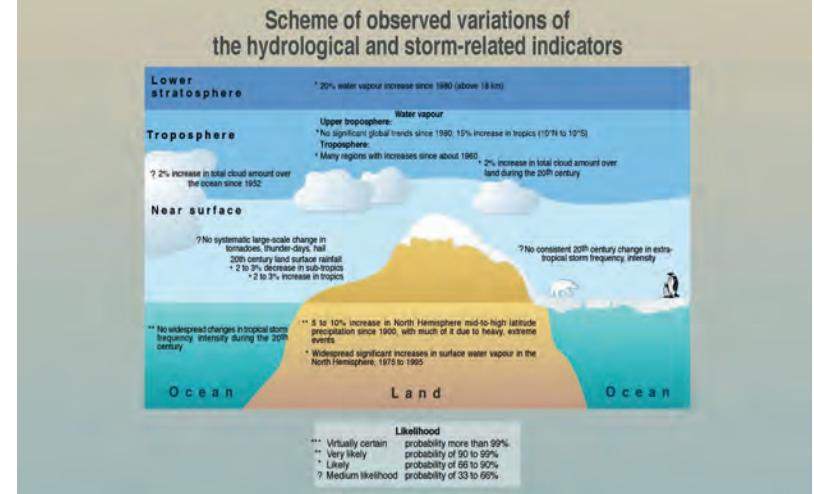


Abb. 9: Modellhafte Darstellung eines Teilsystems des Klimas, Weltklimarat, 2001.

und Möglichkeiten noch mehrdeutig. Denn in den frühen Phasen der Visualisierung wurde eine Vielfalt an Methoden analytischer Grafik erprobt, die später durch Standardisierungen und Lehrbücher verdrängt wurden. In dieser Hinsicht gewinnen Skizzen und Handzeichnungen eine besondere Bedeutung, da sie deutlichere Rückschlüsse darauf erlauben, wie Erkenntnis mit diagrammatischen und kartografischen Praktiken verknüpft ist. Die Vorskizzen sowie die frühen Experimente mit grafischen Methoden sind innerhalb der vorliegenden Bildgeschichte des Klimas zentral, weil sie zu einem Zeitpunkt entwickelt wurden, als der Erfolg oder Misserfolg einer grafischen Methode noch nicht klar erwiesen war. Die Suche nach der »richtigen« (»optimalen«, »erfolgreichsten«) Darstellungsweise war noch offen, die grafischen Formexperimente waren noch nicht zu lehrbuchhaften Methoden ausgehärtet. Dieser noch »flüssige« Zustand grafischer Praxis an ihren Anfängen erlaubt eine Reflexion darüber, was

als prägnant, optimiert, effektiv, evident und objektiv bewertet wurde, als derartige Kriterien zur Bewertung von Grafiken in ihren Konturen noch unscharf waren. Auf diese Weise kann die Untersuchung dem Anspruch näher kommen, die Wissensgenerierung *im Machen* zu analysieren, also in Praktiken der Verdatung, der Messung oder der Zeichnung.

Diese Perspektive ist keiner kohärenten Geschichte technischen Fortschritts verpflichtet, sondern an losen Stationen und mannigfältigen Versuchen interessiert, Daten mittels visueller Methoden sichtbar zu machen. Der historische Ansatz verfolgt also die Genese der analytischen Grafik in einem beweglichen Feld, in welchem sich heterogene Dinge zu einem Netz verknöten (Michel Foucault). Gleichzeitig hat sich gezeigt, dass zwei der Bilder vom Beginn der Klimatologie auch heute noch als Bildtypen Bestand haben: die Klimazonenkarte ebenso wie das Bergschema vom Klimasystem (Abb. 8 und Abb. 9).

Andere Bildtypen, die hier ebenfalls Erwähnung finden, wurden durch spätere Standards und Konventionalisierungen aufgegeben. Doch auch heute sind Datengrafiken wie die paläoklimatische Grafik mit dem Spitznamen »Hockey Stick«, »Burning Ember« oder »Burning Worlds« Signaturen einer Epoche. Ihrer Entstehung, Geschichte und Verwendung als einer wirkmächtigen Form für die Wahrnehmung und Produktion von Wirklichkeit widmet sich diese Untersuchung.

## Teil I Genealogie. Die Sichtbarmachung von Wetter und Klima

### Die Geschichtsschreiber des Luftkreises Frühe Daten, Listen und Tabellen

In einer Einstellung des Films *Time & Temperature* des amerikanischen Konzeptkünstlers John Baldessari (\*1931) aus den Jahren 1972/73 sind eine kleine gläserne Sanduhr und ein Thermometer zu sehen (Abb. 10).

Die Instrumente werden in Nahaufnahme über einer hellen Tischplatte zwischen den Fingerspitzen von zwei Händen wie die Figuren eines kleinen Puppenspiels präsentiert. Hellblauer Sand rieselt langsam vom oberen Glaskolben der Sanduhr durch den dünnen Hals nach unten. Gleichzeitig dehnt sich die rote Flüssigkeit im Thermometer aus. Beginnend bei 20 Grad Fahrenheit kann das Auge der Linie folgen, wie sie innerhalb der ersten 30 Sekunden rasch auf 70 Grad Fahrenheit ansteigt. Ab hier verringert sich das Tempo. Die verbleibenden Minuten des Films kriecht die rote Linie langsam weiter auf 100 Grad Fahrenheit (knapp 38 Grad Celsius). Sobald diese Temperatur erreicht ist, ziehen die Hände die Gegenstände aus dem Bild. Hier endet der Film.



Abb. 10: John Baldessari: *Time & Temperature*, Still aus dem Stummfilm *Four Short Films*, Super 8mm, 6:15 min, 1972/73.

Diese stumme Szene ist der längste Teil der Super-8-Produktion *Four Short Films* (1972/1973), in dem vier Sequenzen von insgesamt 5:42 Minuten zu sehen sind. Im Rahmen einer Betrachtung von Bildern des Klimas kann dieser Film als Beispiel dienen, um einen Zusammenhang plastisch zu verdeutlichen, der grundlegend für die Wissenschaften vom Wetter und Klima ist: die Messung von unsichtbaren Größen wie Temperatur, Wind oder Luftdruck mittels Instrumenten. Derartige Phänomene lassen sich zwar fühlen, jedoch nur über Verfahren der Messung quantifizieren und systematisch studieren. Darüber hinaus stellt der Film die grundlegende Abhängigkeit einer Betrachtung derartiger Phänomene von der Zeit heraus. Es sind die aus den Phänomenen destillierten Zahlen, durch die das Wetter maßgeblich erforschbar wird.

Wenngleich das Sprechen über Temperaturen in Form von Zahlen im Alltag naturalisiert worden ist, wird die künstliche Überführung von Wärmeenergie in Messgrößen, die diesem

Sprechen zugrunde liegt, durch Baldessari wieder ins Zentrum gerückt. Die Temperatur ist eine dynamische Größe. Der Künstler bringt so den in der Philosophie wiederholt diskutierten Umstand ins Bild, dass sich die Zeit nur *vermittelt* erforschen und messen lässt, maßgeblich in Kategorien des Raumes.<sup>80</sup> Es ist die anwachsende Sandsäule im Glas, die das Verstreichen der Zeit in das Register des Sichtbaren überführt. Zeit wird *als* blauer Sand dargestellt. Dasselbe gilt für die Darstellung der Temperatur auf der eindimensionalen Skala. Die Hersteller des Thermometers nutzen die temperaturabhängige Ausdehnung der roten Flüssigkeit, welche die Skalenstriche wie die Sprossen einer Leiter erklimmt. Auch hier findet eine vermittelte Messung statt. Temperatur wird im Medium der roten Flüssigkeit dargestellt. In beiden Fällen könnte man von einer *direkten* Visualisierung sprechen, die Messanzeigen der Instrumente sind selbstverständlich. Was Baldessari durch die Gegenüberstellung der beiden simplen Messinstrumente im Prozess der Messung erfahrbar macht, ist somit die Alchemie, die indexikalischen Vermittlungen innewohnt. Denn die heutige Verfügbarkeit allgegenwärtiger Temperaturangaben – sei es in Form von Thermometern, als Ziffer von Displays und im täglichen Wetterbericht, lässt die lange Geschichte der Temperaturen und der Thermometrie vergessen, die über mehrere Jahrhunderte nach Fixpunkten und sich gleichmäßig ausdehnenden Flüssigkeiten suchte, um Temperaturen überhaupt standardisiert bestimmen zu können. Das Quecksilberthermometer war das Resultat dieser langen Suche, die Hasok Chang unter dem Titel *Inventing Temperature* bis zum Konzept der absoluten Temperatur nachgezeichnet hat.<sup>81</sup>

Auch wenn die Kamera alles zu zeigen scheint, selbst jedoch im Unsichtbaren bleibt, verrät sie nicht, woher die Wärme kommt, der das Thermometer ausgesetzt ist. In der Bildfolge ist die durch die Finger empfundene Wahrnehmung der Wärme selbst nicht visualisierbar, sie vermittelt sich allein über die visuelle Evidenz des Thermometers. Die Wärmequelle, welche die Ausdehnung des Quecksilbers antreibt, bleibt verborgen. Dies ist eine

weitere Ebene des alchemistischen Mysteriums, die Baldessari jedoch ins Leere laufen lässt.

Bereits am Beginn der modernen Klimatologie, also der systematischen, auf Messungen gegründeten Untersuchung um 1800, stand die Erkenntnis, dass das Klima nur über den Zwischenschritt der Visualisierung in den Blick zu bringen und zu einem eigenständigen Thema der Wissenschaft zu machen sei.<sup>82</sup> Die Beschäftigung mit dem Klima fiel mit der Etablierung grafischer Methoden zusammen, welche es erlaubten, die gemessenen Werte und gesammelten Beobachtungen in Form von Karten, Kurven und Diagrammen zu veranschaulichen. Es waren synoptische Bilder, die den an und für sich gestaltlosen Wetterereignissen Gestalt gaben. Insofern lässt sich in der Klimatologie eine enge Verschränkung von Beobachtungsmethoden und ihrer Visualisierung in Form von Karten und Diagrammen beobachten. Zugespitzt formuliert, konnte das Klima überhaupt erst auf der Grundlage von Visualisierungsmethoden evident gemacht werden: »Die Totalität der meteorologischen Erscheinungen in ihrem kontinuierlichen Ablauf auszudrücken«, schreibt der Geophysiker Adolf Schmidt schon 1894. »ist nur die grafische Darstellung fähig«.<sup>83</sup> Die wissenschaftliche Erkenntnis des Klimas beruht auf der Erkenntniskraft von Linien. Die Entstehung der Klimatologie als moderner Disziplin und die Einführung grafischer Methoden gingen Hand in Hand.

Bevor es um die frühe Geschichte der Klimavisualisierung gehen kann, also um jene ersten Versuche, mit denen Wissenschaftler versuchten, das Klima mittels grafischer Methoden zu erforschen, muss ein Blick auf die Messungen selbst geworfen werden, also auf jene Datenlandschaften bestehend aus Listen und Tabellen, die Voraussetzung und Grundlage für die späteren Visualisierungen waren. Ihre Betrachtung in einer Abhandlung zur Klimavisualisierung ist von zentraler Bedeutung, da es ohne die in den Tabellen aufgelisteten Zahlen keine Visualisierungen gäbe. Die Darstellungsweise der Tabelle entwickelte sich jedoch

auch historisch lange vor den thematischen Karten und Kurven, die erst viel später aus den Beobachtungsreihen erzeugt wurden. Es waren die Messreihen der Meteorologie, die für die Klimakunde statistisch ausgewertet wurden und so die unterschiedlichen Klimazonen ins Bild brachten. So wie Baldessari die heute trivial erscheinenden Praktiken der Messung von Zeit und Temperatur aus ihrer Alltäglichkeit in eine verfremdende Distanz bringt, soll hier die Naturalisierung der meteorologischen Zahlenpraxis verfremdet und der Versuch unternommen werden, die Bedingungen des Wissens und die Möglichkeiten einer grafischen Visualisierung als ein Bedingungsgeflecht zu beschreiben, wie es um 1800 existierte. Zu einem Zeitpunkt also, an dem Visualisierungspraktiken noch tastend erprobt wurden, in ihren Funktionen und Möglichkeiten noch mehrdeutig und offen waren und noch keine Methoden zur Auswahl standen, die schulbildend hätten sein können.

### »What took them so long?« Der lange Weg zur Klimasynopse

Das große Projekt der Datenvisualisierung, das heute fast alle Wissensbereiche erfasst hat, begann im breiten Stil zu Beginn des 19. Jahrhunderts, ist also erst gut zweihundert Jahre jung. Die Kunde vom Wetter bildet hierbei keine Ausnahme: Laut einer Geschichte der Wetterkarte war erst nach 1781 die Möglichkeit gegeben, meteorologische synoptische Wetterkarten zu zeichnen, vorher seien die Beobachtungen und Messungen zu inkonsistent gewesen; entweder waren die Instrumente nicht präzise genug oder zu wenig standardisiert, oder aber die Zeiten für die täglichen Messungen variierten zu stark.<sup>84</sup> Das Ergebnis war dasselbe – die meteorologischen Daten ließen sich nicht miteinander vergleichen, sie waren nicht ausreichend »robust« oder »belastbar«, wie es heute heißt – eine an die Statistik angelehnte Metaphorik, die das Vertrauen in Daten und ihre Fundamente anzeigt.

Die Unzulänglichkeit von Instrumenten und Methoden als Antriebsgrund für Verbesserungen und als Bedingungsgrund für neue wissenschaftliche Errungenschaften wird von der kausal-evolutionären Sicht einer oftmals stufenweise erzählten Technik- und Wissenschaftsgeschichte entworfen, die im Schema einer finalistischen Deutung von Geschichte verläuft. Sie ist ausgerichtet am Ideal eines optimierenden Fortschritts und wird angetrieben durch die klaren Intentionen und Zwecke ihrer Akteure: Ohne Instrumente könnte es keine empirische Meteorologie geben, ohne standardisierte Messungen keine Wetter- oder Klimakarte. Der damit einhergehende Fokus auf Instrumente und Einzelpersonen soll hier jedoch in den Hintergrund geschoben werden zugunsten einer breiteren Perspektive, die eine Polyphonie von Dingen, Praktiken und Personen ins Spiel bringt. Denn wer Mediengeschichte betreibt, kann sich auf der Suche nach einer Genealogie von Visualisierungstechniken nicht mit einer linearen Kette von einzelnen technischen Erfindungen zufriedengeben, sondern muss die Ereignisse eingebettet in soziale, politische sowie medien- und kulturtechnische Zusammenhänge analysieren. Auf diese Weise verschiebt sich der Fokus und kommen nicht nur Individuen und ihre Ideen (»Erfindungen«) ins Bild, sondern auch Forschernetzwerke, Institutionen und die Eigendynamiken und Wirkmächtigkeiten medialer Techniken wie der Tabelle.

In diese Richtung öffnete der Geograf und Wissenschaftshistoriker Mark Monmonier die Frage nach dem Zeitpunkt der ersten meteorologischen Datenvisualisierung. Er fragt: »Warum haben sie so lange dafür gebraucht? Das »so lange« sind 33 Jahre, mehr oder weniger, und »sie« sind die Mitglieder und Abonnenten und die wissenschaftlichen Erben der Meteorologischen Gesellschaft der Pfalz«.<sup>85</sup> Die sogenannten *Ephemeriden*, jene Publikation der Pfälzischen Gesellschaft, die Monmonier hier als Verbreitungsmedium für die Messungen der meteorologischen Gesellschaft indirekt meint, wurden zwischen 1783 und 1795 in zwölf Bänden veröffentlicht; sie sind das erste mächtige Tabellenwerk, das die meteorologischen Messreihen des damals größten

Messnetzes vereint. Seine Mitarbeiter führten seit 1781 Messungen durch. Das Netz bestand aus knapp vierzig internationalen Messstationen, die von Europa über Grönland bis Nordamerika reichten. Monmonier zeigt sich mithin verwundert, dass die Wetterdaten in den *Ephemeriden* und auch darüber hinaus noch bis 1816 *tabellarisch* formatiert blieben – eine Visualisierung in Form von Kurven oder Karten nicht stattfand. Die wenigen Illustrationen, die neben dem breiten Tafelwerk die Publikation füllen, zeigen die verwendeten Messinstrumente, jedoch keine Karten. Statt einer *Datenanalyse* genügte den Herausgebern der *Ephemeriden* die reine *Datendokumentation*.

Die Wissenschaftsgeschichte ist also mit dem Umstand konfrontiert, dass erst 1816 der Breslauer Physiker Heinrich Wilhelm Brandes (1777–1834) die Idee entwarf, die Luftdruckmessungen der pfälzischen *Ephemeriden* synoptisch zu kartografieren, also über drei Jahrzehnte nach Veröffentlichung der ersten Ausgabe. In Brandes Publikation mit dem Titel *Beiträge zur Witterungskunde*, die 1820 folgte, ist allerdings nur eine Beschreibung der synoptischen Methode gegeben, Karten waren keine beigefügt (dies geriet in der Forschungsliteratur oftmals durcheinander).<sup>86</sup> Mit einer tatsächlichen Ausführung und Publikation der Karten wartete er weitere sechs Jahre. Brandes veröffentlichte die Wetterkarten des Jahres 1783 im Jahr 1826 auf Lateinisch im Rahmen seiner Dissertation (Abb. 11).<sup>87</sup>

Die Frage des »so long« gilt jedoch ebenso für die Klimawissenschaften. Zu jener Zeit, als Brandes seine Wetterkarten in Breslau zumindest geistig »illuminierte«,<sup>88</sup> entwarf Alexander von Humboldt in Paris eine erste, auf empirische Wetterdaten gegründete Klimazonenkarte (Abb. 12). 1817 publizierte er diese in einem französischen naturwissenschaftlichen Fachmagazin.<sup>89</sup>

Beide, Humboldt und Brandes, visualisierten *historische* Daten vom Wetter: Die ersten Wetterkarten basieren also auf der Basis des Wetters von »gestern«. Brandes abstrakte Karten sollten die Messungen einzelner Wetterstationen der damals bereits über dreißig Jahre zurückliegenden Witterung tageweise

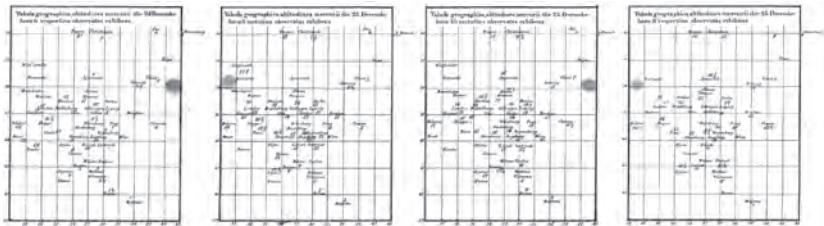


Abb. 11: Vier retrospektive Wetterkarten vom 24. Dez. 1783, 20 Uhr, und vom 25. Dez. 1783, 3, 10 und 20 Uhr, angefertigt von Heinrich Wilhelm Brandes, publiziert in seiner Dissertation 1826. Der Winter 1783/84, den Brandes 43 Jahre später zum Thema der ersten synoptischen Wetterkarte auf der Basis der Tabellen der Ephemeriden machte, gehörte zu einem besonders kalten und nassen Ausnahmejahr der nördlichen Hemisphäre. Die Idee hierzu kam Brandes im Jahr 1816, das als Jahr ohne Sommer gilt, da ein Vulkanausbruch in Indonesien die Wettermuster stark veränderte.

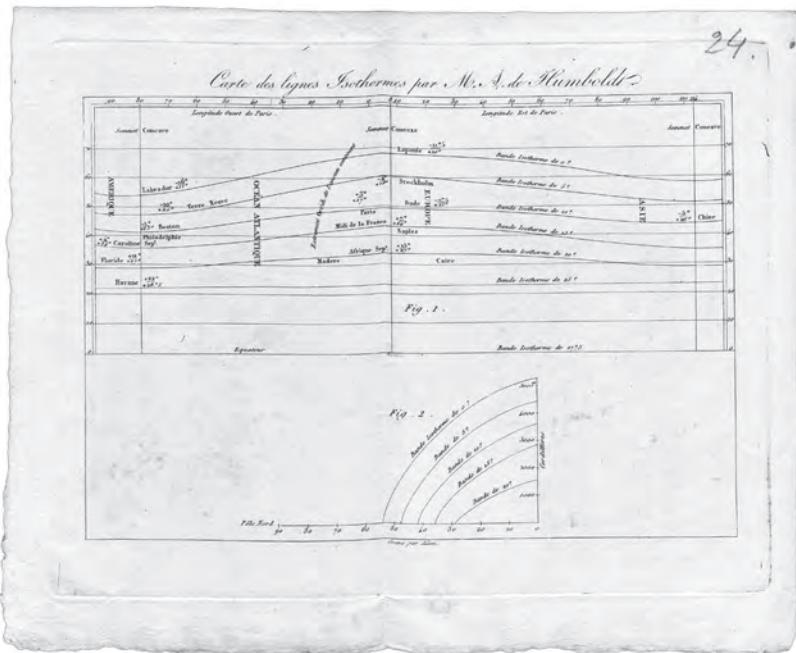


Abb. 12: Karte der Klimazonen – Carte Isotherme (gleichwarme Jahreslinien), basierend auf meteorologischen Messreihen von 58 Wetterstationen der Nordhalbkugel, angefertigt und publiziert von Alexander von Humboldt im Jahr 1817.

darstellen, d. h. in Form von 365 »Kärtchen« für das Jahr 1783. Ihn interessierte hierbei das meteorologische Ausnahmejahr 1783, das von starken Überschwemmungen und Kälteperioden geprägt war. Auch Humboldt gründete seine Karte auf Wetterereignissen der Vergangenheit, die während der letzten vierzig Jahre gemessen worden waren. Fragen nach der Zukunft des Wetters lagen also weder im Interesse der Produzenten dieser Karten, noch im Rahmen der damaligen Möglichkeiten (für eine Vorhersage hätte es eine tagesaktuelle Kommunikation und Auswertung von verstreut gesammelten Messdaten gebraucht). Aus dem Nachvollzug vergangener Wetterlagen ließen sich jedoch Theorien und Beobachtungen ableiten, die zu einem allgemeinen Verständnis von Wetterereignissen beitragen. Beide, Brandes und Humboldt, waren an generellen Fragen nach dem ›Gang der Witterung‹, also der Verbindung von Wetter und geografischem Raum, interessiert. Im noch abstrakten Raster ihrer Darstellungen zeichnete sich der täglich wandernde Verlauf von Luftdruckgebieten und Wärmezonen bzw. die geografische Lage von Klimazonen ab.

Es liegt nahe, dass das ›Jahr ohne Sommer‹ eine besondere Rolle für die ersten Kartierungsprojekte von Wetter und Klima spielte. Diesen Namen trägt das klimatische Ausnahmejahr 1816/17, in dem große Teile Westeuropas und Nordamerikas von einem deutlich spürbar abgekühlten Klima betroffen waren, das große Missernten und Hungersnöte nach sich zog. Heute kennt man den Grund: Der indonesische Vulkan Tambora hatte riesige Aschemengen in die Atmosphäre ausgespien.<sup>90</sup>

Eine Kartierung von Wetter und Klima könnte ihre Motivation aus einem Vergleich der »außergewöhnlichen Abweichungen«<sup>91</sup> von 1816 mit dem Wetterarchiv früherer Jahre gewesen sein, da dieses Jahr die Veränderlichkeit des Klimas drastisch in den Blick brachte, dies ist zumindest für die Wetterkarten von Brandes als Motivation belegt. In einem in den *Annalen der Physik* publizierten Brief beschrieb Brandes diesen Missstand und seine Idee täglicher Wetterkarten:

Eine Arbeit, die ich diesem Briefe beizuschließen gedachte, hat mich nicht zu erheblichen Resultaten geführt. Ich hatte nämlich eine Menge von Witterungs-Notizen für den vorigen sonderbaren Sommer aus öffentlichen Blättern zusammengetragen, und hoffte, es solle sich daraus etwas über den allgemeinen Gang der Witterung ergeben [...]. Wenn man etwas genauere Nachrichten von der Witterung für ganz Europa zusammenbringen könnte, so müsste sich unstreitig viel lehrreiches [sic] ergeben. Könnte man Charten von Europa für alle 365 Tage des Jahres nach der Witterung illuminieren, so würde sich doch wohl ergeben, wo zum Beispiel die Grenze der großen Regenwolke lag, die im Juli ganz Deutschland und Frankreich bedeckte.<sup>92</sup>

Die Idee, eine geografische Karte des Wetters tageweise wie ein Daumenkino anhand von Wetterdaten zu zeichnen, kam also aufgrund der Erfahrung des »Jahres ohne Sommer«, als welches das Jahr 1816 in die Geschichte einging. Brandes rätselte, wie sich die Meldungen über diesen sonderbaren Sommer einschätzen ließen, fand jedoch kein Datenmaterial, anhand dessen er die klimatischen Abweichungen in ihrer geografischen Ausbreitung hätte tageweise analysieren können. Im Anschluss an seinen Misserfolg beim Versuch, das Wetter seiner Gegenwart in eine Karte zu übertragen, schlug Brandes vor, auf der Basis von über dreißig Jahre alten Witterungsdaten die Wetterkarten für jeden einzelnen Tag des Jahres 1783 zu zeichnen – einem Jahr, das ebenfalls von Extremregen geprägt gewesen war und zu dem die Daten von über dreißig Messstationen eines ersten Messnetzes in Europa vorlagen.

Die Anzahl der Messstationen und damit die Datenlage, auf deren Grundlage Brandes und Humboldt ihre Karten zeichneten, war im Vergleich zu heutigen Standards extrem gering. Brandes kartierte die Daten der Stationen für Zentral- und Osteuropa. Humboldt wiederum visualisierte seine Klimazonen auf der

Basis von 58 Messreihen für die gesamte Nordhalbkugel, die meisten davon kamen ebenfalls aus Europa, viele entstammten dem Messnetz der Pfälzischen Gesellschaft. Während Brandes auf der Basis einer Rasterweite des Messnetzes von mehreren Hundert Kilometern arbeitete, war Humboldts Netz sogar aus Knoten mit mehreren Tausend Kilometern Abstand geknüpft.

Was die Hersteller mit ihren Karten visualisierten, waren jedoch nicht nur Faktoren des Wetters und des Klimas. Ihre Karten dokumentieren gleichzeitig das sich langsam ausbreitende Forschernetzwerk der Meteorologen und seine Entwicklung. In den *Ephemeriden*, aber auch bei Humboldt, der wie viele Forscher seiner Zeit auch die Datengrundlage seiner Karten veröffentlichte, sind im Raster der Karten nicht nur die Daten, sondern auch die Forschernetze und ihre Reihen enthalten. Das ›Netz‹ in diesem frühen Stadium seiner Entstehung ist noch keine abstrakte Datenstruktur, die sich in der Wahrnehmung von den unendlichen Einzelmessungen und Messorten abgelöst hat, sondern erscheint als eine konzertierte, von Menschen geknüpfte und fabrizierte Sichtweise auf die geografische Welt.

Wie also hat sich das Bedingungsgeflecht des Wissens – das Aufschreibesystem – um 1800 so verändert, dass der Blick auf die chronografischen Tabellen nicht mehr ausreichte und stattdessen die Kategorie des Raumes für die Analyse der Daten in den Vordergrund trat?<sup>93</sup> Um diese Frage zu erörtern, werden verschiedene Pfade eingeschlagen. Einerseits wird die Tabellenpraxis der Meteorologen im Kontext anderer großer Tabellenprojekte betrachtet, wie den astronomischen Tabellen und den Staatstafeln. Dann wird die Disziplin der Meteorologie selbst genauer analysiert – samt ihren Kulturtechniken zur Erhebung, Sortierung und Aufzeichnung von Daten. Hier zeigt sich, wie die Tabelle eine beamtenhafte Eigenmacht entfaltet, die nach Disziplin, Standardisierung und Vollständigkeit verlangt. Es zeigt sich aber auch, wie mit der zunehmenden Ansammlung von Daten in Listen und Tabellen der Ruf nach neuen Analysemethoden laut wird, um überhaupt noch etwas in diesem anwachsenden

Datenmaterial erkennen zu können. Die frühe Erfahrung einer Datenflut verlieh der Tabelle zum Ende des 18. Jahrhunderts den Beigeschmack eines tatsächlich unübersichtlichen Instruments, welches Erkenntnisse nicht mehr beförderte, sondern den Blick auf neue Erkenntnisse verstellte. Und schließlich erlaubt der Blick auf die frühen Wetterlisten und Messnetze vor ihrer klimastatistischen Auswertung einen Blick auf die Rohdaten, d. h. auf das Wetter an konkreten Orten der Erde und zu bestimmten historischen Zeitpunkten – ein nasskalter Juli in Mannheim 1789 etwa –, die durch ihre statistische Verwandlung in Listen zum Verschwinden gebracht werden, doch in ihnen zugleich bewahrt bleiben, sodass ihr Klimawissen noch im homöopathisch »verdünnten« Mittelwert erhalten bleibt.

#### Astronomische Ephemeriden, Staatstafeln und Tabellen vom Wetter

Die systematische Messung von Wetterphänomenen begann im 18. Jahrhundert, als Forscher, meist auf Weisung oder mit Unterstützung des Staates, erste reine Wetteraufzeichnungstabellen anlegten. Die Meteorologie entsteht mithin im Zusammenschluss von Tabelle, messenden Instrumenten wie Thermometer und Barometer und der Vernetzung unterschiedlicher Beobachtungspunkte sowie ihrer Daten. In der Vernetzung zeigt sich die Fabrikation von Tabellen als eine Tätigkeit, die nur durch eine Gemeinschaft hervorgebracht werden kann.

In diesem Abschnitt richtet sich der Fokus auf die materielle Kultur der Tabellen, ihre Fabrikanten und die Rolle der Messnetze, die die Meteorologie zu einem »major-table-making project«<sup>94</sup> machten. Denn mit diesen Aufzeichnungen beginnt die damals noch sehr lokale Liste vom globalen Klima, wie eine Spurensuche nach jenen ersten Klimadatensätzen offenbart, die später mit einer ersten Isothermenkarte in Form von Temperaturzonen visualisiert wurden und die im Zentrum des folgenden Kapitels steht.

Dabei konnte das Tabellenwerk der Meteorologie auf mehreren Vorläufern aufbauen. Nachrichten, Berichte und Daten vom Wetter finden sich historisch in sehr unterschiedlichen Formen und an unterschiedlichen Orten. Aufgeschriebenes Wetterwissen gibt es in Form von Bauernregeln und Pflanzkalendern oder von städtischen Chroniken,<sup>95</sup> aber auch Windmühlenbesitzer und Kapitäne mussten das Wetter deuten können, ebenso wie Landwirte, Gärtner, Förster und Feldherren. Dem gegenüber stehen die meteorologischen Spekulationen der Antike, die Vermutungen über die Ursachen der Winde, des Regens oder der Wärmeverteilung auf der Erde entwickelten und die Empirie als geleitet von der Theorie betrachteten. Neben den Einträgen in Stadtchroniken anlässlich von Extremwetterereignissen mit ihren Auswirkungen auf Bevölkerung und Ernte oder den Markierungen von Hochwasserständen an bebauten Flussufern sind es die Tabellen der Astronomen, die Wetterereignisse wie Bewölkung, Gewitter oder Regenbögen in Bezug auf ihren Einfluss auf die Sichtbedingungen bei der Himmelsbeobachtung seit der Spätantike notierten.<sup>96</sup> Seefahrer wiederum dokumentierten die Wetterverhältnisse entlang ihrer Reiserouten in ihren Bordbüchern. Schließlich sind die frühen Staatstafeln zu nennen, die eine frühe Länderkunde und Statistik des Staates betrieben und für die das Wetter in wirtschaftlicher Hinsicht von Bedeutung war, wenn es um die Einschätzung landwirtschaftlicher Bedingungen ging.

Die Praxis der astronomischen Tabellen ließ sich am besten auf die Wettermessung übertragen. Für Astronomen spielten Tafelwerke eine zentrale Rolle in der Wissensgenerierung, da sie dazu dienten, Beobachtungen chronologisch geordnet festzuhalten und zu sammeln. Unter dem Begriff Ephemerides (griech. ›für einen Tag‹) wurden die täglichen Beobachtungen von Planetenpositionen und anderen Himmelskörpern in den Zeilen und Spalten der Tafeln verzeichnet. Die Eintragungen folgten der astronomischen Symbol- oder Kurzschrift, wie sie später die rein meteorologisch geführten Messreihen prägte. Auch wurden die Tabellen früh standardisiert, indem sie die Planeten

in einer festgelegten Reihenfolge auflisteten. Die Tabellen waren für die Astronomen jedoch nicht nur Dokumentationen, sondern zugleich Instrumente zur dynamischen Erzeugung von neuem Wissen, indem sie ein wichtiges Werkzeug für die Berechnungen und Entwicklung neuer Theorien der Himmelsmechanik und Schwerkraft sowie zur Vorhersage zukünftiger Planetenbahnen waren – ebenso wie zur Bestimmung der Länge und Breite zu See und auf dem Land. Insofern ist die Rolle der astronomischen Ephemeriden hervorzuheben, die auf Offenheit und Ergänzung angelegt sind. Das Potenzial von Tabellen, Wissen operativ zu machen, sollte später auch für die meteorologischen Tafelwerke gelten. Und noch ein dritter Aspekt der astronomischen Tafeln ließ sich auf das Tabellenprojekt des Wetters auf dem Planeten Erde übertragen: Auch hier war der grenzüberschreitende Austausch von Messungen einzelner Observatorien essenziell, weshalb Astronomen in der Regel ein internationales Forschernetzwerk pflegten und ihre Ergebnisse oftmals als Gruppenarbeit verbreiteten.<sup>97</sup> Die Astronomie war mithin eine internationale kollektive Wissenschaft, auch über internationale Feindschaften und Kriegszeiten hinweg,<sup>98</sup> deren gemeinsame Einheit die Tabellen darstellten, da nur so Erkenntnisse über den zukünftigen Gang der Gestirne möglich waren.

Um zu zeigen, wie auch meteorologische Daten in die tabellarische Praxis der Astronomen einflossen, können die Ephemeriden von Johannes Kepler dienen, die in mehreren Bänden unter dem Titel *Rudolphinische Tafeln* publiziert wurden.<sup>99</sup> Kepler hatte für seine täglichen astronomischen Himmelsbeobachtungen immer auch eine Spalte zur Beschreibung meteorologischer Phänomene angelegt (Abb. 13), in der er den Zustand der Luft (»status aeris«) beschrieb.<sup>100</sup>

Die meteorologischen Faktoren im Nahbereich der Erde waren jedoch für die Astronomie nicht per se von Interesse, sondern dienten primär dazu, die täglichen Bedingungen für die Himmelsbeobachtungen zu dokumentieren und besondere meteorologische Erscheinungen zu notieren.<sup>101</sup>

Aprilis	Configurations												Anno 1627.
	L	V	N	S	E	O	W	Y	W	Y	Q		
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4		
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6		
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6		
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6		
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6		
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6		
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6		
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6		
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6		
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6		
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6		
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6		
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6		
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6		
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6		
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6		
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6		
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6		
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6		
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6		
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6		
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6		
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6		
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6		
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
19	2												

Weltwissen zu erzeugen. Hier ging es um nautisches Wetterwissen, welches für die Schifffahrt von ursächlicher Bedeutung war, waren doch die Winde die treibende, aber auch gefährliche Kraft der Seefahrt. Im Zentrum standen Windstärken und Windrichtungen, der Luftdruck, magnetische Felder und Witterungswissen, das Wetterlagen erkennen sowie schifffbare Routen voraussagen ließ. Auch hier kam es bereits früh zu einer systematischen Tabellenpraxis. So regte die britische Royal Academy 1650 erstmals Beobachtungsaufzeichnungen in Form von Beobachtungsbüchern auf Segelschiffen an, die wissenschaftlichen Fragestellungen folgten.<sup>102</sup> Die Schiffe wurden zu mobilen Wetterbeobachtungsstationen, die meteorologische Fragestellungen und Astronomie miteinander verbanden (Abb. 14).<sup>103</sup>

Eine dritte Praxis, die in die Betrachtung tabellarischer Beobachtungspraktiken einbezogen werden muss, findet sich in den Staatstafeln. Schließlich ging es bei der Regierungsstatistik ebenfalls um Datenerhebungen, -verarbeitung und -sammlung, statistische Auswertung dieser Daten sowie deren Einteilung und Ordnung in Tabellen. Staatstafeln gewannen, folgt man der Studie von Barbara Segelken, parallel zur Statistik mit der Gründung souveräner Staaten im 17. Jahrhundert an Bedeutung.<sup>104</sup> Seit diesem Zeitpunkt wurden in Europa Daten gesammelt oder »Nachrichtungen«,<sup>105</sup> wie Gottfried W. Leibniz die Informationen nannte, die meist in Form von Zahlen Eingang in die Tabelle fanden und über einzelne Landesregionen, deren Produktion und Bevölkerung Auskunft gaben (Abb. 15).

Das Ziel dieser Tafelwerke bestand darin, ein Bild der eigenen Landesressourcen zu erhalten. »Auf diese Weise wurden wirtschaftliche, gesellschaftliche und politische Verhältnisse in messbare Größen, Mengenbegriffe und Zahlen übersetzt.«<sup>106</sup> Das regionale Klima spielte in den Staatstafeln zwar zunächst nur eine indirekte Rolle, insofern Pflanzenwachstum, Bodenbeschaffenheit und Ernten zum festen Kern eines jeden Staatswissens gehörten, doch sollte sich die Verbindung von Geografie und Klimatografie später noch expliziter herausbilden.

*England to Labrador*

*Fri day 5<sup>th</sup> May 1818*

In the first part variable type air winds and often a strong breeze with hard squalls with much rain in the middle part.

For watch employed making sail.

*Friday 5<sup>th</sup> May - 1818*

First part Squally with rain, variable and often strong breeze and fine weather.

People and provisions as more ample.

Planis in Company.

Printed for HARPER, PEARCE, and Co. Stationers, 31, Gracechurch-Street, London.

H.	COURSES	K.	F.	WINDS, &c.	LEE WAY.
1	S E			calm and rain	
2	S SW	1	4		
3	SW	2	4		
4	S	3	4		
5	S	4	-	calm and rain	
6	S	5	-		
7	S	6	-	W Squally and rain	
8	S	6	-		
9	S	7	-	Evening Royal Harry	
10	S	7	-		
11	S	8	-	Hard Squalls with rain	
12	S	8	-	Leaving the Labrador	
				Miles	

Course and Distance,	XLat. { obs. act. 118	XLon. { act. 40 <sup>0</sup> Chr. 15 <sup>0</sup>	Lat. { obs. - 49° 35' N	Lon. { miles in 15° N	Var. { p.m.
54° 18'					

Departure, 53° 16'	5° of Acc <sup>n</sup> N	6° of Acc <sup>n</sup> S <sup>h</sup>	Barom <sup>r</sup> 29.53	Therm. 55°
--------------------	--------------------------	---------------------------------------	--------------------------	------------

H.	COURSES	K.	F.	WINDS, &c.	LEE WAY.
1	SW	1	4	W <sup>h</sup> Squally and rain	
2	S	1	4		
3	SW	1	4		
4	S	1	-		
5	S	2	-		
6	S	2	-		
7	SW	1	4	To join the Planis sig <sup>h</sup> 11	
8	SW	1	4	Starboard Side	
9	S	1	-		
10	S	2	-		
11	S	2	-		
12	S	2	-	Squally Breeze	
				Miles	

Course and Distance,	XLat. { obs. act. 118	XLon. { act. 40 <sup>0</sup> Chr. 15 <sup>0</sup>	Lat. { obs. 49° 35' N	Lon. { miles in 15° N	Var. { p.m.
54° 18'					

Departure, 53° 16'	of Acc <sup>n</sup>	6° of Acc <sup>n</sup> S <sup>h</sup>	Barom <sup>r</sup> 29.56	Therm. 56
--------------------	---------------------	---------------------------------------	--------------------------	-----------

Abb. 14: Logbucheintrag eines Schiffes der englischen Marine, 1818.

The image contains three historical tables from Friedrich Anton von Heinitz's 1786 work:

- Top Table:** 'Vergleichung der Zählungen der Einwohner' (Comparison of Population Counts). It shows population figures for various districts in the Palatinate, including the number of inhabitants, families, and households.
- Middle Table:** 'Umfassung der Amerikas in den Jahren und auf dem Lande, nach den verlässlichen Nachrichten für 1786' (Comprehension of America in the Years and on the Land, according to reliable information for 1786). This table provides a detailed breakdown of landholdings and settlements across different regions of America.
- Bottom Table:** 'Untersicht einer allgemeinen Tafel des Nationalhauses für die Mannschaften' (General Overview of a National House Table for Personnel). It lists personnel categories and their numbers.

Abb. 15: Tabellenwerk des sächsischen Staates. Konzept des Verwaltungsfachmannes, Staatsdieners und Ökonomen Friedrich Anton von Heinitz, 1786.

Alle drei Beispiele – astronomische Tafeln, Bordbücher und Staats-tafeln – besitzen eine Gemeinsamkeit. Sie alle sind Teil eines Wissens von der Welt, indem sie Landeskunde, Weltkunde und Himmelskunde versammeln. Dieses Weltwissen ist gleichzeitig Macht für diejenigen, die es archivieren und auswerten, da das gespeicherte Wissen bzw. das, was es verkörpert, politisch bearbeitbar, verfügbar, regulierbar und optimierbar wird. In einer breiter angelegten Perspektive, die auch Medienregime, Repräsentationspolitiken und Machtgefüge in den Blick nimmt, wird die politische Rolle all dieser Wissensgebiete deutlich, die Eingang in staatliche Tabellenwerke finden. Der altfranzösische Begriff »estat« in seiner Doppelbedeutung von Staat und Bilanzierung bzw. Erfassung durch Buchhaltungstechniken (*faire estat* = franz. »Bilanzierung von Gewinn und Verlust«) weist auf die »Wechseldefinition von Staat und Wissen«, von »Staatswissen und Staatswesen« hin.<sup>107</sup> Ein Monarch musste seine Nation

genau kennen, um sie regieren zu können. Wissen und Macht sind hier auf das Engste miteinander verbunden. Die Tabellen vermögen es, »den Gegenstand der politischen Vernunft innerhalb einer symbolischen Ordnung anzugeben, aufzuzeichnen und einer Berechnung zugänglich zu machen.«<sup>108</sup> Die politische Rolle der »Nachrichten« vom Wetter ist dabei nicht so offensichtlich wie die der Vermessung der Bevölkerung zu dem Zweck, den Staatskörper effektiver regieren zu können. Klima- und Wetterwissen gehört jedoch ebenfalls zur Landeskunde und formt das geopolitische Wissen von einem Land mit. Die Breite der Beobachtungen der pfälzischen Gesellschaft zeigt den Zweck des Unternehmens. Die Gründer betonten, dass diejenigen Wissenschaften von der Pfälzischen Gesellschaft gefördert würden, »die einen unmittelbaren Einfluss auf das Menschen Leben und seine tägliche Beschäftigung haben«,<sup>109</sup> indem sie wiederum nicht nur Wettermessungen vornahmen, sondern auch Blüte- und Fruchtzeiten von bestimmten Pflanzen festhielten. Explizit politisch wurde geografisches Klimawissen schließlich, als es Auskunft über die Erde als einem möglichen Raum der Kolonialisierung gab.

Insofern ist es wichtig festzuhalten, dass die großen Tabellenwerke auf die Initiative von Staatsoberhäuptern zurückgehen und auch durch das Geld eines Fürsten, Herzogs oder Königs finanziert wurden. Das Wissen der Astronomie und der frühen Klima- und Wetterkunde zielte nur vordergründig auf »reine« Forschungsfragen. Argumentiert wurde für diese Forschung bereits früh mit der Relevanz dieses Wissens für die heimische Landwirtschaft und das landwirtschaftliche Potenzial entfernter Kolonien, das Militär und die Navigation sowie für den globalen Handel, weshalb der Frage nach einer Politik der tabellarischen Repräsentationsform später weiter nachgegangen werden soll.

# Punktwissen und die Mannheimer Flut im Jahr 1789

1780 hatte der Mannheimer Kurfürst Karl Theodor die Societas Meteorologica Palatina begründet. Die Gesellschaft war Teil der von ihm 1763 gegründeten Kurpfälzischen Akademie der Wissenschaften; die Pfälzische Gesellschaft ergänzte die Abteilungen Geschichte und Naturwissenschaften als eine dritte Sektion. Sie bildete eine der ersten meteorologischen Gesellschaften seit dem frühen Versuch der Accademia del Cimento im 17. Jahrhundert, ein Wettermessnetz aufzubauen. Die Gesellschaft schaffte es, ein internationales Messnetz aus knapp vierzig Messstationen zu errichten, das sich von Grönland über Neuengland und vierzehn Stationen in Deutschland bis zum Ural erstreckte (Abb. 16).

Die Begründer waren nicht an den Wetterdaten eines einzigen Tages interessiert, sondern an übergreifenden klimatischen Fragestellungen, die über die Länge der Messreihen die typischen Klimabedingungen einer Region sowie ihre Auswirkungen auf Ackerbau und Gesundheit erkennen ließen.<sup>110</sup>

Das früheste Klimamessnetz hatte einen sehr lokalen Ursprung, seine Maschen waren so groß, dass ganze Nationen zwischen ihnen hindurchpassten. Um die kulturtechnische Fabrikation von Klimadaten besser begreifbar zu machen, werden im Folgenden zunächst einzelne »Nachrichtungen« vom Wetter in den Blick genommen, also das einzelne ›Datum‹ eines Ortes und bestimmter Stunden und Tage. Am Beginn einer Geschichte der globalen Klimaliste soll mithin ein äußerst lokales Klimaarchiv stehen, ein verortetes Punktwissen vergangener, lokaler Wetterlagen. Am Beispiel des Jahres 1789 und des Ortes Mannheim lässt sich so verdeutlichen, welche Form des Wissens Eingang in die Tabellen fand, wie sich dieses Wissen von anderem historischen Wissen unterscheidet und inwiefern dem Wissen bereits damals eine politische Bedeutung für den Staat zukam.

Für das Jahr 1789 vermerken die Mannheimer Geschichtsbücher nur zwei Ereignisse, bei denen Wetterereignisse eine



**Abb.16:** Das Messnetz der Pfälzischen Meteorologischen Gesellschaft (Societas Meteorologica Palatina) bestand aus 39 Stationen, die über Europa bis Grönland und Russland verteilt waren. Alle waren mit den gleichen, normierten Geräten ausgestattet und jede Station benutzte die gleichen Messgrößen. Karte: Birgit Schneider.

aktive Rolle spielten: Vom 6. bis 8. Januar 1789 musste das junge Mannheimer Nationaltheater wegen großer Kälte geschlossen bleiben. Am 30. Juli 1789 wiederum überflutete ein Hochwasser nach tagelangen Regenfällen die Unterstadt. Ungefähr ein Drittel der Unterstadt stand unter Wasser, das war ein noch größeres Gebiet als beim Hochwasser von 1784.<sup>111</sup>

Weitere Ereignisse, die für wert befunden wurden, in die Geschichtsbücher und Chroniken einzugehen, benennen

Aktivitäten kultureller, sozialer oder politischer Art. Akteure sind hier nicht Regenwolken, Tiefdruckgebiete oder Kaltfronten, sondern Politiker, Bücher, adelige Emigranten aus Frankreich, die Mannheimer Bevölkerung und Gärtner. Wie so oft in der »offiziellen« Aufzeichnung von Geschichte spielte die ökologische Perspektive keine primäre Rolle. Sie ist auf die Rolle eines rahmenden Bühnenbildes festgelegt, das eine gewisse Stabilität in seiner atmosphärischen Wirkung garantiert und selten extra Erwähnung findet.

So entsteht das Bild eines Treibens der Menschen, das weitgehend unabhängig vom Wetter verläuft – dies selbst wenn Tätigkeiten benannt werden, die vom Wetter abhängen, wie beispielsweise im Mai 1789, als auf dem Niedergrund durch Oberst Benjamin Thompson, dem späteren Grafen von Rumford und Kammerherrn vom Kurfürsten Karl Theodor, Militärgärten zur Gemüsezucht angelegt wurden.<sup>112</sup> Wichtiger erschien es den Chronisten, die komplizierte Doppelherrschaft von Karl Theodor in Bayern und der Pfalz sowie die Auswirkungen der französischen Revolution auf Mannheim darzustellen; politische Stürme sind mithin für die Menschen bedeutsamer als Wasserfluten und Frostperioden, sie hinterlassen meist die langfristigeren Spuren in den historischen Archiven.

Wechselt man jedoch in der bibliothekarischen Systematik von der Staatschronologie zur Naturkunde, findet sich eine andere, damals noch sehr junge Buchgattung, die wie die Geschichtsschreibung chronografisch agiert, jedoch sehr viel genauere Darstellungen über die Wetterereignisse in Mannheim 1789 enthält. 1781 war der Auftrag an die Meteorologische Gesellschaft ergangen, das Wetter in streng geregelter Form wie ein Uhrwerk täglich zu erfassen. In 39 Stationen in ganz Europa und an je drei Stunden – um 7, 14 und 21 Uhr – nahmen die Beobachter Messungen vor und hielten diese tabellarisch fest. Die Tabellen der verschiedenen Orte des Messnetzes wurden am Ende eines jeden Jahres zusammengefasst und in Form der *Ephemeriden* zwischen 1781 und 1792 jährlich publiziert. Deshalb existiert

für das hier interessierende Jahr 1789 neben der historischen Aufzeichnung von Ereignissen in Form von Ratsprotokollen etc. auch eine detaillierte meteorologische Chronik der Stadt Mannheim.

Betrachter dieser historischen Chronik gewinnen ein anderes Wissen von der Stadt Mannheim im Jahr 1789 als die Leser der Chroniken im städtischen Archiv. Der klimatische Verlauf des Jahres 1789 für Mannheim lässt sich aus den Einzeldaten des Wetters relativ genau rekonstruieren. Der Januar begann mit einer 14-tägigen Frostperiode, bei der das Thermometer in der Nacht immer wieder auf Werte unter -10 Grad Celsius kroch. Auch im unbeheizten Mannheimer Schlossturm, wo die Wetterwarte Mannheims untergebracht war, herrschte klirrende Kälte, wie eine weitere Spalte angibt – das Innenthermometer der Warte zeigte -4 Grad Celsius. Die Luft während dieser Kälteperiode war trocken, der Himmel immer wieder klar, der Wind wehte schwach bis mäßig aus nördlicher Richtung. Erst ab dem 15. Januar begannen die Temperaturen wieder über den Gefrierpunkt zu steigen. Der Mannheimer Juli 1789 wiederum sticht hervor, da dieser ein außergewöhnlich kühler und verregneter Sommermonat war, in dem es an insgesamt sieben Tagen gewitterte (Abb. 19).

Aus den Einzeldaten des Wetters lässt sich so der klimatische Verlauf des Jahres 1789 relativ genau rekonstruieren. Die Kästchen der Tabelle, wie sie der Leiter der Pfälzischen Gesellschaft, der Physiker, Grammatologe und Meteorologe Johann Jakob Hemmer (1733–1790) angelegt hatte, sind gewissenhaft ausgefüllt, alle Felder für die Messwerte müssen gefüllt sein. Der Ort, an dem die Wetterereignisse dieser Chronik beobachtet wurden, war wiederum das Schloss, also das Zentrum der politischen Macht. Hier hatte die Gesellschaft im obersten Geschoss des Westturmes die Mannheimer Wetterwarte eingerichtet (Abb. 17).

Die Beobachter waren dazu angehalten, die einzelnen Wetterbeobachtungen in Form von kommagenauen Messwerten und

wenigen Zeichen in die monatlichen Tabellen einzutragen, sodass sie später einfach publiziert und verglichen werden konnten. Barometer- und Thermometerstände, Luftfeuchtigkeit, Windstärken, Regenmengen, der Stand des Mondes sowie eine Beschreibung des Himmelsbildes nach dem Grad seiner Bewölkung wurden detailliert aufgelistet. Aber auch optische Wettererscheinungen wie Nebel, Hagel, Regen, Gewitter, Donner oder Regenbögen fanden Eingang in die Tabelle (Abb. 18). Damit auch die beschreibenden Einträge vergleichbar sind, wurde ein Symbolsystem entwickelt, das in großen Teilen auf den bereits standardisierten Piktogrammen der Astronomen basierte.

Hemmer hatte eine Beobachteranleitung im Umfang weniger Seiten verfasst, in der er festlegte, nach welchen Standards und Maßgaben die Messungen zu unternehmen, die Instrumente einzurichten und zu eichen seien. Barometer, Hygrometer, Thermometer und ein Deklinatorium wurden aus Mannheim zur Verfügung gestellt, damit ein Standard der Instrumente gesichert war. Ein Anemometer sollte nach einer mitgelieferten Bauanleitung selbst hergestellt werden. Darüber hinaus sollten die Beobachter auch die Zeiten des Austriebs, der Blüte und der Fruchtzeit von bestimmten Pflanzen sowie Ankunft und Abflug von Zugvögeln festhalten, Wolken beschreiben und Krankheitswellen in der Bevölkerung vermerken, da diese mit ungesunden Wetterlagen in Verbindung stehen könnten.

Die Anleitung zeigt, wie behutsam mit den Instrumenten umgegangen werden musste, damit die zerbrechlichen Daten wie Schmetterlinge mit einem Netz »unbeschadet« eingefangen werden konnten. In der Anleitung schreibt Hemmer genau vor, in welcher Höhe das Barometer angebracht sein soll und wie genau das Thermometer an der Außenwand angebracht werden musste, damit weder das Zimmer noch die Instrumente von direkter Sonneneinstrahlung getroffen werden; auch darf das Zimmer nicht beheizt werden. Mit derselben Behutsamkeit, mit der die Instrumente behandelt wurden, musste beim Ablesen vorgegangen werden. Die Exaktheit der Daten, die allein aus

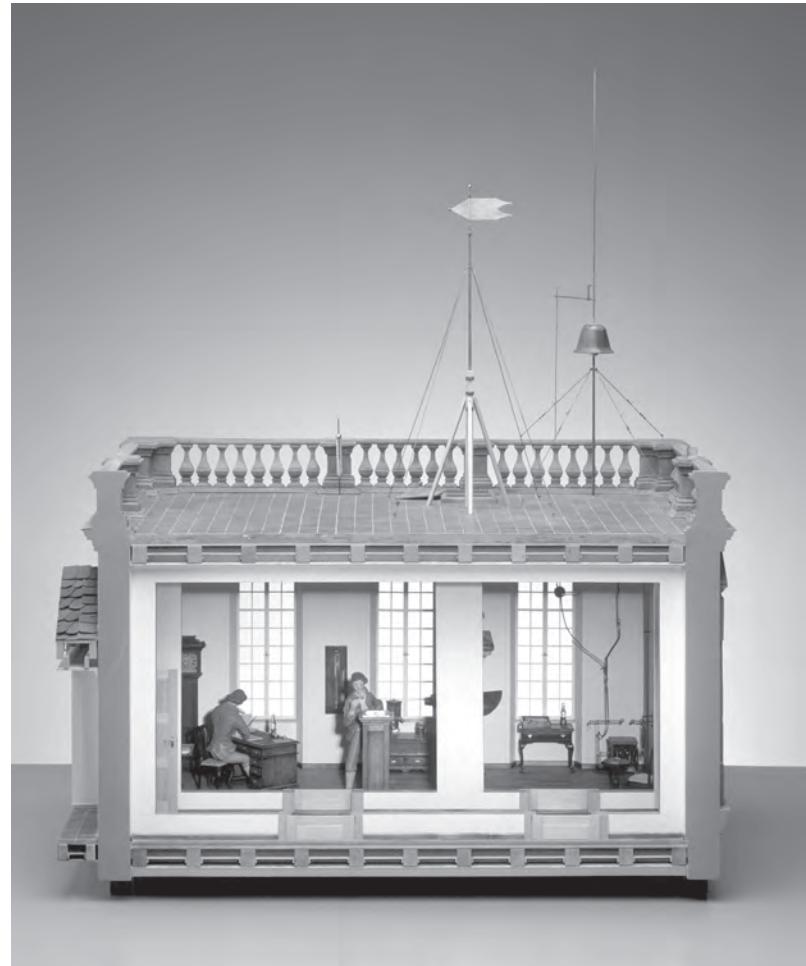


Abb. 17: Die Wetterwarte der Pfälzischen Meteorologischen Gesellschaft im Westturm des Mannheimer Schlosses. Rekonstruiertes Modell.

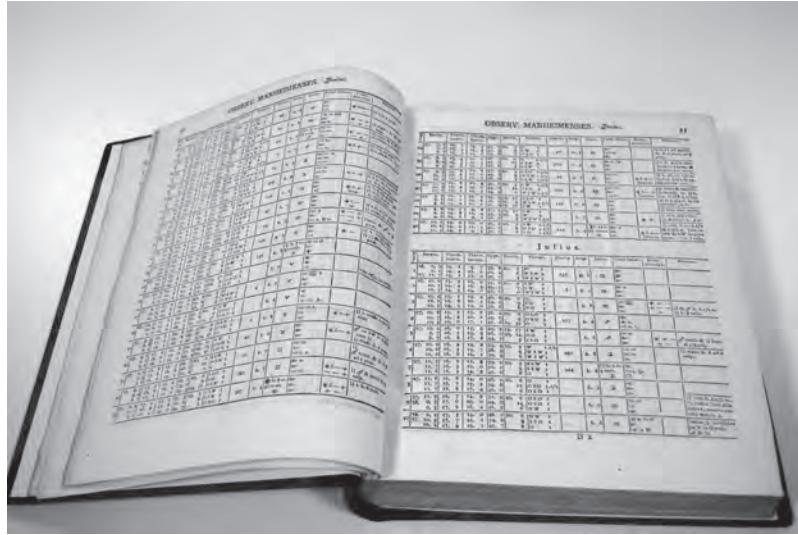


Abb. 18: Die meteorologischen Messungen aus Mannheim vom Juli 1781 aus den *Ephemeriden* der Pfälzischen Meteorologischen Gesellschaft. Chronologisch aufgelistet sind Barometerstand, Innen- und Außenthermometer, Hygrometer, Declinatorium, Wind, Regen, Luftfeuchtigkeit, Mond, Himmel, Elektrizität sowie besondere meteorologische Erscheinungen. Die Messungen wurden drei Mal täglich um 7, 14 und 21 Uhr vorgenommen, also gut tausend Mal pro Jahr und Messstation.

diesem Vorgehen resultiert, war oberstes Gebot. Da die Anzeige des Thermometers auf ein Zehntel genau abgelesen werden musste, konnten die Messungen bereits durch kleinste Einwirkungen verfälscht werden. In diesem Sinne schreibt Hemmer: »Wenn beim Beobachten auf das Thermometer geblickt wird, soll man sich hüten, daß der Quecksilberfaden nicht durch Kerzenwärme oder durch den Atem des Mundes zu einer Bewegung veranlasst wird, wozu man leicht neigt.«<sup>113</sup> Derartige Verzerrungen, bei denen die Messwerte von umgebungsforeignen Faktoren beeinflusst werden, werden bis heute bedacht, wenn beispielsweise Änderungen in der Flächennutzung das Klima einer Wetterstation beeinflussen, was im Fall zunehmender Verstädterung zu messbaren Wärmeinseleffekten führt.

Die Exaktheit der Instrumente geht einher mit der akkuraten Zeitangabe für drei tägliche Messungen um 7, 14 und 21 Uhr abends, wobei sich diese noch nach der solaren Zeit richteten. Das rigide Zeitkorsett war natürlich eine weitere Quelle für mögliche Mängel in den Messungen. So ist die Zuverlässigkeit der Beobachter ein drittes Einfallstor für Fehler, was in Hemmers Anweisung für eventuelle Ausfälle zum Ausdruck kommt. »Wer verhindert ist zu einer bestimmten Stunde, zu der beobachtet werden soll, soll einen geschickten Nachbarn auswählen, der die Beobachtungen durchführen kann, obwohl dies nicht im Sinne der Gesellschaft ist.«<sup>114</sup> Für ihre Messungen bekamen alle Beobachter vorgedruckte Monatstabellen von der Gesellschaft zugeschickt.

Um die Fehlerquellen auf Seiten der Beobachter, also beim Ablesen der Instrumente sowie für das Einhalten der Messzeiten, zu minimieren, wählte die Gesellschaft die Mitarbeiter der Stationen streng aus. Sie kamen aus den Berufsständen der Ärzte, Lehrer, Beamten, Astronomen, Pfarrer, Apotheker und Bürgermeister – alles Berufe, bei denen Disziplin und Akkurate im Zentrum stehen.<sup>115</sup> Vertrauen in die Beobachter und ihre Disziplin war die einzige Möglichkeit, die Daten zu beglaubigen, solange sie von menschlichen Wetterbeamten abgelesen wurden. Die Wetterstationen wurden oftmals direkt in die Arbeitsstätten der beobachtenden Personen integriert, also in Schulen, Klöster, Rathäuser sowie bereits bestehende astronomische Observatorien.

Was in Hemmers Anleitung nicht vorkommt, sind die bereits seit dem frühen 17. Jahrhundert unternommenen Bestrebungen, die Veränderungen von Wetterphänomenen automatisch aufzuzeichnen – und mithin die Zuverlässigkeit des Messpersonals durch Instrumente überprüfbar zu machen, aber auch um kontinuierlichere Messreihen zu erlangen. Auch in der Wetterwarte des Schlosses Mannheim befand sich ein Barometrograf, der alle vier Minuten einen Eintrag zum Zustand des Luftdrucks machte.<sup>116</sup> Für die automatische Produktion von Messlinien in Ergänzung

zur Wetterbeobachtung wurden sogenannte »Wetteruhren« und »Windmaschinen« (Anemometer) verwendet, die Regenfall, Temperaturen und Windrichtung aufzeichneten. Das Ergebnis waren kontinuierliche Linien wie die später von Etienne Jules Marey aufgezeichneten Intensitäten eines Muskelschreibers, wobei die frühen Linien der Meteorologie in einem zweiten Schritt zurück in Zahlen übersetzt wurden.<sup>117</sup>

An dieser Stelle soll noch einmal der Blick auf die Messungen der Mannheimer Wetterwarte gerichtet werden (Abb. 19). Aus diesen lässt sich ersehen, dass der Himmel im Juli 1789 durchgehend bewölkt war, klare Tage gab es keine. Meist wurde es nicht wärmer als 20 Grad, einzig am 27. Juli wurden 27,2 Grad Celsius erreicht.<sup>118</sup> An allen Tagen wehte ein schwacher bis mäßiger Wind, am 28. und 29. Juli, also kurz vor der Flut, herrschten den ganzen Tag starke Winde von Westen. Die gemessene Gesamtregenmenge im Juli ist die höchste des gesamten Jahres, wobei es am 28., 29. und 30. Juli besonders stark zu allen drei Beobachtungszeiten regnete.

Die Flut als Folge der starken Regengüsse ist anhand der meteorologischen Messungen nicht ablesbar – die Rigidität der Tabelle erlaubt keine Notationen außerhalb ihres Systems, weder überflutende Wasserpegel als Folge von Starkregen noch die sozialen oder wirtschaftlichen Auswirkungen der notierten Wetterlagen. Um diese Auswirkungen zu verdeutlichen, braucht es nicht nur chronografische, sondern auch geografische Medien. Deshalb sei hier ein drittes Dokument zu den Wetterereignissen in Mannheim vorgestellt, eine Karte der Überschwemmung von 1789, die anhand einer Linie die betroffenen Straßen der Flut anzeigen und ein Jahr nach der Flut publiziert wurde (Abb. 20).<sup>119</sup> Hier wird sichtbar, wie ganze Straßen vom Neckar aus durch eine Öffnung in den Festungsmauern überschwemmt wurden, aber auch dass das Schloss selbst von den Überschwemmungen verschont blieb.

Die einzelnen Zahlen in der Tabelle sind die Rohdaten des Wetters. Sie sind die Ernte der Wetterbeamten, die es trotz

Zeit	Wetter	Temperatur	Windrichtung	Windstärke	Regen	Luftdruck
1789-07-01	Teilweise bewölkt	20	West	Leise	Nein	1010
1789-07-02	Bewölkt	18	West	Leise	Nein	1012
1789-07-03	Bewölkt	18	West	Leise	Nein	1010
1789-07-04	Bewölkt	18	West	Leise	Nein	1010
1789-07-05	Bewölkt	18	West	Leise	Nein	1010
1789-07-06	Bewölkt	18	West	Leise	Nein	1010
1789-07-07	Bewölkt	18	West	Leise	Nein	1010
1789-07-08	Bewölkt	18	West	Leise	Nein	1010
1789-07-09	Bewölkt	18	West	Leise	Nein	1010
1789-07-10	Bewölkt	18	West	Leise	Nein	1010
1789-07-11	Bewölkt	18	West	Leise	Nein	1010
1789-07-12	Bewölkt	18	West	Leise	Nein	1010
1789-07-13	Bewölkt	18	West	Leise	Nein	1010
1789-07-14	Bewölkt	18	West	Leise	Nein	1010
1789-07-15	Bewölkt	18	West	Leise	Nein	1010
1789-07-16	Bewölkt	18	West	Leise	Nein	1010
1789-07-17	Bewölkt	18	West	Leise	Nein	1010
1789-07-18	Bewölkt	18	West	Leise	Nein	1010
1789-07-19	Bewölkt	18	West	Leise	Nein	1010
1789-07-20	Bewölkt	18	West	Leise	Nein	1010
1789-07-21	Bewölkt	18	West	Leise	Nein	1010
1789-07-22	Bewölkt	18	West	Leise	Nein	1010
1789-07-23	Bewölkt	18	West	Leise	Nein	1010
1789-07-24	Bewölkt	18	West	Leise	Nein	1010
1789-07-25	Bewölkt	18	West	Leise	Nein	1010
1789-07-26	Bewölkt	18	West	Leise	Nein	1010
1789-07-27	Bewölkt	27,2	West	Leise	Nein	1010
1789-07-28	Bewölkt	18	West	Leise	Nein	1010
1789-07-29	Bewölkt	18	West	Leise	Nein	1010
1789-07-30	Bewölkt	18	West	Leise	Nein	1010
1789-07-31	Bewölkt	18	West	Leise	Nein	1010

Abb. 19: Wettermessungen aus Mannheim, Juli 1789, publiziert in den *Ephemeriden* der Pfälzischen Meteorologischen Gesellschaft.

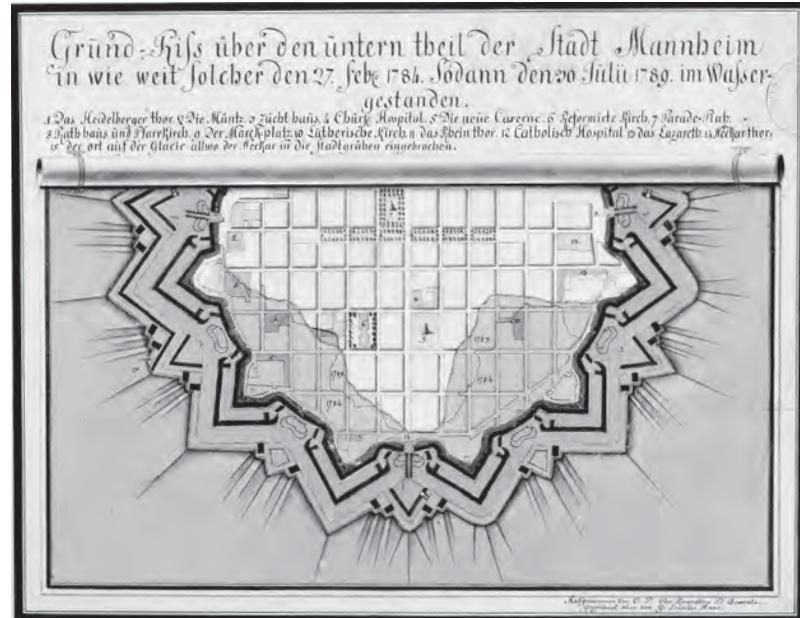


Abb. 20: Kartierung des Hochwassers in Mannheim vom 30. Juli 1789 im Vergleich zum Hochwasser von 1784. Karte aus Cosimo Alessandro Collinis Abhandlung über das Mannheimer Hochwasser samt Vorschlägen zum Hochwasserschutz, 1790.

widriger Umstände einzuholen galt. Diese Daten wurden bis 1794 erhoben, als Kurfürst Theodor wegen der politischen Probleme in Europa und wegen des Todes von Hemmer die Meteorologische Gesellschaft auflöste. Sie wurden auch im Juli 1789 erhoben, als die Stadt Mannheim unter Wasser stand. Auch wenn das Messnetz nach 1794 aufgrund der europäischen Verhältnisse nicht lückenlos weiter geführt wurde, blieb doch der Auftrag der Tabelle bestehen: Dieser bestand darin, auch fortan das Raster der Tabelle gewissenhaft mit Messungen zu ›befüllen‹, also in dem mönchisch disziplinierten oder beamtenhaften Anhäufen von Daten, dem Eintragen in die einzelnen Kästchen der Tabelle, der zeitlichen Disziplin einer täglichen, monatlichen, jährlichen Taktung mit den immer gleichen, ritualisierten Handlungen um 7, 14 und 21 Uhr. Ein leeres Kästchen war hier der deutliche Hinweis auf die mangelnde Disziplin und Schlammperei des zuständigen Wetterbeamten. Die Erhebung der Wetterdaten musste so weit wie möglich von politischen Krisen entkoppelt werden, die Rädchen ihrer Aufzeichnung sollten sich nicht nur in Extremwetterlagen, sondern auch angesichts von politischen Umwälzungen und Krisen weiterdrehen. Dies jedoch war in Mannheim nicht möglich, wo mit den politischen Umwälzungen auch die Wettermessungen eingestellt wurden. Das Physikalische Kabinett des Kurfürsten wurde 1795 im Koalitionskrieg zwischen Frankreich, Preußen und Österreich zerstört; infolge dieser Ereignisse wurde die Meteorologische Gesellschaft aufgelöst.

### Die globale Klimaliste

Heute gibt es in Deutschland ungefähr 200 Wetterstationen, weltweit 13.000. Mehrere der Reihen werden seit über hundert, manche sogar seit über zweihundert Jahren geführt. So wird beispielsweise seit nunmehr knapp 125 Jahren, genau genommen seit dem 1. Januar 1893, eine Klimareihe am Telegrafenberg in Potsdam geführt, Stationskennziffer 379, Klimakennziffer 3343.

Jeden Tag führen die Mitarbeiter mit der Berufsbezeichnung »Assistent/in für Meteorologie« drei Messungen nach Potsdamer Zeit um 9:08, 14:08 und um 21:08 Uhr durch. Die Messmethoden sind immer noch die gleichen wie 1893, weshalb die Reihe eine sonst kaum gegebene Homogenität besitzt, was der Messreihe den Status einer »Klimareferenzreihe« verleiht.

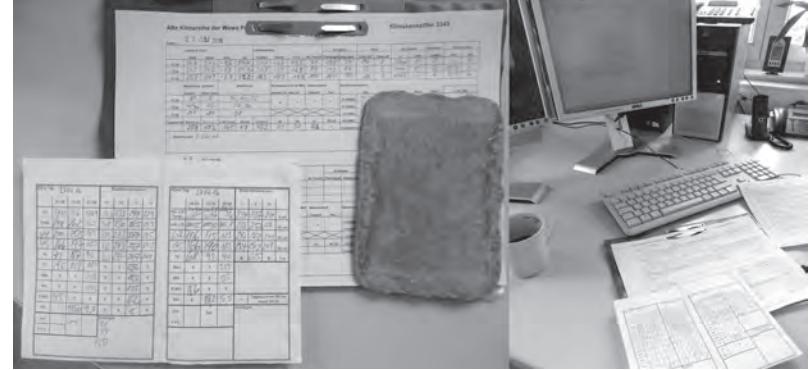
An dieser Stelle ist ein Methodenwechsel zur begleitenden Beobachtung der Fabrikation von Wetterdaten vor Ort auf dem Potsdamer Telegrafenberg angebracht. Die Wetterhütte, zu der ich den Assistenten für Meteorologie Ralph Schmidt begleiten durfte, ist eine weiße Holzbox aus Lamellen, die erhöht auf dem Messfeld steht. Darin befinden sich Quecksilberthermometer und Hygrometer, aber auch ein Regenmesser (eine Duschwanne) und ein Windmesser gehören zum Ensemble sowie mehrere bis in 12 Meter Tiefe reichende Thermometer zur Abnahme der Bodentemperatur, die sich an langen Holzstielen herausziehen lassen. Das Barometer (bis heute auf der Basis der Materialeigenschaften menschlichen Haares) hängt im Innenraum der Warte, der Sonnenschreiber – eine apfelsinengroße Glaskugel mit einem dahinter angebrachten Bogen schwarzen Papiers – erfüllt seit 1893 am selben Ort, auf dem Dach des Turmes, unverändert seinen Dienst. Bei klarem Himmel brennt die Sonne eine löchrige Spur durch das Papier.

Beim Gang aufs Wetterfeld müssen die Mitarbeiter je nach Wetter schnell sein, um die Daten zur exakten Uhrzeit einzusammeln. Bereits ein Anhauchen des Thermometers oder ein paar Minuten Verzögerung bei Starkregen verändern die Messungen. Die Geräte werden täglich kontrolliert und gereinigt, Schnee über dem Messfeld muss beseitigt werden. Die abgelesenen Werte werden zunächst vor Ort mit Bleistift auf vorgedruckte DIN-A6-Tabellen notiert (Abb. 21). Die Werte eines Tages werden dann in weitere Tabellen übertragen. Heute sind dies 14 Excel-Tabellen, die täglich zur Zentrale des Deutschen Wetterdienstes nach Offenbach geschickt und seit 1893 zu Monatsberichten kompiliert und jährlich veröffentlicht werden. Insofern haben

die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen der Wetterwarte Nr. 379 seit dem 1. Januar 1893 über 134.600 Messgänge absolviert, eine in Zahlen geronnene Abfolge von vorgegebenen Gängen und Bewegungsabläufen auf dem Messfeld, das an eine Choreografie auf einer Bühne erinnert. Die Tabellen, welche die verronnene Zeit dokumentieren, besitzen wiederum eine Verwandtschaft mit den *Date Paintings* des Künstlers On Kawaras. Allein zwischen März und Mai 1945 sowie bis 1947 weist die Liste aufgrund der politischen Situation Lücken auf. Seit den letzten Jahren wird die Produktion der Wetterdaten zunehmend automatisiert, wobei der Grund für die Automatisierung nicht die erhöhte Exaktheit oder Zuverlässigkeit ist, sondern Einsparungen.

Doch das Programm der Liste lief für einzelne Stationen auch ohne Messnetz weiter. So war auch die Wetterwarte auf dem Hohenpeissenberg in Bayern als Station des Netzes der Pfälzischen Gesellschaft begründet worden. Bis heute liest ein Mitarbeiter des Deutschen Wetterdienstes dreimal täglich die Wettermessungen ab. Die Wetterwarte besitzt damit die längste durchgängige Messreihe Deutschlands. Die »Tabellenknechte« dieser Liste erhoben seither in mehr als 230 Jahren zu ca. 250.000 Stunden Messungen, was Hohenpeissenberg wie die Station des Telegrafenberges Potsdam zu einer »Klimareferenzstation« macht (Abb. 22). Beide sollen jedoch bald mittels Sensortechnik automatisiert werden. Dann werden Geräte wie der Wolkenautomat und selbstaufzeichnende, belüftete Thermometer und Hygrometer die menschlichen Messgänge ersetzen. Diese Bestrebung, die Wetteraufzeichnung an selbstaufzeichnende Geräte zu übergeben, die seit der frühesten Geschichte der Wetteraufzeichnung verfolgt wurde, wird dann für die meisten Wetterstationen Realität.

Im Verlauf des 19. Jahrhunderts erzeugte das »soziotechnische System« der Infrastruktur des Klimawissens (»climate knowledge infrastructure«) standardisierte Rituale an Hunderten Orten zu gleichen Zeiten.<sup>120</sup> »Die meteorologische Kartografie läuft wie ein Uhrwerk«.<sup>121</sup> Die Beobachter des Messnetzes



**Abb. 21:** Handschriftliche Tabellen für die über 125 Jahre lange Klimareferenzreihe der Wetterwarte Nr. 379, Telegrafenberg/Potsdam, ausgefüllt für den 27.07.2016 und die Übertragung in weitere Tabellen im Computer. Fotografien: Birgit Schneid

**Abb. 22:** Klimadaten von der Wetterstation Hohenpeissenberg, Ausschnitt der Liste im Standardformat, 1870 bis 1999, von der Website des Deutschen Wetterdienstes.

waren verpflichtet, an jedem einzelnen Tag im Jahr zu festgelegten Uhrzeiten die Wetterstationen aufzusuchen, die standardisierten Instrumente wie Barometer und Thermometer zu prüfen und zu justieren, um dann die Beobachtungen in einer streng festgelegten Art und Weise in vorgedruckte Formulare zu notieren. Ihre täglichen Messdaten übermittelten die Beobachter seit der Mitte des 19. Jahrhunderts telegrafisch an die zentralen Wetterbüros, in denen die Daten gesammelt wurden. In den zentralen Wetterbüros wurden die Daten einerseits für die Wettervorhersage von mehreren Büroangestellten relativ mechanisch und in Arbeitsteilung in die Form von Wetterkarten gebracht – eine Praxis, die an anderem Ort ausführlich beschrieben wurde,<sup>122</sup> gleichzeitig wurden die Messreihen jeder einzelnen Station aufbewahrt und für Klimafragen weiter verarbeitet.

Bis heute ist das Wissen der Klimatologie in erster Linie tabellarisches Wissen. Heute werden an fast 10.000 Orten täglich Klimadaten zu den »Mannheimer Stunden« genommen. Die Listen des Wetters, die in Hohenpeißenberg, Mannheim, Florenz und an anderen Orten initiiert wurden, waren der Beginn einer fortlaufenden Anhäufung von unvorstellbaren Mengen an Beobachtungsmaterial, die das zeitliche Messnetz auch räumlich immer enger knüpften. War das Messnetz damals noch löchrig und äußerst lokal – von der Südhalbkugel der Erde lagen bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts keine brauchbaren, publizierten Wettermessungen vor –, so ist das Netz heute weltumspannend und weist nur noch über den Meeren, den Polen und an manchen Stellen in Afrika räumlich wie zeitlich größere Lücken auf.

In Anbetracht der internationalen Bestrebungen, Wettermessnetze zum Funktionieren zu bringen, scheinen die Messnetze der Klimawissenschaften als eines der »größten Tabellen produzierenden Projekte«<sup>123</sup> auf, die die Geschichtsschreibung der Tabelle seit ihren mesopotamischen Vorläufern kennt. Viele zunächst menschliche »Computer« haben dazu beigetragen, dass die globale Klimatabelle seit dem 19. Jahrhundert immer lückenloser und engmaschiger geführt wurde. Die Buchführung des

Wetters beschäftigte in den letzten zweihundert Jahren ein ganzes Heer von mehr oder weniger professionellen Meteorologen. Über die »Tabellenknechte« des Wetters, wie die Datensammler im Tabellenstreit zu Beginn des 19. Jahrhunderts genannt wurden, ist im Einzelfall wenig bekannt, außer dass sie gewissenhaft und mit Treuepflicht ihre Wetterbeobachtungen festhielten, bis sie in den meisten Fällen durch automatisierte Messinstrumente wie den »Wolkenautomat« ersetzt wurden.<sup>124</sup> Bewohner von Inseln, das Personal von Kirchen, Lehrer, Leuchtturmwärter, Nachbarn einer Wetterwarte etc. konnten verpflichtet werden, das Wetter dreimal täglich zu messen. Der »Appetit auf Daten« (Paul Edwards) wächst bis heute beständig an, denn auch die Computermodellierung von Wetter und Klima ließ die Notwendigkeit von Beobachtungen als Basis der Berechnungen weiter ansteigen. Hier ließe sich an die lange Entwicklung der globalen Netzwerke anknüpfen, die von zahlreichen Standardisierungsbestrebungen geprägt ist und erst am Ende des 20. Jahrhunderts die Vision eines globalen Klimamessnetzes Wirklichkeit werden ließ. Auf einer internationalen Klimakonferenz der World Meteorological Organization (WMO), einer Institution der Vereinten Nationen, im Jahr 1979 wurde schließlich beschlossen, die lokalen Netze wie die *World Weather Records* oder das *Réseau Mondial* mit dem Ziel zusammenzufügen, den Klimawandel breiter zu erforschen. Doch erst seit 1992 gibt es das *Global Climate Observing System*. Paul Edwards hat diese Netzwerke als Infrastrukturen des Klimawissens beschrieben: »Wissensinfrastrukturen umfassen robuste Netzwerke von Menschen, Artefakten und Institutionen, die spezifisches Wissen über menschliche und natürliche Welten hervorbringen, teilen und bewahren.«<sup>125</sup> Die Auffassung technischer Netzwerke als »soziotechnische Systeme«<sup>126</sup> bringt nicht nur die Rolle technischer Faktoren in den Blick, die diese Netze funktionieren lassen, sondern ebenso die der sozialen Faktoren, die genauso zum Funktionieren dieser Netze beitrugen wie die Bedeutung von Institutionen und Einzelpersonen, ohne die die Netzwerke nicht betrieben werden könnten.

Bis heute sind die meisten Klimadaten frei zugänglich, eine Besonderheit in der internationalen Forschungslandschaft, die dem Gegenstand geschuldet ist: Klimadaten sind wissenschaftlich nur sinnvoll, wenn sie über Grenzen hinweg im internationalen Vergleich betrachtet werden können. Dies führte zu einer »Gemeinschaftlichkeit von Daten« (»communality of data«).<sup>127</sup>

Da jedoch die Messinstrumente, die zeitlichen Standards, die statistischen Berechnungen und die Messmethoden in der langen Geschichte der Wettermessungen immer wieder verändert wurden, die Messreihen also nicht homogen sind, müssen die historischen Daten, um miteinander vergleichbar zu sein, heute in langwieriger Arbeit immer neu analysiert, verdichtet, geprüft oder verworfen werden. Nur durch diese neue Analyse ist es möglich, Klimafaktoren von anderen Faktoren in den Daten zu trennen, also die Daten so zu bearbeiten, dass sie die Inhomogenität von Messmethoden oder statistischen Kalkulationen bereinigen. Die Daten, mit denen schließlich »das Klima« berechnet wird, sind nicht mehr die »rohen« Messwerte der Wetterstationen, sondern basieren auf einem stark analysierten Set von Daten, das zudem um synthetische Werte ergänzt ist. Doch auch die Genealogie der Klimabeobachtungsnetze spielt eine Rolle für die Aussagekraft der Daten. Aufgrund der geringeren Dichte dieses Netzes ist das Wissen über die Oberflächentemperatur der Erde zwischen 1890 und 1900 beispielsweise ein lückenhaf teres als jenes über den Zeitraum von 1990 bis 2000,<sup>128</sup> sodass für bestimmte Regionen der Erde keine sicheren Aussagen über ihre Klimgeschichte getroffen werden können. Doch ist es das historisch angehäufte Punktewissen unzähliger Messgänge und tabellarischer Operationen, aus denen das Klimaarchiv besteht und das heute in transformierter Form auch in den Klimasimulationen, Kurven und Karten vom Klimawandel enthalten ist.

## Vom Rohen zum Gekochten? Die Versinnlichung der Datenflut

Es sind analytische grafische Methoden, mit denen den Daten in den Tabellen schließlich neue Erkenntnisse abgerungen wurden. Heute, wo es thematische Karten und Infografiken zu jedem Thema gibt, mag das lange Warten auf die Visualisierung seltsam anmuten. Als hätten die Forscher eine Brille, die bereits neben dem Buch lag, einfach nicht aufgesetzt, als seien sie für die offensichtliche Transformation der Daten mittels Visualisierung blind gewesen. Die Frage nach dem »so long« verrät aber ebenso viel über heutige Sehgewohnheiten, Denkstile, Erkenntnis- und Optimierungsideale in Differenz zu jenen der damaligen Forscher. Denn erst seit dem 19. Jahrhundert wurde die breite Palette an grafischen Methoden zu eigenen Disziplinen der Datenvisualisierung und Computergrafik hin entwickelt.

Heute sind die visualisierenden Methoden zum dominierenden Werkzeug geworden, um die ausgewählte Spitze des jeweiligen Dateneisberges überhaupt noch sichtbar machen zu können, um ein weiteres nautisches Bild zu wählen. Die übliche Darreichungsform von Daten oder Informationen erfolgt im Gewand der Visualisierung. Hier sollen jedoch kulinarische Analogien und Vergleiche herangezogen werden, um den Verwandlungsprozess besser theoretisieren zu können. Mit der binären Unterscheidung, die Claude Lévi-Strauss im Rahmen seiner strukturellen Deutung von Mythen vornahm, lässt sich diese Verwandlung mit der Tätigkeit des Kochens vergleichen.<sup>129</sup> Unverarbeitete, »rohe« Daten und Zahlenkolonnen lösen den sofortigen Ruf nach Transformation in »gekochte« Visualisierungen aus. Auch wenn hier keine so starke Modifikation behauptet werden kann wie Lévi-Strauss sie durch den Vorgang des Kochens roher Nahrungsmittel konstatiert, die auf diese Weise vom Naturzustand in den Kulturzustand wechseln, wird bei der Transformation von Messreihen in Datenvisualisierungen dennoch eine erhebliche Veränderung vorgenommen: Diskursive

Messreihen werden in aisthetisch wahrnehmbare Formen gebracht und auf diese Weise dem *Auge des Geistes* erschließbar.<sup>130</sup> Bedenkt man, dass Lévi-Strauss das Kochen als Wurzel aller Wissenschaften betrachtete, insofern dabei die grundsätzlichen Vorgänge von Synthese, Analyse und Verdichtung in der Praxis realisiert sind, ist die Vorstellung eines »Kochens von rohen Daten« vielleicht keine leere Analogie. Sie ist angelehnt an die dualistische Unterscheidung, die Alexander Galloway ausgehend von Vilém Flusssers Informationsbegriff traf, indem er rohe Daten, er nennt das Beispiel von Daten wie sie Satelliten erzeugen, von ihrer Gestaltung in Form (als *Informationen*) von Visualisierungen absetzt.<sup>131</sup> Die numerischen Rohdaten sind im Gegensatz zur formgebenden Information anästhetisch, sie haben keine visuelle Form. Werden die formlosen Daten jedoch in Visualisierungen verwandelt, bezeichnet Galloway diese als Theater, so wie ein Skript in seiner Inszenierung Gestalt annimmt. Doch kann dieses Theater immer anders aussehen, da es keine eindeutige Form der Information gibt.

Hier soll nun jedoch für die Analyse die Ebene des Rohen und Gekochten in der Zielrichtung »vom Verdaten zum Verdauen« weiterverfolgt werden. Denn die kulinarische Metapher der *rohen* Daten geht einher mit der Vorstellung, dass große Mengen von Daten, die sich dem gesteigerten »Appetit auf Daten« (Paul Edwards) verdanken, schwer verdaulich (»digestable«) sind. Um die schwere Verdaulichkeit zu überwinden, müssen die Daten in einen anderen Zustand transformiert werden. Nimmt man das sich auf den Zustand von Nahrung beziehende Wort »roh« wörtlich, lässt sich dieser Zustand versuchsweise auf das Schema der Anthropologe beziehen, in dem »das Gekochte« für die bessere Verdaulichkeit einsteht (wie auch das Gegarte und das Gebratene). Um die Transformation von Daten in Bilder tiefer zu ergründen, sei eine weitere Analogie zur Nahrungsmittelverarbeitung erlaubt: Wie beim Extrakt der 1840 von Justus Liebig entwickelten Brühwürfel (Abb. 23) besteht der Anspruch der Visualisierung darin, dasjenige aus den Daten zusammen-



Abb. 23: Extrakte von und für Entdecker. Humboldt als Teil einer Werbe- und Sammelbildreihe für den Fleischextrakt von Justus von Liebig, 1891.

zuziehen, was diese wesentlich ausmacht, also ein Wissensextrakt der Daten in den Visualisierungen zu präsentieren. Es geht, ich wiederhole, um Synthese, Analyse und Verdichtung. Damit Daten zu Wissen werden, das weitere Erkenntnis ermöglicht und zudem einfacher memorierbar, transportierbar und reproduzierbar ist, ist eine derartige Metamorphose hilfreich. All diese Verwandlungsprozesse tragen das Versprechen in sich, das Wichtigste, Typische und Beste vom Ausgangsmaterial wie die Hostie vom Leib Jesu in sich zu tragen – als *pars pro toto*, wobei es in erster Linie Zahlen sind, über die zum Kern der Erkenntnisse vorgedrungen wird. Dabei darf nicht unerwähnt bleiben, dass auch die Verwandlung von Rohdaten in den Mittelwert beispielsweise einer Jahresschnittstemperatur diese Funktion übernehmen kann, insofern in ihm das Typische eines Datensatzes zum Ausdruck kommt.

Um die Transformation des Blicks auf die Daten beschreiben zu können, der um 1800 einsetzte, ist ein Sprung in die europäische Geschichte des 17. Jahrhunderts sinnvoll. In dieser Zeit, also gut einhundert Jahre bevor Visualisierungen langsam zur gängigen Darreichungsform für Daten entwickelt wurden, war es nämlich noch die Tabelle, die für ihre Eigenschaften angepriesen wurde, also für Übersichtlichkeit, Prägnanz und die Wissensenthüllung auf einen Blick. Aussagen, die die Übersichtlichkeit der Tabellen als Erkenntnisinstrument hervorheben, finden sich bei Gottfried W. Leibniz (1646–1716). Leibniz, der selbst nicht nur als Mathematiker und Philosoph, sondern auch als Politiker und Staatsmann tätig war, verfasste mehrere kurze Texte im Dienste der Staatsverwaltung, wie etwa die Abhandlung *Von nützlicher Einrichtung eines Archivi und der Entwurf gewisser Staats-Tafeln*, die er 1680 für Herzog Ernst August und Franz Ernst von Platen erarbeitete. Diesen Text schrieb er im Advent einer radikalen Neuordnung der Archive. Wurden diese Archive seit dem 17. Jahrhundert vor allem in Listen geführt, so sollten die Listen nun in die neue Ordnung der Tabelle gebracht werden. Aufgrund der Allgemeinheit in ihrer Aussagekraft kann Leibniz' Traktat für die Bestimmung und generelle Beschreibung von Leistungsmerkmalen tabellarischer Ordnungen herangezogen werden. Tabellen werden hier als neue Form des Landeswissens angepriesen, da sie den Vorteil böten, alles »was zusammengehört, gleichsam in einem augenblick« überschaubar zu präsentieren. »[D]enn das ist das amt der tafel, daß die Connexion der dinge sich darin auf einmal fürstellet, die sonst ohne mühsames nachsehen nicht zusammen zu bringen [sind].«<sup>132</sup> Staatstafeln definiert Leibniz als »eine schriftliche kurze verfaßung des Kerns aller zu der Landes-Regierung gehörigen Nachrichtungen, [...] mit solchen Vortheil eingerichtet, daß der Hohe Landes-Herr alles darinn leicht finden was er bey ieder begebenheit zu betrachten auf einmal übersehen, und sich deßen als eines der bequämsten instrumenten zu einer lóblichen selbst-regirung bedienen könne.«<sup>133</sup> (Abb. 24)

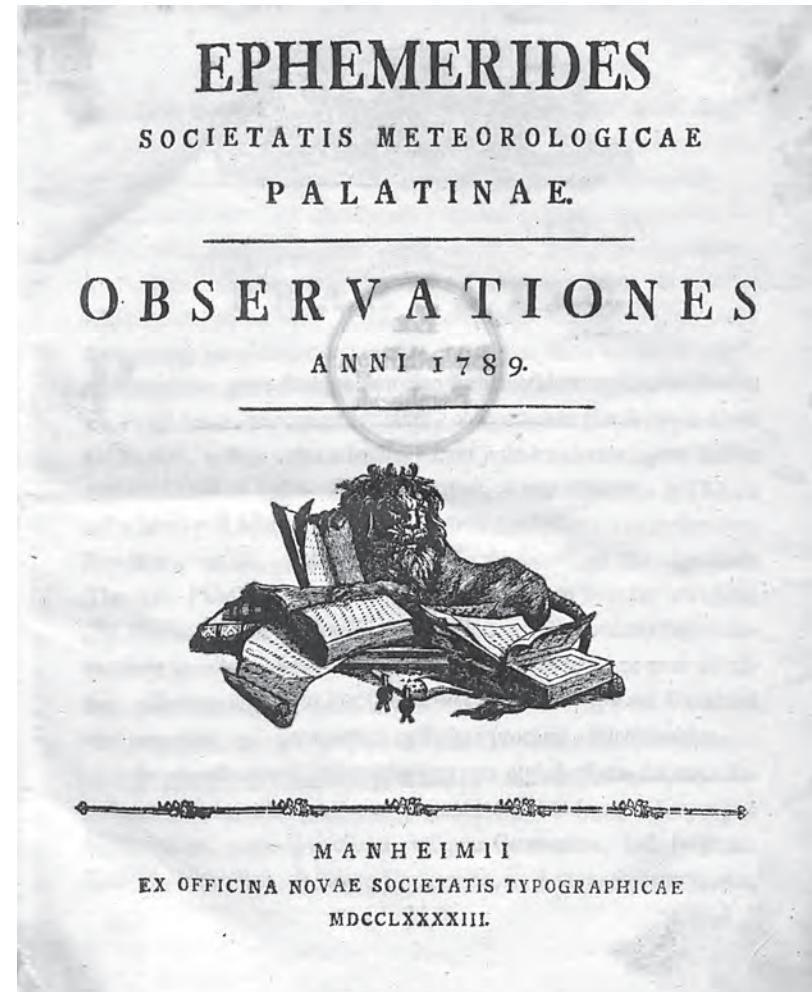


Abb. 24: Frontispiz der *Ephemeriden* der Pfälzischen Meteorologischen Gesellschaft, Jahrgang 1781 bis 1792.

Was also sind die Vorteile der tabellarischen Formatierung von Wissen? Wissen, Fakten oder Zahlen werden in eine topologische Struktur aus Zeilen und Spalten gefüllt. Die Tabelle erlaubt die parallelisierte Darstellung von inhaltlichen und formalen Kategorien.<sup>134</sup> Durch die Zusammenstellung der Informationen gelingt eine Zusammenschau, die dem Souverän erlaubte, die Zustände einzelner Industrien und Provinzen auf einen Blick zu erfassen. Was hier interessiert, ist die Rhetorik von Ordnung, Übersicht, Klarheit und Bequemlichkeit, die dem Medium Tabelle eigen seien, das für die Möglichkeit zeitökonomischer Erkenntnisleistungen des Coup d'œil gerühmt wird.

Über einhundert Jahre später macht sich eine neue Rhetorik instrumenteller Bilder breit, die die Erkenntnisleistungen der Tabellen, welche Leibniz noch so hoch gelobt hatte, infrage stellt. Nicht die Erhellung, sondern eine Verstellung des Blicks würden die Tabellen bewirken. Wilhelm Brandes, der die erste Wetterkarte gezeichnet hatte, kritisierte 1820 in genau diesem Sinne die zu Tabellen angeordneten Daten, welche in Messstationen angehäuft würden. Er beanstandete die Messreihen der Meteorologie als unübersichtliches und nutzloses Rohmaterial, das wie ein nicht gehobener Schatz wichtige Erkenntnisse verberge.

Wir besitzen fast unübersehbare Reihen von Witterungsbeobachtungen, die größtenteils wie ein vergrabener Schatz, ohne Nutzen für die Wissenschaft, da liegen, weil niemand die – freilich schwere – Mühe übernehmen will, aus den Tausenden von Beobachtungen zweckmäßige Vergleichungen herzuleiten, und so den Versuch zu machen, ob wir Resultate aus ihnen finden können.<sup>135</sup>

Auch Alexander von Humboldt stellte dieses Defizit heraus. Er benennt die Unzulänglichkeit der Tabellen für die Landeskunde im Gegensatz zur Karte. Während die Tabellen ungeahntes Wissen im Verborgenen beließen, wohne thematischen Karten das Potenzial inne, dieses an die Oberfläche zu bringen.

Besäßen wir statt Länderkarten nur Tafeln, enthaltend die Koordinaten der geographischen Breite und Länge und der Höhe, so würden eine große Zahl merkwürdiger Verhältnisse, welche die Kontinente in ihrer Gestaltung und die Ungleichheiten ihrer Oberfläche darbieten, für immer unbekannt geblieben sein.<sup>136</sup>

Der Kameralistikprofessor August F. W. Crome nimmt diesen Gedanken einer Evidenz, die auf Karten geordnet vor den Augen liegt, im Vorwort seiner *Allgemeinen Übersicht der Staatskräfte* (1818) auf, einem ersten Buch, in dem thematische Karten der europäischen Staaten mit statistischen Mitteln publiziert wurden. Crome bezieht sich hierbei auf die vergleichende Berggrafik von Johann Wolfgang von Goethe.

Das geographisch-statistische Studium wird ungemein erleichtert, wenn die Form der Darstellung nicht blos [sic] symbolisch ist (im engsten Sinn des Wortes), sondern zugleich anschaulich gemacht wird. Denn Versinnlichung, durch bildliche Darstellung – wie mehrere unserer berühmtesten Schriftsteller mit Recht behaupten, – ist in der Geographie und Statistik sowohl, als in der Naturgeschichte ein sehr kräftiges Mittel, das Studium der Geographie den Dilettanten zu erleichtern, und für den Anfänger eindrücklicher zu machen.<sup>137</sup>

Was diese Beispiele aus Staats-, Länder- und Naturkunde verbindet, ist ihre generelle Perspektive auf statistische Daten als rohes, unentfaltetes Potenzial und die Überzeugung, dass sich den Daten durch eine neue visuell-kartografische Anordnung neue Erkenntnisse entlocken ließen.

Die Privilegierung aisthetischer Repräsentationen für Erkenntnisleistungen um und nach 1800 wurde mit dem Begriff der *Humboldtian Science* gefasst.<sup>138</sup> Dieser Denkstil, wie Ludwik Fleck es nennen würde, stellt Methoden der »Versinnlichung«

und »Synopse« aus mehreren Gründen ins Zentrum seiner Weltbeschreibungen. Der Wunsch, eine umfassende Weltbeschreibung auf der Basis einer breiten Sammlung von Fakten zu erstellen, ist untrennbar mit dem Wunsch nach synoptischer, oftmals kartografischer Datenvisualisierung verbunden, also nach einer sinnlich-ästhetischen Aufbereitung von Erkenntnis. Anknüpfen konnten die frühen Datenvisualisierer an die Ästhetik Baumgartens, der 1750 bis 1758 eine allgemeine Theorie und Lehre der sinnlichen Erkenntnis entworfen hatte. Diese Ästhetik prägte pädagogische Ideale, die Baumgarten auch für wissenschaftliche Erkenntnisse geltend machte. Wie bereits in der Einführung erwähnt, begründet Baumgarten seine Ästhetik damit, dass diese in der Lage sei, wissenschaftliche Gegenstände plastisch zu veranschaulichen und dabei unterschiedlichen Zielgruppen angepasst werden können sowie zudem die Grenzen des Erkennbaren auszuweiten.<sup>139</sup> Die Versinnlichung von Erkenntnisgegenständen mithilfe der Veranschaulichung (Ästhetik) im Zusammenspiel mit der sinnlichen Erkenntnis (Aisthesis) erlaubte zum einen, neue Erkenntnisse herzustellen, mit denen sich zum anderen Unbekanntes eindrücklich machen ließ.

Natürlich war die Erkenntnisleistung einer einzelnen Tabelle immer noch dieselbe, die Leibniz hervorgekehrt hatte. Erst die Tabelle ermöglicht es, Inhalte so zu sortieren, dass sie übersichtlich und vergleichbar werden. Die neue Unübersichtlichkeit entsprang jedoch weniger der Betrachtung *einzelner* Tabellen als der Ansicht *vieler*. Die erwünschten Versinnlichungen der Tabellen versprachen das intensive Blättern in langen Listen zu ersetzen, das nötig war, um die Inhalte vergleichend zu analysieren. Den zeitlichen Aufwand, den dieses Blättern für die Analyse bedeutete, beschrieb der Kartograf Jacques Bertin später in seiner monumentalen Semiolegie der Karten und Diagramme besonders plastisch. »Man braucht mindestens 20.000 aufeinanderfolgende Augenblicke der Wahrnehmung, um zwei Zahlentabellen mit je 100 Zeilen und 100 Spalten miteinander zu vergleichen.«<sup>140</sup> Es ist die ökonomische Effizienz des

erkennenden Auges, die in Form von Datenkarten gesteigert werden soll.

Seit ungefähr 1780 finden sich deshalb Äußerungen, die nun die Tabellen als einen Hort der Unübersichtlichkeit für die Erkenntnisentfaltung des Wissens abwerten. Dahinter steht die Vermutung, dass die Daten mehr Erkenntnisse beinhalten, als ihnen im Medium der Tabelle abzuringen ist. Der Physiker Georg C. Lichtenberg (1744–1799) knüpfte eine Forderung an die Feststellung, »daß zuviel beobachtet und zuwenig bearbeitet würde und daß man Feierjahre in die ausübende Beobachtungskunde einschieben müßte, um die fast uferlos anschwellende Flut des Beobachtungsmaterials einzudämmen.«<sup>141</sup> Auch mehr als einhundert Jahre später deutete der Geophysiker Adolf Schmidt die stetig gesteigerte Erhebung von Beobachtungsdaten in einzelnen Wetterstationen: »Das Ergebnis ist dann zunächst ein Chaos von Einzelheiten, ein für theoretische Untersuchungen unbrauchbares Gewirr von Zahlen.«<sup>142</sup> Das nutzlose Zahlen gewirr ist sprichwörtlich, denn die gesammelten Formulare in den Archiven schwollen im 18. Jahrhundert in allen Daten sammelnden Bereichen an, allen voran in der Staatsverwaltung und der Geschichtsschreibung. Und so begannen Naturforscher, die die zwölf dicken Bände der *Ephemeriden* sowie unzählige weitere, in Journals und Büchern publizierte Wetterlisten auf dem Tisch liegen hatten, in Anbetracht dieser »nur schwer übersehbaren Materialhäufung« anders über Daten nachzudenken.<sup>143</sup>

Der Meteorologe Ludwig F. Kämptz (1801–1867) leitete aus dem Problem der zunehmend unerreichbaren Übersicht der Datenblätter nicht nur das Erfordernis von Versinnlichungen, sondern auch von Mittelwerten ab.

Es ist dem menschlichen Geiste nicht möglich, die Reihe von Witterungsverhältnissen, wie sie sich in einem längeren Zeitraume ereignen, mit einem Blicke zu übersehen, es sind gewisse Ruhepunkte erforderlich, welche ihm gestatten, kleinere Intervalle zu umfassen, auf eine

ähnliche Weise als man bei Betrachtung einer Landschaft nur dann ein vollkommenes Bild erhält, wenn man verschiedene Standpunkte wählt, von welchem man einzelne Teile übersicht und um welche sich das Übrige gleichsam gruppirt. Diese Ruhepunkte bilden in der Meteorologie die Mittel, um welche sich die einzelnen Beobachtungen nach Gesetzen ordnen, welche für einzelne Gegenden näher bestimmt werden müssen.<sup>144</sup>

Der statistische Umgang mit Datenmaterial geht mit der Visualisierungspraxis Hand in Hand. Der mittlere Zustand, so Heinrich Dove, »verbirgt sich aber in so mannigfaltigen Veränderungen, daß seine Auffindung lange als die letzte Aufgabe der Meteorologie angesehen worden ist.«<sup>145</sup> Der Vergleich mit dem ästhetischen Blick auf die Landschaft ist hierbei erhellend. Auch Landschaft wird, wie Georg Simmel schrieb, in einem »eigenthümlichen geistigen Prozeß« der Anschauung zu einer »Einheit eines Ganzen« aus der Natur »herausgestückt«, die Natur wird »umgebaut« durch »den teilenden und das Geteilte zu Sondereinheiten bildenden Blick des Menschen zu der jeweiligen Individualität Landschaft«.<sup>146</sup>

Die Frage, wieso die Daten der Meteorologie erst recht spät visualisiert wurden, die zu Beginn dieses Kapitels gestellt wurde, kann also eine medienästhetische bzw. medienepistemische Antwort erhalten. Um 1800 reichte die Erkenntnisleistung der Tabelle nicht mehr aus, um die Daten, die mit diesem Erkenntnisinstrument angehäuft worden waren, vorstellbar und begreifbar zu machen. Daten mussten nicht nur kompiliert, gesammelt, erhoben und archiviert werden. Mit dem Anwachsen der Formularstapel, ihren Zeilen und Spalten und ihren Einzelpositionen, entstand eine neue Unübersichtlichkeit. Die Gruppierung von Daten in Form von Tabellen erzeugte den Wunsch, auch die Tabellen untereinander in großem Stil zu vergleichen und ihnen ein tieferes Verständnis abzuringen, indem man ihre statistischen Muster und Ordnungen in Form von Linien visualisierte, woraus Maximal- und Mittelwerte erkennbar wurden.

Für das vorläufige Ende dieser Entwicklungen, welche die grafische Übersicht zum Königsweg der Datenanalyse erhoben, kann ein Zitat des Meteorologen Heinrich Dove stehen, bei dem er Weltgeschichte und Witterungsgeschichte vergleicht. Für ihn sind 1839 die Potenziale und Vorteile der synoptischen Datenvisualisierung bereits recht klar.

So wie die Weltgeschichte sich in den Begebenheiten auch des unbedeutendsten Ortes abspiegelt, so spricht sich auch die Witterungsgeschichte in den meteorologischen Erscheinungen jeder einzelnen Beobachtungsstation aus. Die Journale derselben sind die Chroniken der allgemeinen Witterungsgeschichte, aber so wenig man die Fäden der Weltgeschichte zu fassen vermag, wenn man nur eine Urkunde zu Rate zieht, eben so wenig wird man aus den Beobachtungen eines Ortes zum Verständnis der mannigfach ineinandergrifffenden Prozesse des Luftkreises gelangen. Nur aus dem Zusammenfassen und Vergleichen jener einzelnen Berichte tritt Bedingendes und Bedingtes in gegenseitiger Beziehung hervor und das Fehlen eines einzigen Mitgliedes lässt oft Phänomene rätselhaft erscheinen, die, wäre es ergänzt, sich von selbst erläutern würden. Daher für den Geschichtsschreiber des Luftkreises welche Freude, wenn ein fremdes Archiv ihm zugänglich wird, welche Sehnsucht, zu den Schätzen zu gelangen, die in anderen noch unbenutzt verwahrt liegen.<sup>147</sup>

Die Meteorologie und die Klimatologie mussten also erst zu ihren eigenen Linien finden, entlang derer sich die Muster in den statistisch ausgewerteten Messungen erkennen ließen. Was Leonardo da Vinci für die Astronomie mit dem denkwürdigen Satz zusammengefasst hatte, ohne Linien sei »die Kunst des Geometers blind«,<sup>148</sup> gilt auch für die Klimaforschung, die erst im Verlauf von Linien den Gang der Witterung erkannte.

## Humboldt in Mannheim

Im Oktober 1789, in jenem Jahr, als Mannheim von der großen Flut heimgesucht worden war, besuchte Alexander von Humboldt die Stadt. Er unternahm als Student gemeinsam mit seinem älteren Kommilitonen, dem holländischen Arzt und Botaniker Steven Jan van Geuns, eine naturhistorische Reise durch Deutschland.<sup>149</sup>

Die Tage waren gefüllt mit vielseitigen Besichtigungen der »Merkwürdigkeiten von Mannheim«.<sup>150</sup> Van Geuns und Humboldt besichtigten die zahlreichen neu eingerichteten Sammlungen des Kurfürsten von der Pfalz, die kulturell und wissenschaftlich auf der Höhe ihrer Zeit waren: die Bibliothek, das Kabinett der physikalischen Instrumente und das Kabinett der Naturgeschichte, das Antiquitätenkabinett und die Gemäldegalerie, die Sammlung antiker Statuen, den botanischen Garten, das astronomische Observatorium, das anatomische Militärtheater und das chirurgische Kollegium, die Krankenwärterschule und die Hebammenschule sowie das berühmte Theater.<sup>151</sup> Auch begutachteten sie die »große[n] prächtige[n] meteorologische[n] Instrumente, die täglich fleißig für Beobachtungen genutzt werden«.<sup>152</sup> Erwähnt wird hier ein Schreibbarometer als »Barometrograph«, »der alle 4 Minuten von selbst eine Stellung anzeigt«.<sup>153</sup> Es bleibt unerwähnt, ob Humboldt und van Geun den Leiter der meteorologischen Messungen, Johann J. Hemmer, persönlich trafen, da es der Leiter des Naturalienkabinetts Cosimo Alessandro Collini war, mit dem sie den Nachmittag in der Sammlung verbrachten; in den Mannheimer Gärten und Gewächshäusern, die sie ebenfalls besuchten, waren die Verwüstungen der Flut noch deutlich zu sehen.

Humboldt hatte also auf seiner Reise durch Mannheim eine der wichtigsten Wetterstationen Europas samt Instrumenten und Methoden kennengelernt, bevor er selbst begann, Wetterdaten akribisch zu sammeln und statistisch auszuwerten. Er, der unter dem Verwaltungsfachmann und Staatsminister Friedrich

Anton von Heinitz die Bedeutung von übersichtlichen Staats-tafeln in der Praxis kennengelernt hatte,<sup>154</sup> sollte erst Jahre nach dem Verfall des pfälzischen Beobachtungsnetzes eine treibende Kraft für den Aufbau des preußischen meteorologischen Messnetzes und die zentrale Speicherung meteorologischer Beobachtungen werden. Zwar wurde das Königlich Preußische Statistische Bureau in Berlin bereits 1805 gegründet, meteorologische Daten gehörten jedoch zunächst nicht zum Aufgabengebiet. Humboldt nahm den Faden Mannheims in Preußen wieder auf und führte die Idee von Fürst Theodor und der Pfälzischen Gesellschaft weiter. Denn die Vergleichbarkeit der Daten war selbst zu Humboldts Zeiten nur im Ansatz gegeben, da entweder die Geräte nicht genügend geeicht waren, die Uhrzeiten der Messungen nicht übereinstimmten oder aber die geografische Höhe eines Ortes unbekannt war. In den 1840er-Jahren schaffte Humboldt es endlich, den Direktor des Statistischen Bureaus davon zu überzeugen, neben kameralistischen Daten des Staates zukünftig auch klimatische Daten zu archivieren und auszuwerten, wobei Humboldt einen gesellschaftlich-ökonomischen Nutzen dieser Messungen in Aussicht stellte. Erst durch die zentrale Erfassung der Daten ließen sich die klimatischen Bedingungen des Landes systematisch erforschen, also beispielsweise die Abhängigkeit der Lebensmittelpreise von schwankenden Wetterbedingungen. Infolge dieser Anstrengungen wurde schließlich 1847 ein eigenes königlich-preußisches meteorologisches Institut eröffnet, das innerhalb von weniger als zwanzig Jahren die Messreihen von über 200 Messstationen auf der Fläche des Deutschen Reiches sammelte und auswertete, genauso viele Wetterstationen, wie gegenwärtig innerhalb der heutigen Grenzen Deutschlands betrieben werden.<sup>155</sup>

Der Verbund aus Tabellen, Institutionen, zu Netzen zusammengeschlossenen Wetterstationen, diszipliniert geführten Wetterlisten und den darin aufscheinenden Erkenntnissen führten zu einem stetigen »Hunger« nach neuem Beobachtungsmaterial und zu einer zunehmenden Verdichtung der Messnetze, um

die Erkenntnisse weiter präzisieren zu können. So bestand eine Konsequenz der grafischen Methoden darin, diedürftigen, vereinzelten ›Datenpfützen‹ des 18. Jahrhunderts zum heutigen Ozean des Big Data aufzufüllen, um den Hunger nach Daten – bezeichnend auch hier die entweder kulinarische oder nautische Metaphorik – für immer genauere, im Sinne von »realistischeren« Visualisierungen zu stillen. Brandes schreibt in diesem Sinne, es wäre »vorzüglich, wenn wir so glücklich wären, nicht bloß aus ganz Europa, sondern auch von der nördlichen afrikanischen Küste, aus dem asiatischen Russland, aus Island und selbst aus mehreren Gegenden von Nordamerika Beobachtungen zu erhalten.«<sup>156</sup> Die Diagnose der Unübersichtlichkeit des Datenmaterials ging also einher mit der Forderung nach noch mehr Daten. Die Meteorologie braucht immer neues Beobachtungsmaterial, eine Grenze nach oben darf niemals eingezogen werden, wie es »die Ökonomie, nach Zeit und Geld gemessen, [...] verlangt«.<sup>157</sup> Es ist dieses Programm von Messungen, Tabellen und mess-technischen Infrastrukturen, das bis heute die Liste des Klimas fortschreibt und die Bilder eines Klimas im Wandel in der Visualisierung dieser Daten aufscheinen lässt.

### Hunger nach Daten

Das Programm der Tabelle

Die Künstlerin Nin Brudermann machte das weltumspannende Programm der Klimatologie, das im 18. Jahrhundert seinen Ausgang nahm, mit einer installativen Videoarbeit sichtbar. Für das Werk *Twelve o'Clock* (2009) nahm sie Kontakt zu mehr als 130 der 2000 Wetterstationen auf, die täglich zeitgleich um 12 und 24 Uhr Weltzeit je einen großen weißen Heliumballon in die Atmosphäre schweben lassen, um meteorologische Daten in den oberen Luftschichten zu sammeln. Brudermann filmte die routinierten und standardisierten Handgriffe der so unterschiedlichen Beobachter in Iran, Russland und Afrika, die durch ihre

synchron choreografierten Handgriffe wie in einem großen Ballett den Blick in die Atmosphäre ermöglichen. Zudem befestigte sie Kameras an den Ballons, die so den Blick aus der Atmosphäre zurück auf die Erde einfingen. In der multiplen Projektion dieser zahlreichen Ballonstarts sowie der Blicke auf die unterschiedlichen Erdteile (Abb. 25) wird die sonderbare Synchronisation der internationalen Forschungshandlungen deutlich, mit der diese Daten vom Klima sammelt.

Die Zusammenführung Hunderter von Ballons in Brudermanns Arbeit gibt der globalen, regierungsübergreifenden Kollaboration ein Bild, das üblicherweise relativ wenig Aufmerksamkeit erhält. Und doch ist diese Zusammenarbeit nötig, um ein Bild des Klimas zu zeichnen. Denn während die Daten dieser Stationen gesammelt und visualisiert werden, kommen die Datensammler selbst nur selten in den Blick.

Tabellen, institutionell implementiert, verlangen stumm nach einer Disziplin. Wie ein Programm setzen sie bei den Beobachtern Abläufe in Gang. Das Programm besteht in ihrer gerasterten Struktur. Diese verlangt ein systematisches, nie endendes Befüllen der einzelnen Kästchen der Tabelle, ihr eingeschriebener Arbeitsauftrag liegt im Ausmerzen des »horror vacui« der leeren Felder. Die Tabelle verkörpert diese Disziplin. Die tabellarische Praxis ging deshalb einher mit einem neuen unentbehrlichen Beamtentum, das die Tabellen industriell getaktet täglich mit neuen Daten befüllte.<sup>158</sup> Sie ging auch einher mit einem bislang ungekannten Maß an Standardisierungen, welches die Zeit und den Raum sowie alle darin eingebundenen Messgrößen über Instrumente vereinheitlichte.

Diese Praxis, die am Ende des 18. Jahrhunderts mit ihrem Programm die moderne Meteorologie und Klimatologie schuf, konnte auf einer Vielzahl von Erfahrungen aus der Seefahrt, der Statistik, der Kameralistik und vor allem der Astronomie aufbauen. Über die Metamorphose von sinnlichen Wahrnehmungen in Daten, also Quantifizierungen von Temperatur, Luftdruck,



Abb. 25: Nin Brundermann: *Twelve o'clock*, 2009. Multiple Videoprojektion, die die täglichen Entsendungen von Wetterballons in die Atmosphäre an ca. 2.000 Punkten gleichzeitig auf der Erde zum Thema macht, mit denen Klimadaten gesammelt werden.

Wind und Regen, ließen sich Wetterphänomene fortan objektiviert beschreiben und erforschen, die bislang nur subjektiv beschreibbar gewesen waren. Die zahlenmäßige Erfassung von Wetter- bzw. Klimafaktoren sind Bestandteil einer neuen Naturästhetik, die seit Beginn des 19. Jahrhunderts das Zeichnen von Bildern auf der Basis von Daten ermöglicht.

Mit dem Anthropologen und Medientheoretiker Jack Goody ließe sich fragen: Was findet Eingang in die Tabellen, welches Wissen ist es wert, tabellarisch erfasst zu werden? Welches Wissen kann überhaupt zu einer Nachricht werden? Wie wiederum konfiguriert die Tabelle dieses Wissen? Welche Kategorisierungsmacht ging von den grafischen Medien aus bzw. welche Effekte haben derartige Systeme der Kategorisierung auf das Denken? Goody, der das Aufkommen neuer Kommunikationsmedien wie Listen, Tabellen und Diagramme im Vergleich mit oralen Kulturen erforschte, die diese Verfahren nicht praktizieren, beschrieb, wie »graphic forms« das, was gedacht und gewusst werden kann,

signifikant verändern.<sup>159</sup> Gleichzeitig lieferte Goody Ansätze für eine parallele Evolution des Denkens und seiner medialen Techniken. In seiner Analyse zu den Technologien des Verstandes (»technologies of the intellect«)<sup>160</sup> zeigten sich die Kontextgebundenheit und Veränderlichkeit derartiger Formen. Die These, die daraus für die vorliegende Untersuchung gewonnen werden kann, ist, dass der Medienwechsel hin zur Datenvisualisierung das Denken ebenso verändert haben muss wie die Erzeugung massenhafter Listen und Tabellen, auf denen die Datenvisualisierungen gründen. Die Tabelle ist Signatur und Quelle eines bestimmten *Denkstils*.

In der historischen Genealogie dieser Entwicklungen fällt auf – und dies kann hier nur angedeutet werden –, dass die Verbreitung der tabellarischen Praxis parallel zu Industrialisierung und moderner Produktionstechnik verläuft. Die industrielle Verarbeitung von Gütern sowie die bürokratische Verarbeitung von Informationen kommen gleichzeitig und in denselben Wissensregimen auf.<sup>161</sup> Tabellen, aber ebenso Lochkarten und die industriellen Produktionsweisen, erzeugen eine Sicht auf die Welt, die bis heute wirkt. Die Transformation von Wissen in Zahlen macht das Wissen der Welt in Form von »Nachrichtungen«, oder wie sie heute heißen: »Informationen«, operativ. »Diagramme [gemeint sind Tabellen] entwerfen ein spezifisches Feld der Sichtbarkeit, das seine Objekte nicht abbildet, sondern über konkrete Operationen hervorbringt und schließlich überschaubar macht.«<sup>162</sup> Diese ästhetische Organisation von Daten, die am Ideal der Übersichtlichkeit ausgerichtet ist, steht in direktem Zusammenhang mit der Geschwindigkeit, mit der Datenlisten wahrnehmungstechnisch abgearbeitet werden können. Das bis heute gültige Qualitätskriterium der »Prägnanz« als gewünschte Darreichung von Daten steht in der Tradition dieses Denkens.<sup>163</sup>

Andererseits wird die Visualisierung von Daten in ein größeres Bild eingebettet, indem gefragt wird, in welcher allgemeineren Historiografie der Datenvisualisierung die Meteorologie steht. Ist der Befund einer Visualisierung um 1800 eine generelle

Verschiebung in den Repräsentationsformen des Wissens, die auch andere Disziplinen erfasst? Oder ist dies eine Beobachtung, die für die Meteorologie spezifisch ist? Denn grafische Methoden sind nicht auf einzelne Disziplinen zugeschnitten, sondern stellen universelle Prinzipien der Erkenntnisgewinnung dar, die potenziell für alle Wissensbereiche produktiv gemacht werden können, die quantitative Daten sammeln. Es geht also um die Frage, wie die *Zusammen-* oder *Gleichschau* der Synopse zu einer dominanten wissenschaftlichen Perspektive werden konnte, wobei dieser Blick bestimmte Forschungsgegenstände durch die Visualisierung überhaupt erst hervorbrachte. Heute wurde die Form der synoptischen Datenvisualisierung mit dem Slogan *overview first, zoom and filter, then details on demand* zum Mantra der Infovisualisierung.

Die noch junge Praxis der Tabelle führte bereits am Ende des 18. Jahrhunderts zu einer Datenflut, die die Suche nach einem neuen Erkenntnisinstrument anregte, um die stummen Daten nicht nur kategorisieren, sondern auch analysieren zu können. Diese Suche zielte nicht auf die Entwicklung eines neuen technischen Geräts wie eines Mikroskops ab, sondern auf eine neue grafische Methode, die jedoch vergleichbar mit einem Mikroskop bislang Unsichtbares sichtbar machen sollte. Die Datenvisualisierung wiederum bringt das Netzwerk in den Blick, in dem durch Relationen alles verbunden ist. Datenvisualisierer sehen das Netzwerk, nicht die einzelnen Daten, die Daten geraten in Bewegung. Wilhelm Brandes beschrieb, was sich bei der Illuminierung der täglichen Wetterdaten vor seinem Auge abspielte.

Mögen diese nach dem Wetter illuminierten Karten auch manchem lächerlich vorkommen, so glaube ich doch, man sollte einmal auf die Ausführung dieses Gedankens bedacht sein; so viel ist wenigstens gewiß, daß die 365 Kärtchen von Europa mit blauem Himmel und mit dünnen und dunklen Wolken und Regen illuminiert, in denen jeder Beobachtungsort mit einem Pfeilchen

bezeichnet wäre, welches die Richtung des Windes anzeigte, und mit einigen gut gewählten Andeutungen der Temperatur, dem Publikum mehr Vergnügen und Belehrung gewähren würden, als Witterungstafeln [gemeint sind Tabellen – B. S.].<sup>164</sup>

Dass auch die Illuminierungen mitunter einem »Labyrinth«<sup>165</sup> gleichen, wird ein Thema der neuen Praxis der Sichtbarmachung, der Datenvisualisierung, sein.

Die Datenkarten von Humboldt und Brandes waren nicht sogleich als Karten erkennbar, sondern schienen dem Raster einer Tabelle viel näher als der kartografischen Visualisierung, da sie auf Flussverläufe, Länder- und Meereskonturen sowie die sonst üblichen Punktsignaturen für Städte oder Ländergrenzen vollständig verzichteten. Durch eine Zurücknahme der Gestaltungsmittel, die kartografische Anschaulichkeit typischerweise in geografische Anschaulichkeit umwandeln, entsteht der Eindruck eines leeren Rasters als Formular und Formel für zukünftige Beobachtungen. Im Folgenden wird bei der Behandlung der Klimazonenkarte Alexander von Humboldts daher der Frage nachgegangen, wie die deutlich auffällige Abstraktion in den ersten datenvisualisierenden Karten zu bewerten ist und welche Ideale oder Denkstile sich in diesen ersten Datenbildern abzeichnen.

## Schlüsselmomente der Datenvisualisierung

### Die Isothermenkarte des Klimas von Alexander von Humboldt

Was in Linien abgebildete Daten für die Erkenntnisleistung ermöglichen, beschrieb der Silberschmied, Ingenieur und spätere Ökonom William Playfair (1759–1823) bereits 1886 plastisch. Er zeigte sich stolz auf seine Methode der »Anwendung von Linien auf Themen der Finanzwirtschaft«,<sup>166</sup> mit welcher er erstmals Geldwerte in Form von Kurven dargestellt hatte. Die Vorteile seiner Methode pries er geradezu gestalttheoretisch an:

Da das Auge Proportionen am besten beurteilen und diese mit größerer Schnelligkeit und Genauigkeit abschätzen kann als irgendein anderes unserer Organe, folgt daraus, dass diese Darstellungsweise besonders angebracht ist, egal welche *relative Quantitäten* betroffen sind, ob ein gradueller Anstieg oder Abfall von Einkommen, Einnahmen und Ausgaben, von Geld oder anderen Werten angegeben werden soll; sie liefert eine einfache, genaue und anhaltende Vorstellung, indem sie mehreren getrennten Vorstellungen Form und Gestalt verleiht, die ansonsten abstrakt und unverbunden sind.<sup>167</sup>

Im Gegensatz zu den zeitgenössischen »Zahlentafeln«, die zahllose »unverbundene Ideen« nebeneinander darbieten, verbinde der Modus der Liniengrafik »Proportion, Verlaufsentwicklung und Quantität«.<sup>168</sup> Tabellen mit Messdaten, wie bereits im Kapitel zuvor behandelt, hatten Ende des 18. Jahrhunderts als Medium der Übersicht ausgedient. Fortan sollten sie vor allem den Rang eines nur wenig ästhetischen Transitmediums für die Erkenntnis einnehmen. Es waren stattdessen die aus den Tabellen erzeugten Datenvisualisierungen, die einen bis heute ungebrochenen

Siegeszug antraten. Auch wenn Tabellen für die Forschung eine essenzielle Grundlage blieben, waren es synoptische Sichtbarmachungen, die der Datenflut mehr Erkenntnisse im neuen Kleid der Linien abtrotzten.

Die Spannung zwischen Denken und Anschauung tritt einerseits im Zeichnen der Linien zutage, wenn Auge, Hand und Denken in einem Prozess gegenseitigen Rückkoppelns charakteristische Linien auf das Papier setzen; die so gewonnenen Liniengebilde entfalten in der Betrachtung durch Dritte ihre Wirkung. Dabei zählt die Prägnanz der Figur, die das Potenzial birgt, mittels grafischer Ausdrücke auf der Fläche – »unter Anlegung eines topografischen Planes«<sup>169</sup> – die Ordnung des Gegenstands zu erkunden und diese direkt und klar verständlich zu machen. Ihre Betrachtung ist wie ihre Erzeugung ein Vorgang der Bewegung: Die Linie bringt einen dynamischen Erkenntnisprozess zur Entfaltung, der im Entwerfen der Linie, ihrem Befolgen als Spur einer Geste, wie auch »im eigenständige[n] Entwurf einer Welt« und im Auftun neuer Wege liegt.<sup>170</sup>

Im Folgenden geht es um die Realisierung des synoptischen Blicks als Resultat der Aufklärung. Die Frage nimmt den im vorherigen Kapitel entwickelten Strang weiter auf, indem sie nach dem historischen Zeitpunkt der ersten Datenvisualisierung nun anhand der Klimakarte Alexander von Humboldts weiterverfolgt wird. Die Archivare des Wetters der Mannheimer Meteorologischen Gesellschaft mit ihrem Zentrum in Mannheim hatten bis zum Ende der Gesellschaft 1795 den Schwerpunkt auf die reine Datendokumentation gelegt und nicht auf Datenanalyse. Erst im Jahr 1816 hatte der Physiker Heinrich Wilhelm Brandes retrospektiv Wetterkarten des Jahres 1783 auf der Basis der Ephemeriden gezeichnet, 1817 erstellte Alexander von Humboldt davon unabhängig eine Klimakarte auf der Basis von all jenen meteorologischen Daten, deren er habhaft werden konnte. Beide Karten stehen für einen Wandel: Seit dem Ende des 18. Jahrhunderts wurden Daten einem neuen Blickregime unterworfen, das *grenzenloses* Wissen suggerierte. Sie lassen

erforschen, wie sich das Bedingungsgeflecht des Wissens um 1800 so veränderte, dass schließlich der Blick auf die chronografischen Tabellen nicht mehr ausreichte und stattdessen die Kategorie des Raumes für die Analyse der Daten in den Vordergrund trat. Denn dies ist die Potenz von Karten und Diagrammen: Sie liefern visuelle Konstrukte, die es ermöglichen, Relationen und Muster im erforschten Gegenstand durch eine Methode der Verräumlichung zu erkunden.<sup>171</sup> In der Geschichte der Diagrammatik und der thematischen Kartografie ist dies eine Beobachtung, die sich über die Disziplinen hinweg als gültig erweist: Eine ästhetische Auswertung von in Schrift und Zahlform vorliegenden Daten durch Linien wird erst am Ende des 18. Jahrhunderts zaghaft erprobt und im breiten Stil im 19. Jahrhundert unternommen.<sup>172</sup> Es war der synoptische Blick, der dabei bestimmte Forschungsgegenstände überhaupt erst hervorbrachte. Für die Klimawissenschaft trifft dies insbesondere zu, wenn diese das Klima über das Mittel der Visualisierungen zu einem Objekt machte, das sie fortan als einen statistischen Gegenstand in den Messdaten erforschen konnte.

Die Zonenkarte Alexander von Humboldts ist für diese Fragen in mehrfacher Hinsicht von Interesse. Zum einen ist die Karte ein frühes Beispiel einer Datenvisualisierung auf der Basis von Isolinien, jenen Linien, die entlang von Datenpunkten mit gleichem Wert gezogen werden. Zum anderen begründete Humboldt mit seiner Karte die moderne Klimatologie, die im Unterschied zu früheren Forschungen Messdaten und statistische Methoden zur systematischen Grundlage ihrer Untersuchungen machte. Die synoptischen Bilder, die aus der Methode resultierten, gaben den gestaltlosen Wetterereignissen eine Gestalt und machten die Zusammenhänge der Klimazonen räumlich evident. Das Klima geriet in der Definition zu einem »durchschnittlichen Zustand der Atmosphäre« und wird seither statistisch bestimmt.

Es ist hierbei der bereits im Kapitel zuvor benannte spezifische Denkstil (Ludwik Fleck) einer »Humboldtian Science«

(Susan F. Cannon), wie ihn die Geschichtswissenschaft für das 19. Jahrhundert beschrieben hat, der sich hier mit der Geschichte der Datenvisualisierung verbindet.<sup>173</sup> Denn zu den Eigenschaften der »Humboldt'schen Wissenschaft« gehörten Methoden der Versinnlichung, der relationale Blick auf das Ganze und die Statistik mit ihrer Betonung von Mittelwert, dem Typischen und Allgemeinen. Der Wunsch, eine umfassende Weltbeschreibung auf Basis einer breiten Sammlung von Fakten zu erstellen, war untrennbar mit dem Wunsch nach gemittelter, synoptischer, oftmals kartografischer Datenvisualisierung verbunden, also nach einer sinnlich-ästhetischen Aufbereitung von Erkenntnis. Anknüpfen konnten die frühen Datenvisualisierer dabei an das ästhetische Programm Alexander Gottlieb Baumgartens, der eine allgemeine Theorie und Lehre der sinnlichen Erkenntnis entworfen hatte, die gleichermaßen pädagogische Ideale wie die Einbeziehung der Ästhetik für die wissenschaftliche Erkenntniskraft beinhaltete. Mittels Ästhetik sollte Wissenschaft an das »Fassungsvermögen jedes beliebigen Menschen angepaßt« und »die Verbesserung der Erkenntnis auch über die Grenzen des deutlich Erkennbaren hinaus« vorangetrieben werden.<sup>174</sup> Grafik, Erkenntnis und Ästhetik gingen durch die Mittel der »Versinnlichung« eine neue Verbindung ein, mittels derer neue Erkenntnisse ermöglicht wurden und sich Unbekanntes eindrücklich machen ließ.

An der Frage einer »ersten« Datengrafik Alexander von Humboldts interessiert also nicht die historische Folie einer Fortschrittsgeschichte oder eines »Genius«, sondern die Möglichkeit, einen frühen Versuch grafischer Methodik in der Praxis analysieren zu können, der sich noch tastend bewegte, da Humboldt noch auf kein gefestigtes Methodenrepertoire zurückgreifen konnte. Durch den Blick auf die frühen Versuche soll ein Beitrag zur näheren Bestimmung des »Denkstils« oder »Epoche-Blicks« (»period eye«, Michael Baxandall) als einer spezifischen Wahrnehmungsform und einem ästhetischen Erkenntnisideal am beginnenden 19. Jahrhunderts in Europa geleistet werden, aus

dem die moderne Wissenschaft des Klimas hervorgerufen, bei der Messungen, Statistik und Visualisierungsmethoden bis heute einen wichtigen Dreiklang bilden.

In seinen Texten inszenierte Humboldt für seine Leserschaft immer wieder ein von der Erde losgelöstes, im Luftmeer schwebendes Auge. Dieses Auge ist der Vektor, auf dem Humboldt seine Leserschaft wie Ballonfahrer die unterschiedlichen Naturräume der Erde und die Schichten ihrer Atmosphäre – das »bewegliche Luftmeer« – durchqueren lässt, wobei er entfernte Szenen nebeneinandersetzt. Ein vereister Pol ist direkt hinter den Genfer See (Leman-See) und den Mont Blanc (Weißer Berg) montiert; es folgt ein Flug auf über 6.000 Meter zum damals höchsten bekannten Berg, dem Chimborazo in Ecuador, den Humboldt und Bonpland erstiegen hatten. Dann vollzieht er einen Sprung von der Makroperspektive des »unbewaffneten Auges« in die Mikroperspektive des Mikroskops, die vor dem inneren Auge der Leserschaft die kleine Welt der Räder tierchen und des Zooplanktons offenbart.<sup>175</sup> Sein literarisches Bild vollendet Humboldt wie eine gemalte Berglandschaft durch den über den Gipfeln kreisenden Kondor.

Zeitgleich gibt es verschiedene Beispiele, die einen über der Erde schwebenden Blick nicht nur literarisch entfalten, sondern auch ins Bild gesetzt haben. Eine Tafel aus einem pflanzengeografischen Atlas kann insbesondere für das »period eye« der *Humboldtian Science* stehen: das Ideal einer präzisen Beobachtung, das aus sinnlichen Wahrnehmungen entspringt. Die erste Tafel des Bandes *Sixs Karten von Europa* (1806) des Kartografen Carl Ritter bildet ein Kupferstich, der für heutige Betrachter sonderbar aktuell anmutet (Abb. 96).<sup>176</sup>

In den feinen schwarz-weißen Abstufungen der Druckgrafik wird ein Blick konstruiert, der Europa wie aus dem Auge des Satelliten (lat. Leibwächter) Sputnik I darstellt. Bereinigt von fast allen Insignien des Kartenblicks wie Gradnetzen oder Punktsignaturen ist Europa hier mit seinen tektonischen Auffaltungen als Relief in Vogelperspektive dargestellt. Die höchsten Erhebungen

sind als weiße Berg Rücken erkennbar, die tiefer gelegenen Ebenen und Täler sind dunkel gefärbt. Auf diese Weise erhebt sich die Physiognomie Europas plastisch aus der Bildfläche, sodass das Uralgebirge, die skandinavischen Gebirge, die Pyrenäen, die Alpen, der Kaukasus usw. in ihren aufgeworfenen Formationen deutlich ins Auge fallen. Die Wahl der künstlichen und gleichzeitig einen natürlichen Blick reproduzierenden Perspektive hat aber auch dazu geführt, dass sich das Antlitz der Erde plötzlich als ein von Menschen unberührter Ort zeigt. Es ist dieser Blick, der später als Symptom für die seit der Aufklärung betriebene Spaltung von Subjekt und Objekt, von Mensch und Natur, problematisiert wurde.<sup>177</sup> Prominent hat sich dieser Blick erst mit den Fotografien aus den Fenstern der Raumschiffe Apollo 8 und 17 – *Earthrise* (1968) und *Blue Marble* (1972) – ins öffentliche Bewusstsein eingebettet, wo er eine wichtige Bedeutung für das »Heimatgefühl der Erdlinge« in der Moderne gewann. Ritters Karte jedoch legt das neue Leitbild der Synopsis als phantasmatisches Programm und als einen spezifischen Blick auf die Erde nahe, der bereits seit dem 18. Jahrhundert, also lange vor dem Foto *Blue Marble*, an genau diesem Bild interessiert war. Fortan ging es darum, Übersichten zu erzeugen, ein Panorama anzulegen, sich im Modus der Totalen (später wird man von »Makroskop« und »Weitwinkel« sprechen) in ein Außen zu imaginieren. Zentrale Aspekte dieses Fernblicks finden sich auch in den Landschaftsdarstellungen der Romantik. Es ist »der Standpunkt des neuzeitlichen Erkenntnissubjektes, das sich hin auf einen neutralen Punkt außerhalb der Welt imaginiert, von dem her es die Welt vermessen und erkennen kann«,<sup>178</sup> wie er im Kapitel *Kosmogramme des Anthropozäns* in Bezug auf die globalen Klimakarten der Gegenwart Thema ist.

Die Europakarte von 1806 verschleiert ihre kartografische Konstruktionsweise; sie scheint nicht die Messdaten Europas, sondern einen direkten Blick wie aus einem in dünnen Luftsichten schwebenden Ballon zu aggregieren – und dies, obwohl dieses Bild Europas nur kartografisch, auf der Basis von

Tausenden Messungen und kartografischen Vorläufern, erzeugt werden konnte. Denn im Jahr 1806 gab es allein die Möglichkeit, einen Blick aus dem All vom Boden aus zu konstruieren. Mit dieser Besonderheit verkörpert Ritters Karte das neue Leitbild der Synopsis als idealen Blick seit 1800. Aspekte dieses Blicks finden sich nicht nur in der *Humboldtian Science*, sondern auch in den Landschaftsdarstellungen der Romantik. Karl Friedrich Schinkel setzte eine solche instrumentelle Blickerfahrung mit seiner Ansicht von Dresden ins Bild (Abb. 26).

Der kreisrunde Bildausschnitt gibt einen Blick durch ein Fernrohr preis, wie ihn vielleicht ein Wanderer von einem entfernten Hügel gehabt haben könnte. Die Verbindung von rund begrenzter Bildform und Landschaft deutet auf eine Seherfahrung hin, die bei Betrachtern des 19. Jahrhunderts vorausgesetzt werden konnte. Zugleich bewirkt der runde Ausschnitt, dass die Stadt Dresden in umso weitere Ferne rückt. Die Unschärfe an den Rändern des Kreises verstärkt das Distanzgefühl zusätzlich, da sich die Betrachter in einen dunklen Tunnel versetzt sehen; gleichzeitig ist aufgrund der Kreisform der Blick selbst Thema dieses Bildes.<sup>179</sup>

Das Ideal eines synoptischen Blicks lässt sich an vielen Bildbeispielen festmachen, in denen der Landschaft, dem Horizont, dem Himmel und dem Firmament eine neue Rolle zugewiesen wird. Ins Visier dieses Blickes gerät eher das Typische, das Allgemeine und nicht das Einzelne, Spezielle. Wenn die Datenflut der Tabellen des 18. Jahrhunderts in diesem Blickregime visualisiert wird, so folgt dieser Prozess der Daten-Ästhetisierung auch der Tendenz, durch die Zusammenschau und die Mittelwerte etwas offen zu legen, was im mikroskopischen Blick auf die Details übersehen wird. Es erscheint als Konsequenz der synoptischen Methode, die die Erkenntniskraft des Auges in ihren Mittelpunkt stellt, dass zum Forschungsergebnis auch Bilder gehören, die das Abstrakte anschaulich machen konnten.

Es ist die Klimazonenkarte sowie die Bildpraxis Alexander von Humboldts, die am Beginn dieses neuen Blicks auf die



Abb. 26: Karl Friedrich Schinkel, *Ansicht Dresdens durch ein Fernrohr*, 1803–1811,  
Öl, Durchmesser 18,5 cm, Kupferstichkabinett Berlin.

Daten steht und anhand derer Fragen von Ästhetik, synoptischer Erkenntnis sowie Sichtbarmachung mittels Datenvisualisierung diskutiert werden können.

### Klimazonen: Erste Datenvisualisierungen des Klimas um 1800

Heute gibt es eine unüberschaubare Anzahl von Bildern, die das Klima der Erde auf sehr unterschiedliche Weise zeigen. Neben Fotografien und Filmen handelt es sich in erster Linie um Grafiken und Karten, die dem Klima ein Bild geben. In den letzten Jahren hat in diesem Kontext auch die alte Buchform der Atlanten eine Renaissance erfahren, um die ökologischen Zusammenhänge der globalisierten Welt in verständlicher Weise für fachfremde Leser darzustellen.<sup>180</sup> In den Atlanten ist der Kanon der Karten und Diagramme aufgenommen, die auch in den Publikationen des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) der Vereinten Nationen zu finden sind; sie untermauern die wissenschaftlichen Erkenntnisse der Klimatologie.

Wenn im Folgenden in die frühe Geschichte der grafisch-analytischen Verfahren zurückgeblickt wird, so deshalb, weil die moderne Klimatologie selbst ihren Ausgangspunkt mit einer Grafik nahm, der *Carte des lignes isothermes* von Alexander von Humboldt aus dem Jahre 1817. Anhand dieser lässt sich der Zusammenhang von Visualisierung und Erkenntnis in verdichteter Weise aufzeigen. Humboldts Isothermenkarte stellte ein erstes, auf Messungen gegründetes Bild der Klimazonen der Erde dar, weshalb ihr Urheber als Begründer der modernen, vergleichenden Klimatologie bezeichnet wird.<sup>181</sup> Klimatologie und Kartografie wurden in dieser Karte miteinander verschränkt, indem Humboldt mit den Mitteln der Geografie Fragen der Klimatologie stellte. Doch im Gegensatz zu den abstrakten Datengrafiken der heutigen Klimatologie ist Humboldts Grafik Teil seines übergeordneten Forschungsvorhabens der Erzeugung eines

*Naturgemäldes*, das die Auswirkungen des Klimas auf alle Lebewesen darstellen sollte, wie es auch in seiner Definition des Klimas als atmosphärischem Zustand und ästhetischem Gegenstand aufscheint.

Die Isothermenkarte dient als Beispiel für die Frage, wie Erkenntnis, Kartografie und diagrammatische Verfahren zusammenhängen – speziell seit dem Ende des 18. Jahrhunderts, als statistisches Tabellenwissen, Mess- und Beobachtungsdaten erstmals in breitem Stil in Karten und Diagramme übertragen wurden.<sup>182</sup> Indem hier die frühen Anfänge der grafischen Verfahren, auf deren Grundlage überhaupt erst das Bild und der Forschungsgegenstand des Klimas erstellt wurden, zum Gegenstand einer genauen Betrachtung gemacht werden, lassen sich die Übergänge zwischen mentalen diagrammatischen Verfahren und konkreten, grafisch festgehaltenen Hervorbringungen wie Diagrammen und Karten in den Blick bringen.

### Humboldt als ›Visioneer‹ und die Klimazonenkarte

Der außerhalb der heutigen *Informational Graphics* wenig verbreitete Begriff des ›Visioneers‹ für den Hersteller von Visualisierungen,<sup>183</sup> der sich an den Ingenieursbegriff (engl. engineer) anlehnt, verdeutlicht den aktiven, konstruierenden Blick auf die Tätigkeit des Visualisierens. Visualisierungsmethoden in diesem strengen Sinne erscheinen als maßgeschneiderte Medien der Erkenntnis, als optimierte Werkzeuge und zweckgerichtete Instrumente des Denkens, die wie Lösungen der Ingenieurkunst produziert und konstruiert werden. Was mit grafischen Methoden analysiert wird, sind Daten jeglicher Art und jeglicher Menge. Indem Humboldt verschiedene Visualisierungsmethoden etablierte und auf Fragen der Pflanzengeografie und des Klimas anwendete, eröffnete er neue Erkenntniswege, die dezidiert einen ästhetischen Zugang mit besonderer Wertschätzung des Auges ermöglichen.

Humboldt verwendete in seinen Forschungen eine Vielzahl grafischer Methoden zur Visualisierung von Beobachtungen und Daten. Viele entwickelte er selbst, um seine Forschungsergebnisse besser sichtbar zu machen. Wie sehr er sich der großen epistemischen Bedeutung von grafischen Methoden bewusst war, verdeutlicht die bereits an anderer Stelle zitierte Bemerkung in seiner Abhandlung über die Isothermen:

Der Gebrauch graphischer Mittel wird viel Licht über Erscheinungen verbreiten, welche von der höchsten Wichtigkeit für den Ackerbau und den gesellschaftlichen Zustand der Bevölkerung sind. Besäßen wir statt Länderkarten nur Tafeln, enthaltend die Koordinaten der geographischen Breite und Länge und der Höhe, so würden eine große Zahl merkwürdiger Verhältnisse, welche die Kontinente in ihrer Gestaltung und die Ungleichheiten ihrer Oberfläche darbieten, für immer unbekannt geblieben sein.<sup>184</sup>

Unter einer »Länderkarte« verstand Humboldt den Verbund aus Karte und der grafischen Methode der Isolinien, mit deren Hilfe er eine Karte der gleichwarmen Linien gezeichnet hatte, also von Linien, die Orte ähnlicher Wärme schneiden. Diese setzte er gegen die traditionelle Form der Datenanalyse, die »Tafel« ab, womit damals Tabellen gemeint waren. Welches Wissen also brachten die Linien ans Licht, das vorher hinter dem rigiden Raster der Tabelle im Unsichtbaren und Unbekannten verblieben war? Der Geograf Oscar Peschel beantwortete diese Frage in seiner 1865, also nur wenige Jahre nach Humboldts Tod erschienenen *Geschichte der Erdkunde*. Humboldt habe nach vielen ungenutzt verstrichenen Jahrzehnten 1817 endlich

die Störungsgesetze der Erderwärmung durch ein äußerst einfaches Mittel sichtbar werden [lassen]. Er verband nämlich alle Orte, deren jährliche Mittel-

wärme gleich befunden worden war, auf der Karte durch Linien, die er Isothermen oder Linien gleicher Jahreswärme nannte, und nötigte damit die Natur, durch die Gestalt der Wärmekurven, durch die Richtung ihrer bald gewölbten (convexen), bald hohlen (concaven) Scheitel selbst das Gesetz der Störungen auszusprechen und die störenden Ursachen zu enthüllen.<sup>185</sup>

Die Auswirkungen dieses »einfachen Mittels« auf die Meteorologie dürfen nicht unterschätzt werden. Humboldts Methode, »das Wirken der Naturkräfte im Bilde darzustellen«, führte zu ganzen »Reihen physikalischer Erdgemälde«.<sup>186</sup> Die neuartigen Bildwelten verfeinerten die Darstellung der Isothermen auf der Grundlage eines immer enger geknüpften Messnetzes weiter.<sup>187</sup>

Das mit *Carte des lignes isothermes*<sup>188</sup> betitelte unauffällige Blatt erfordert einige Zeit zur genaueren Betrachtung, da das Linienraster der Längengrade und die darin eingezeichneten Isothermen weder durch Form noch Farbe voneinander abgehoben sind (Abb. 27). Auf den ersten Blick erscheinen alle Linien gleich wichtig. Auf den zweiten Blick heben sich vom Raster der Längengrade sieben Wellenlinien ab, deren Bögen sich in sanftem Schwung über die gesamte Breite der Tafel erstrecken. Nur die unterste Linie verläuft als Gerade. Die Linien sind in 5-Grad-Celsius-Schritten beschriftet als »Bande Isotherme de 0°«, »Bande Isotherme de 5°« etc. bis zu »Bande Isotherme de 25°«. Drei vertikale Linien schneiden die gemeinsamen Scheitelpunkte der Isothermen (»Sommet Concave« und »Sommet Convexe«); sie betonen die Symmetrie der wie Schallwellen sich über das Blatt ausbreitenden Kurven. Der Nullmeridian ist der Meridian von Paris.

Humboldt verzichtete für seine ›Carte‹ gänzlich auf die Darstellung der Länderkonturen, die durch räumliche Ähnlichkeit in der Kartografie typischerweise für Orientierung sorgen. Dass es sich um den Ausschnitt einer Weltkarte handelt, ist deshalb nicht sogleich erkennbar. Nähere Angaben zum geografischen

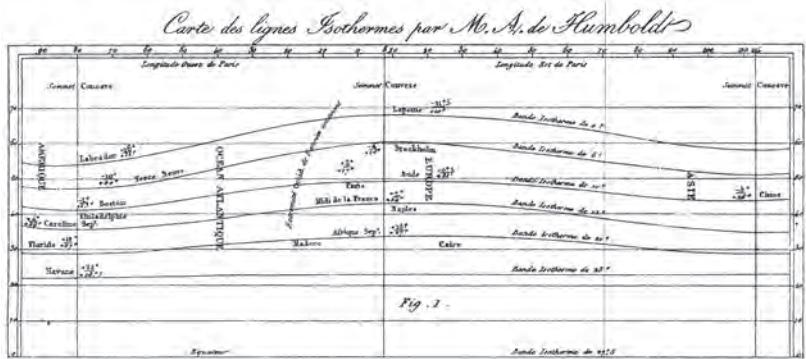


Abb. 27: *Carte Isotherme – Isothermenkarte, Klimazonen der Nordhalbkugel*, Alexander v. Humboldt, 1817, obere Figur des Blattes, vgl. Abb. 12.

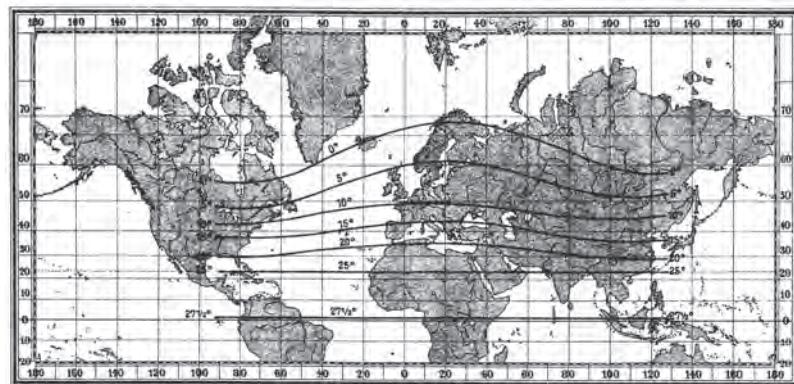


Abb. 28: *Die Isothermen Humboldts, ergänzt um die Konturen einer Weltkarte durch Wilhelm Meinardus*, 1899.

Ausschnitt der Karte werden ausschließlich im Modus der Schrift gemacht. Neben dem Koordinatennetz der Längen und Breiten liefern die Schriftzüge »AMERIQUE«, »OCEAN ATLANTIQUE«, »EUROPE« und »ASIE« eine gewisse topografische Orientierung. Die fünfzehn eingetragenen Städtenamen sind ebenfalls nicht exakt verortet, da es keine Punktsignaturen gibt, die ihre Lage auf der Karte eindeutig ausweisen. Neben den Namen der Städte sind die durchschnittlichen jährlichen Maximal- und Minimaltemperaturen notiert.

Aus diesen Angaben lässt sich zwar schließen, dass den Isothermen eine Mercatorprojektion eines Ausschnitts der Nordhalbkugel zugrunde liegt, die das Gebiet zwischen der nordamerikanischen Ostküste und Asien zeigt. Doch scheinen der hohe Abstraktionsgrad der Grafik, welche die Geoinformationen nicht bildhaft mittels Konturlinien und Punkten, sondern nur schriftlich wiedergibt, und die damit einhergehende schwere Lesbarkeit später als Defizit empfunden worden zu sein. Nachfolgende Kartografen, die sich der Isolinienmethode bedienten,

fügten das Bild der Welt in Form von farbigen Kontinental- und Länderlinien ein. Für Humboldts eigene Karte behob der Geograf Wilhelm Meinardus das Fehlen dieser Elemente 1888, indem er in seiner historischen Betrachtung der Isothermenkarten diese um die Konturen der Kontinente ergänzte (Abb. 28). Somit stellt sich die Frage, weshalb Humboldt das Bild der Isolinien durch den Verzicht auf Länderkonturen so stark schematisierte und ob sich bei der Grafik überhaupt von einer Karte im strengen Sinne sprechen lässt. Zunächst ist jedoch zu erörtern, auf welchem historischen Klimawissen Humboldt aufbaute und welches Wissen speziell die *Carte des lignes isothermes* in sich trägt.

### Klima als Wissen der Karte Ein exaktes Naturgemälde?

Die Tafel steht am Ende einer Abhandlung über die isothermen Linien, in welcher sich Humboldt dezidiert mit den der

Karte zugrunde liegenden Methoden sowie der Datenlage befasst. Gleich zu Beginn betont er, dass bislang noch niemand die Frage nach der Temperaturverteilung auf der Erde einer »exakten Kalkulation« unterworfen habe.<sup>189</sup> Sein Ziel sei es, bereits vorhandene »Daten« mittels seiner neuen Methode »zu gruppieren«.<sup>190</sup> So wie die Methode Humboldts für die Witterungskunde neu war, räumte auch das damit generierte Ergebnis mit den alten Vorstellungen von der Wärmeverteilung auf der Erde auf. Zugleich aber führte Humboldt gewisse Idealvorstellungen vom Klima im Gewand der neuen Methode weiter.

Die Messreihen, die Humboldt in seiner Karte zusammenfasste, sind von unterschiedlicher Herkunft. Neben seinen eigenen Messungen, die er während seiner Amerikareise in den Jahren 1799 bis 1804 unternommen hatte, nutzte er die Messungen von Forscherkollegen, wie beispielsweise von Richard Kirwan, Thomas Young oder Leonard Euler, sowie bis dahin in Buchform veröffentlichte, meteorologische Beobachtungen von weltweiten Wetterstationen. Hier nahm er auch etliche Reihen aus den bereits genannten pfälzischen *Ephemeriden* in seine Analyse auf. Ausgangspunkt war eine kritische Auswertung des gesamten erhältlichen Beobachtungsmaterials. Humboldt prüfte die Messreihen der unterschiedlichen Orte, um dann einige, beispielsweise aufgrund der unbekannten Höhe der Messstation, zu verworfen; viele Messungen aus Asien fielen aus diesem Grunde weg. Besonders valide Messreihen markierte er in der Tabelle mit dem astronomischen Kreissymbol für die Sonne, was für »höchste Genauigkeit« steht. Auch betrachtete er genau, wie die mittleren Temperaturen genommen und welche Instrumente und Uhrzeiten für die Messungen verwendet worden waren. Aufgrund der mangelnden Standardisierung, die viele Messreihen unvergleichbar machte, befand Humboldt die Beobachtungen von nur 58 Orten für brauchbar, was die Karte der Isothermen auf einen Ausschnitt der Nordhemisphäre reduzierte.

Auch die weitere Analyse der Daten beschrieb Humboldt genau, insbesondere was es bedeutet, den Mittelwert zu nehmen

und mit der Methode der Interpolation zu zeichnen, die der Isolinie zugrunde liegt.<sup>191</sup> Neben Angaben zur Temperatur, zum Längen- und Breitengrad sowie zur Höhe der Messorte machte Humboldt zusätzliche Bemerkungen zu den Messwerten selbst: Die längste Reihe der verwendeten Messwerte war zwölf Jahre alt, die meisten waren weit jüngerer Natur.<sup>192</sup> Zieht man die heutigen Zeitrahmen für Klimabeobachtungen mit in der Regel dreißig Jahren in Vergleich, erscheint dies natürlich ausgesprochen kurz. Die relativ wenigen und kurzen Messreihen wusste Humboldt durch die Beobachtung zu erweitern, dass die mittleren Temperaturen vom April und Oktober der mittleren Jahrestemperatur recht nahekommen. Der Karte vorgängig ist also eine genaue Datenanalyse, die auch beinhaltet, die gemittelten Wettermessungen in tabellarischer Form topologisch zu ordnen.

Bereits Richard Kirwan hatte in seiner Abhandlung *An Estimate of the Temperature of Different Latitudes* von 1787 die Jahrestemperaturen verschiedener Messstationen auf der Nordhalbkugel tabellarisch in Klimazonen angeordnet.<sup>193</sup> Humboldt, der seine Forschungen unter anderem auf Kirwans Arbeit aufbaute, übernahm bei seiner neuen Gruppierung der Daten diese Sortierung, führte sie jedoch weiter. So untergliederte er bereits die Tabelle für die topologische Ordnung der Klimazonen mittels Doppelstrichen, welche die Erdkugel bei  $0^\circ$ ,  $5^\circ$ ,  $10^\circ\text{C}$  usw. schneiden. Diese Doppelstriche deuten bereits in der Tabelle die geografisch-klimatische Ordnung der Isothermen an. Mit dem Übertrag auf die Karte und der Methode der Isolinie verwandeln sich diese Linien jedoch in eine geschwungene Form, die die geografische Lage der Zonen auf dem Globus veranschaulicht. »So sehen wir, daß die Linien gleicher Jahrestemperatur oder, um ein neues Wort zu gebrauchen, die Isothermen, nicht dem Äquator parallel verlaufen, sondern wie magnetische Linien in einem veränderlichen Winkel die geografischen Breiten wechselnd überschneiden.«<sup>194</sup> Auf diese Weise machen die Isothermen durchschnittliche Luftmassen von ähnlichen klimatischen Temperaturbedingungen sichtbar. Die Isolinien organisieren also Datenräume, sie

visualisieren einen Durchschnitt unsichtbarer Atmosphäre, indem sie Konturen durch Datensätze mit gleichem Mittelwert ziehen.

Anhand von Humboldts schriftlicher Analyse der Daten wird aber auch deutlich, dass die Karte nur einen Teil der Datenanalyse bildhaft darstellt. Auf weitere Isolinien, welche die Verläufe gleicher Sommer- oder Wintertemperaturen dargestellt hätten, verzichtete er, obwohl die Verteilung der Temperaturen innerhalb der Jahreszeiten viel einflussreicher auf die Verbreitung der Gewächse ist als die mittlere Jahreswärme. Die von ihm als »Isotheren« und »Isochimenen« eingeführten Linien werden zwar eingehend im Text beschrieben,<sup>195</sup> jedoch nicht in die Isothermenkarte eingetragen. Der Grund, diese ganz anders verlaufenden Linien wegzulassen, ist ein deziert (karto-)grafischer, denn durch die »vielfältige Durchflechtungen« der Linien, so Humboldt, hätte die Karte Verwirrung ausgelöst.<sup>196</sup>

Das Wissen, das im Hintergrund der Isothermenkarte steht, besteht aus verortbaren, gemittelten Messreihen aus instrumentell erhobenen Wetterbeobachtungen. Die Karte zeigt mithin lokalisiertes, quantitatives Wissen von Wetterereignissen der Vergangenheit. Das kartografische Mittel – Lokalisierung in einer Topografie – wendete Humboldt auf Fragen der Klimatologie an, weshalb der Meteorologe Ludwig Kämtz auch von der Klimatologie als geografischem Teil der Meteorologie sprach. Was Humboldt sichtbar machen wollte, waren Gestalt und Verlauf der Wärmegürtel und ihr kartografischer Bezug zur Erdoberfläche. Es sind die ins Kartenraster eingefügten sieben Linien, welche diese Erkenntnis transportieren. Die Kurven sind jedoch keine Linien im Sinne eines Konzeptes der Ähnlichkeit. Sie liefern kein Wissen über das Aussehen des Forschungsgegenstandes. Stattdessen sind Isothermen Linien, die genauso wie Meridiane keine Gegebenheit in der Natur wie etwa Küstenlinien wiedergeben. Doch anders als Meridiane, die das konventionalisierte Raster des Globus zur Adressierung beliebiger Punkte bilden, sind die Isothermen interpolierende Linien zwischen einzelnen Messpunkten und gemittelten Messwerten. Die synoptisch-grafische

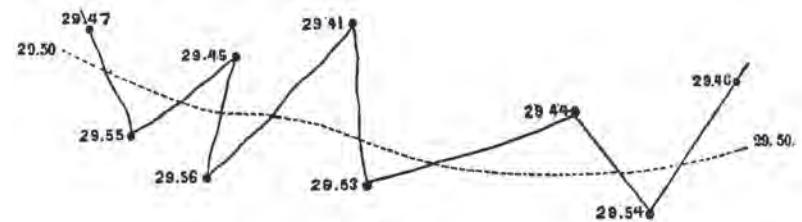


Abb. 29: Prinzip der grafischen Interpolation für das Zeichnen von Isobaren aus einem amerikanischen Handbuch zur praktischen Meteorologie, 1871.

Methode der Interpolation wiederum ist selbst ein weiterer Interpretationsschritt in der Datenanalyse, indem der Anwender dieser Methode entscheiden muss, welchen Gang die Linie zwischen den Messpunkten nehmen soll (Abb. 29).

Auf diese Weise machen die Isothermen durchschnittliche Luftmassen von ähnlichen klimatischen Temperaturbedingungen sichtbar. Die Isolinien organisieren also Datenräume, sie visualisieren einen Durchschnitt unsichtbarer Atmosphäre, indem sie Konturen durch Datensätze ziehen. Im Unterschied zu seinen Vorgängern zeichnet Humboldt die »Himmelsstriche«<sup>197</sup> des Klimas jedoch nicht spekulativ, sondern begründet auf zunächst exakt beobachtete und dann mit Hilfe der Interpolationsmethode ergänzte Werte. Erst diese Konstruktionsweise liefert die Figuren der geschwungenen Isolinien, die gemittelt-abstrakten Datenlinien gleicher Wärme.

Die Karte der isothermen Linien zeigt, wie eng die Klimatologie mit der Kartografie verbunden ist; die Klimatologie ist auf die spezifische Fähigkeit der Karte angewiesen, lokalisierte Daten darzustellen. Das Raster der Karte ist für die klimatologische Forschung so essenziell wie Zollstock und Millimeterpapier für den Architekten. Historisch reiht sich Humboldts Darstellung in jene Phase der Kartografiegeschichte ein, in der die visuellen Methoden von thematischen Karten und Infografiken ihren Siegeszug

antraten. Die Methodik der Isolinien war hierbei das grundlegende Instrumentarium zur Analyse der Beobachtungsdaten. Humboldt, so schreibt Hanno Beck, wollte die »Datenmenge vergrößern, um die Theorie zu verbessern. ›Theorie‹ wird dabei schon im modernen Sinn als eine Möglichkeit erkannt, mit deren Hilfe Daten einen Sinn bekommen, gedeutet und zu allgemeinen ›Regeln‹ (›Gesetzen‹) gebracht werden können.«<sup>198</sup>

Die Isothermenkarte steht im Zeichen des Wandels, der die thematische Kartografie damals erfassste: weg von der Repräsentation dessen, was gesehen wird, hin zu dem, was gewusst wird.<sup>199</sup> Konkrete Sichtbarkeit und abstrakte Sichtbarmachung verschränken sich.

### Die sieben Klimagürtel und die alte Vorstellung von den Klimaten

Die bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts verbreitete Vorstellung von den Klimaten war geprägt von der antiken Naturlehre. Meist wurden drei Klimatypen angenommen, die sich in fünf Zonen auf der Erdkugel verteilten. Zwei kalte Zonen am Süd- und Nordpol, eine heiße Zone um den Äquator und dazwischen zwei gemäßigte Gebiete verliefen jeweils als Gürtel um die Erdkugel. In einzelnen Fällen wurden auch sieben Zonen vorgestellt, welche die Nordhalbkugel in Gürtel unterteilten. Bildhafte Darstellungen dieser Vorstellung vom Klima, die in der Regel auf Länderkonturen verzichteten, kamen über arabische Schriften im Mittelalter wieder nach Europa (Abb. 30).<sup>200</sup>

Die Beschäftigung mit dem Klima seit der frühen Neuzeit war durch physikalisch-astronomische Spekulationen geleitet, die Wetterbeobachtungen, wenn sie diese überhaupt einbezogen, nicht systematisierten. Die Theoretiker leiteten die unterschiedlichen Längen der Tage und die verschiedenen Wärmeregionen in den klimatischen Zonen aus der Erdrotation und dem Einfallswinkel der Sonnenstrahlen ab. 1786 gab Buy de Mornas

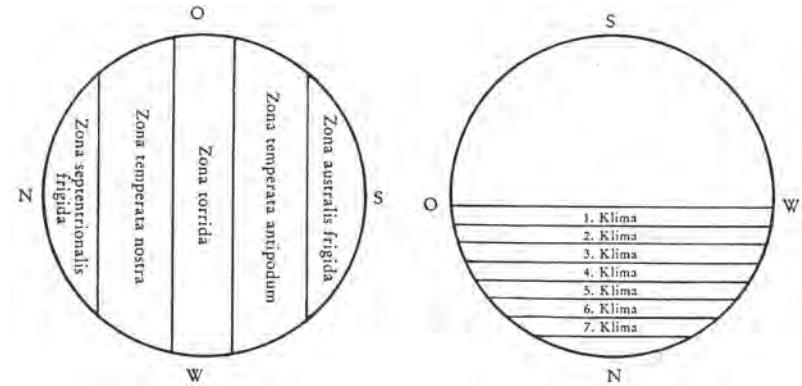


Abb. 30: Zwei Schemata mittelalterlicher Klimakarten, geostet bzw. gesüdet nach Anna-Dorothee von den Brincken.

im *Atlas méthodique et élémentaire de géographie et histoire* der Fünf-Zonen-Theorie ein plastisches Bild, bei welchem die Zonengrenzen, der perfekten Geometrie einer Kugel folgend, ohne Abweichung entlang von Breitenkreisen verliefen und den Globus in Scheiben segmentierten (Abb. 31).

Die alte Klimavorstellung basierte auf der Bedeutung des griechischen Wortes *klima* als ›Neigung der Erde vom Äquator gegen die Pole‹; noch im 19. Jahrhundert wurde diese Tradition des Klimabegriffs in Konversationslexika an erster Stelle behandelt.<sup>201</sup> Forscher diskutierten bis ins frühe 19. Jahrhundert eine Theorie der Wärmeverteilung, die von der perfekten Kugelform der Erde abgeleitet war; Störungen, die für Abweichungen der Zonenverläufe sorgten, wurden zwar in der Literatur beschrieben, aber nicht zum Gegenstand einer systematischen Untersuchung gemacht. Im 18. Jahrhundert entstanden dann erste Theorien, die versuchten, die Diskrepanz zwischen Theorie und empirischen Wetterbeobachtungen zu erklären, da mit zunehmender Vernetzung durch die Seefahrt deutlich wurde, dass die gemessenen



Abb. 31: Klimazonenkarte aus dem *Atlas Méthodique et Élémentaire de Géographie et Histoire*,  
Buy de Mornas, Paris 1786. Die »zônes torride« um den Äquator ist rot, die »zône tempérée«  
ist jeweils grün eingefärbt. Die »zônes glaciale« an den Polen sind weiß.

Temperaturen nicht immer dem Schema der Zonen folgten. Humboldts Fragestellung stand im Kontext dieser Forschungen, er selbst zitierte die Theorien von Richard Kirwan, Jean-Jacques Dortous de Mairan, Johann Heinrich Lambert und Edmund Halley.<sup>202</sup>

Neben den mathematisch-astronomischen Berechnungen auf Grundlage der Neigungswinkel war die Frage der Wärmeverteilung auf der Erde im 18. Jahrhundert jedoch auch eng verknüpft mit dem wieder aufgekommenen Interesse am Einfluss des Klimas auf die menschliche Kultur.<sup>203</sup> Die geophilosophischen Abhandlungen von Montesquieu, Johann Gottfried Herder und Immanuel Kant, die heute als klimadeterministisch bezeichnet würden, stießen auf breites Interesse. Humboldt selbst hatte viele Anregungen aus der erfolgreichen Vorlesung Kants über die *Physische Geographie* gewonnen.<sup>204</sup> Die philosophischen Betrachtungen lokalisierten die Klimazonen jedoch nur recht grob im Sinne der traditionellen Zonenvorstellung, der genaue Verlauf der Wärmegürtel lag nicht im primären Interesse.

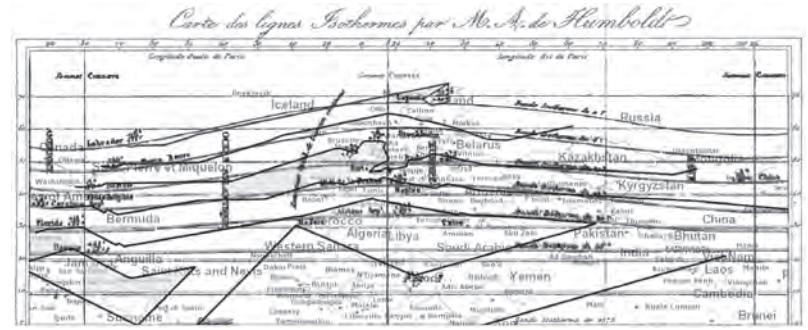
Humboldt unterteilte den kleinen Ausschnitt der nördlichen Hemisphäre, den er behandelte, in sieben Gürtel. Die augenfälligsten Unterschiede bestehen darin, dass das alte Bild der als parallele Breitengrade verlaufenden Zonengrenzen durch kurvige Linien ersetzt wurde, die an neuen Positionen der Erdkugel gezogen waren. Doch bestanden auch Ähnlichkeiten zur alten Vorstellung der Klimazonen. Ebenso zeichnete Humboldt die größte Wärme am Äquator ein. Er war also in der grundsätzlichen Aufteilung der Zonen mit den alten Theorien konform, obwohl damals bereits vereinzelt diskutiert wurde, ob die höchste Jahrestemperatur an den Wendekreisen herrsche.<sup>205</sup> Auch die gemäßigte Zone, die schon in der alten Sichtweise Europa als begünstigte Wiege von Kultur und Moral aufscheinen ließ, tauchte bei Humboldt im Schoß der konvexen Kurvenabschnitte in dieser Bedeutung wieder auf. Aus der Figur der Linien schloss er auf ein besonderes Klima in der Zone zwischen den Parallelen von  $40^{\circ}$  und  $45^{\circ}$ , also in Europa und Nordamerika, »in welcher

die Abnahme der mittleren Temperatur am schnellsten vor sich geht [...]. Dieser Umstand mußte günstig auf die Gesittung und den Kunstfleiß der Völker einwirken, welche die dem mittleren Parallel benachbarten Länder bewohnen.»<sup>206</sup>

Trotz der Wellenform und der Basierung auf Messungen und Mittelwerten erscheint Humboldts Bild der Klimate wie ein Idealbild. Seine interpolierenden Kurven besitzen eine geometrische Regelmäßigkeit, als sei die perfekte Form ihres Verlaufs ein zusätzlicher Beweis für ihre Naturgesetzmäßigkeit; die Linien lösen ästhetisches Gefallen aus. Aus diesem Grund drängt sich ein Vergleich mit dem S-Verlauf einer vorbildlichen Schönheitslinie auf, wie sie William Hogarth 1753 auf seinen Tafeln zur *Analysis of Beauty* dargestellt hatte.<sup>207</sup> Die geschlängelte Schönheitslinie diente bereits seit der frühen Neuzeit nicht nur der Diagnose ästhetisch vollendeter Kunstformen; ihre Form teilen auch Naturdinge wie Schnecken oder Pflanzen. Die s-förmige Normkurve konnte so als die Signatur eines allgemeinen Naturgesetzes beansprucht werden, das für Kultur und Natur gleichermaßen gelte. Die Zahlenverhältnisse der natürlichen Ordnung offenbarten sich in der geometrischen Figur der Kurven.

## Rekonstruktion der Zonenkarte Humboldts

Um besser einschätzen zu können, weshalb die Kurven der Zonenkarte so regelmäßig verlaufen, inwiefern also bei Humboldts erster Datengrafik der Klimazonen frühere Ideale, d. h. Vorannahmen wie die über die Regelmäßigkeit der Natur, beim Ziehen der Linien die Hand führten, möchte ich sein Vorgehen rekonstruieren. Denn nur über den Schritt einer erneuten Visualisierung lässt sich erforschen, was die Leitmotive bei dieser frühen Datenkarte waren, die noch nicht auf etablierte Vorbilder zurückgreifen konnte, sondern im Erzeugen der Grafik Neuland betreten musste. Bei diesem Prozess halfen Thomas Nocke und Magnus Heitzler vom Potsdamer Institut für Klimafolgenforschung, indem sie



**Abb. 32:** Rekonstruktion der Klimazonenkarte Alexander von Humboldts auf der Basis der Originaldaten (siehe Abb. 41), Birgit Schneider, Thomas Nocke und Magnus Heitzler, Potsdam Institut für Klimafolgenforschung.

die zugrunde liegenden Daten, die Humboldt in einer ausführlichen Tabelle zur Verfügung stellte (Abb. 41), nach heutigen Standards und mit heutigen Kartenprogrammen neu visualisierten (Abb. 32). Hierbei ging es natürlich nicht darum herauszufinden, ob Humboldt »falsch« oder »richtig« gearbeitet hat.

Das Ergebnis dieses Visualisierungsprozesses war bedenkenswert.<sup>208</sup> Auch wenn sich nicht herausfinden ließ, nach welcher Methode genau Humboldt seine Isolinien interpoliert hat – ober auf der Ebene der Linien oder der Daten geglättet hat – zeigte sich, dass Humboldts Linienführung auch innerhalb heutiger Methoden in weiten Teilen sehr nah an den Daten entwickelt ist, vor allem was die linke Hälfte der Grafik einschließlich »EUROPA« betrifft. Es gibt aber auch Abweichungen, die darauf schließen lassen, dass Humboldt in die Form der Linien eingriff. So tritt über Frankreich in der neuen Karte für die Isolinie von 10 Grad Celsius eine deutlich eingebuchtete Form auf, die bei Humboldts Karte nicht vorkommt. Es zeigt sich aber auch, dass aufgrund fehlender Datendichte, d. h. nur zwei Messstationen für den gesamten Ostteil der Karte, gerade in diesem Teil die Linien mit einem sehr hohen Grad an Spekulation gezogen wurden, weshalb sie bei der neuen Karte in alle Richtungen wegklappen. So

lässt sich schlussfolgern, dass die einzelnen Linienabschnitte unterschiedlich stark von Spekulationen geprägt sind. Dies wird jedoch in der Verwandlung von Datenpunkten in Linien nicht mehr deutlich, ein Umstand, der alle Isolinien-Darstellungen betrifft. Sebastian Grevsmühl hat diesen Zusammenhang deshalb die »Illusion einer kontinuierlichen Messung« genannt: Isolinien suggerieren mit ihrem sicheren schwarzen Strich, dass sich hinter ihnen ein kontinuierlicher Datenraum befände – dass jedoch nur zwei Messpunkte im Hintergrund des östlichen Teils der Karte liegen und deshalb größere Unsicherheiten für diese Linien bestehen, wird nicht dargestellt.<sup>209</sup> Derartige Fragen, die die Robustheit der Daten betreffen, hat Humboldt nicht in der Karte, jedoch in der wissenschaftlichen Diskussion der Karte behandelt. Vielleicht ließe sich auch sagen, dass gerade in der Kühnheit, die Klimalinien trotz der geringen Datenlage zu ziehen, der Vorbildcharakter dieser Grafik steckt, die zum Forschungsauftrag für viele folgende Klimaforschergenerationen wurde.

Die Quintessenz von Humboldts Datenkarte besteht darin, dass die Grafik im wellenförmigen Schwung der Kurven bereits die Auswirkungen des Golfstroms im Atlantik visualisiert, der in Europa zu einem wärmeren Klima führt. Heinrich Dove bemerkte zur Isothermenkarte Humboldts: »Der große Wärmeunterschied dieser Küsten, welcher die europäischen Ansiedler unangenehm überraschte, als sie zuerst in der neuen Welt sich niederließen, tritt dadurch unmittelbar vor die Augen«.<sup>210</sup>

Die aus dieser Rekonstruktion abgeleitete These lautet, dass Humboldt zwar nicht auf die regelhafte Geometrie seiner Isothermen eingeht, zu seinen regelhaft gekurvten Linien aber nur gelangen konnte, wenn er sie als weiteren Beweis für die Naturgesetze der Erde und ihre Harmonie annahm, die sich infolgedessen auch als immer noch regelhafte Temperaturverteilung ausdrücken mussten. Auch in der neuen Semantisierung als Datenkurven offenbarte sich das im Kreuzungspunkt von zahlreichen Faktoren stehende Forschungsobjekt Klima in einem regelhaft geschwungenen Weg durch das Bild. Doch war die

mit der ersten Datenkarte entworfene Methodik der Klimatografie und gerade die Mustergültigkeit ihres Ergebnisses ein Forschungsauftrag für spätere Meteorologen, die Lücken im Netz der Daten mit neuen Messstationen zu füllen. Die Regelmäßigkeit der Isolinien bei Humboldt steht deshalb in großem Kontrast zu den später – zum Teil in engem Kontakt mit Humboldt – ausgearbeiteten Entwürfen neuer Isothermenkarten durch Ludwig Kämtz, Heinrich Dove oder Heinrich Berghaus (Abb. 33 und 34), bei denen sich die Regelmäßigkeit von Humboldts geschwungenen Linien mit dem Anstieg der Messstationen in unzählige Wirbel aufgelöst hat.

### Unsichtbarkeit in der Übersicht

Es ist für Datenbilder typisch, dass auf ihnen die Grundlage der Daten nicht mehr sichtbar ist. So sind auch bei Humboldt nicht alle 58 Messstationen auf der Karte markiert (Abb. 35); das Messnetz hinter der Karte ist in der Visualisierung verschwunden. Darin liegt jedoch vielleicht die visuelle Kraft der Interpolationslinien – nämlich im Sinne der bereits zitierten Einschätzung von Sebastian Grevsmühl »in ihrer Fähigkeit, in meisterhafter Weise die Illusion einer kontinuierlichen Messung zu erzeugen«.<sup>211</sup>

Hier lässt sich jedoch vielleicht ein weiterer Grund ausmachen, weshalb synoptische Datenlinien bis dahin keine breite Verwendung in den Wissenschaften fanden. Der Mathematiker Heinrich J. Lambert hatte 1765 in seiner *Theorie der Zuverlässigkeit* noch eine grundlegende Skepsis gegenüber Kurvengrafiken aus Messdaten, denen keine mathematische Gleichung zugrunde liegt, formuliert. Es ging ihm um den generellen Zweifel gegenüber kurvenförmigen Visualisierungen von Messdaten, z. B. wenn die zeitliche Varianz des Erdmagnetismus als Kurvendiagramm dargestellt wird, wenn also Linien, die von Hand zwischen spritgenden Datenpunkten hindurchgezogen werden, nicht mehr zu erkennen geben, was die Datenlage dahinter besagt. Es ging ihm

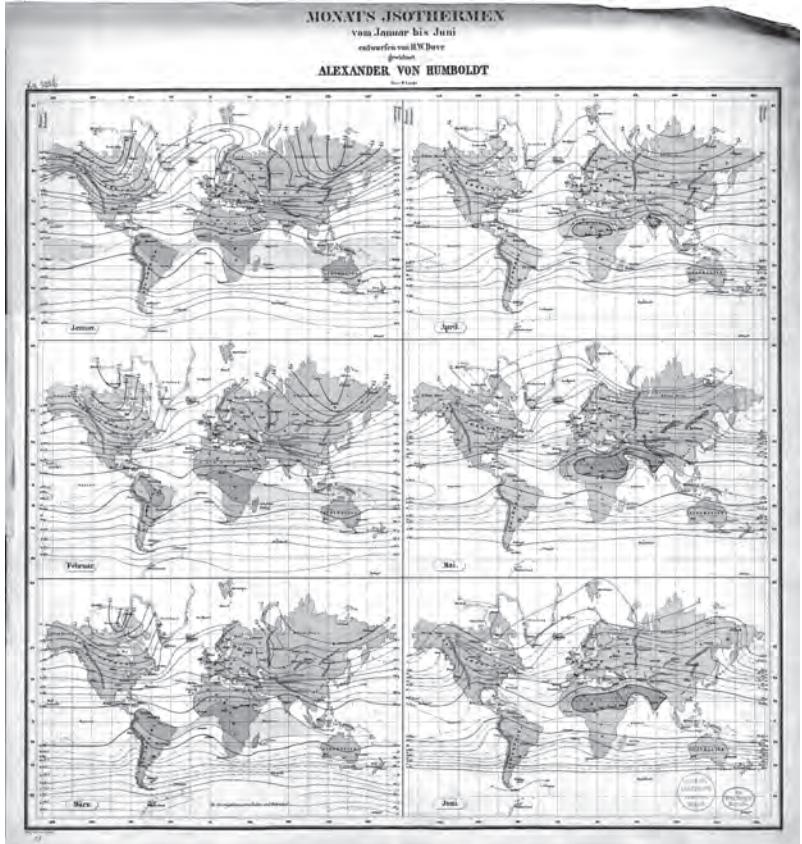


Abb. 33: Monatsisothermenkarten, Heinrich Dove, 1849.

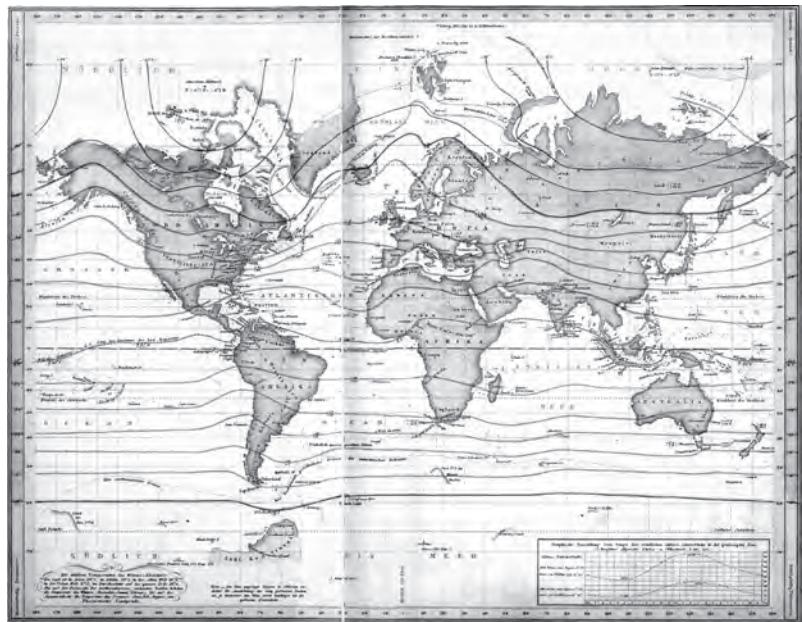


Abb. 34: Isothermenkarte aus dem *Physikalischen Atlas* von Heinrich Berghaus, 1852.



Abb. 35: Die Messstationen hinter der Klimakarte Alexander von Humboldts. Birgit Schneider, Thomas Nocke und Magnus Heitzler, Potsdam Institut für Klimafolgenforschung.

aber vielmehr um die daraus folgende, wichtige Frage, ob eine solch mittelnde Linie überhaupt Gewissheit über den Gegenstand zu liefern in der Lage sei. Lambert schreibt: »Es gibt aber unzählige Fälle, wobey man noch keine solche Gleichung hat, und wo folglich diese Linie gleichsam von freyer Hand dergestalt muß gezogen werden, daß sie, so bald die Lage der Puncte [...] offenbar etwas unordentlich ist und sich nach keiner Regel richtet, zwischen denselben durchgehe, und die einförmigste Krümmung behalte.<sup>212</sup> Da es notwendig sei, Datenpunkte auch über große Lücken hinweg mit einer Linie zu verbinden, fehle den auf diese Weise erzeugten Linien die »geometrische Schärfe«.<sup>213</sup> Gleichzeitig erkannte Lambert aber auch, dass es bei auf Daten gegründeten Forschungen oftmals keinen anderen Weg gebe, »als daß man die Linie von freyer Hand ziehe«,<sup>214</sup> um diese Daten weiter analysieren zu können.

Von der Sorge um die fehlende »geometrische Schärfe« ist bei Humboldt ein halbes Jahrhundert später nichts zu lesen. Die synoptisch-grafische Methode der Interpolation ist hier ein weiterer Interpretationsschritt in der Datenanalyse, insofern die Anwender dieser Methode freihändig entscheiden müssen, welchen Gang die Linie zwischen den Messpunkten nehmen soll (Abb. 29). Die Anzahl der Messstationen, auf die Humboldt sein Bild damals gründen konnte, stellt mithin im Vergleich zu heute ein äußerst grobmaschiges Netz dar. Gleichzeitig lag genau in dieser Unschärfe das Programm für den systematischen Ausbau aller folgenden Wetternetze, um auf diese Weise Schritt für Schritt zu einem klareren Bild der Klimazonen zu gelangen.

### Grafische Vorläufer der Isolinien

Humboldt kannte die in der Geschichte der Kartografie als früheste Isoliniendarstellung eingeschätzte Karte von Edmund Halley zum Erdmagnetismus (Abb. 36). Halley hatte 1701 mit seiner *Sea Chart* eine Karte der Linien gleicher Deklination für die Seefahrt

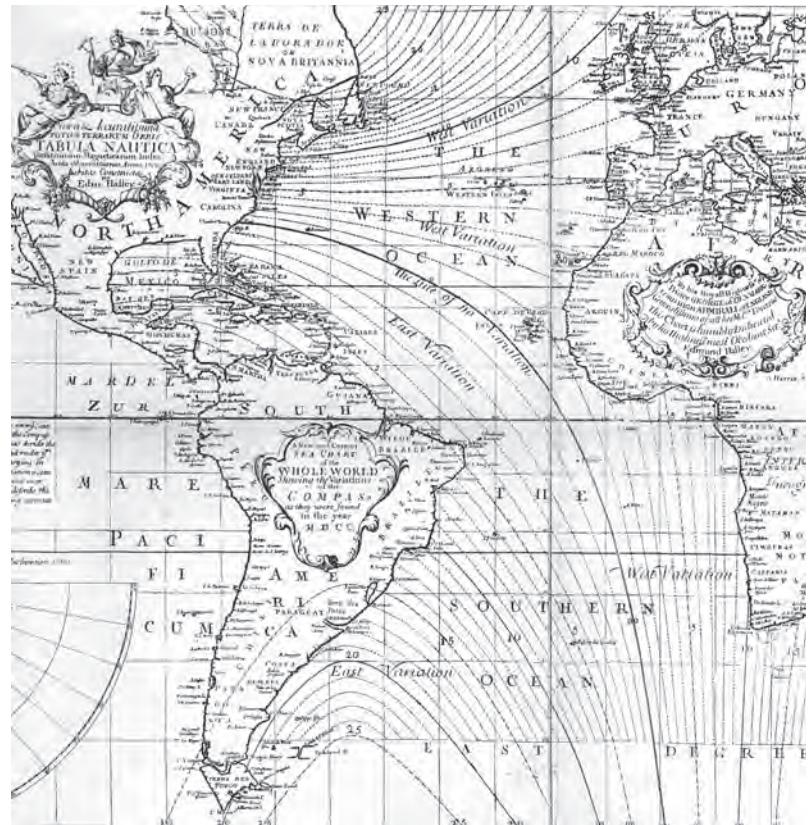


Abb. 36: Edmund Halley, Sea Chart mit Linien gleicher Deklination, 1701, Ausschnitt.

Planche II.

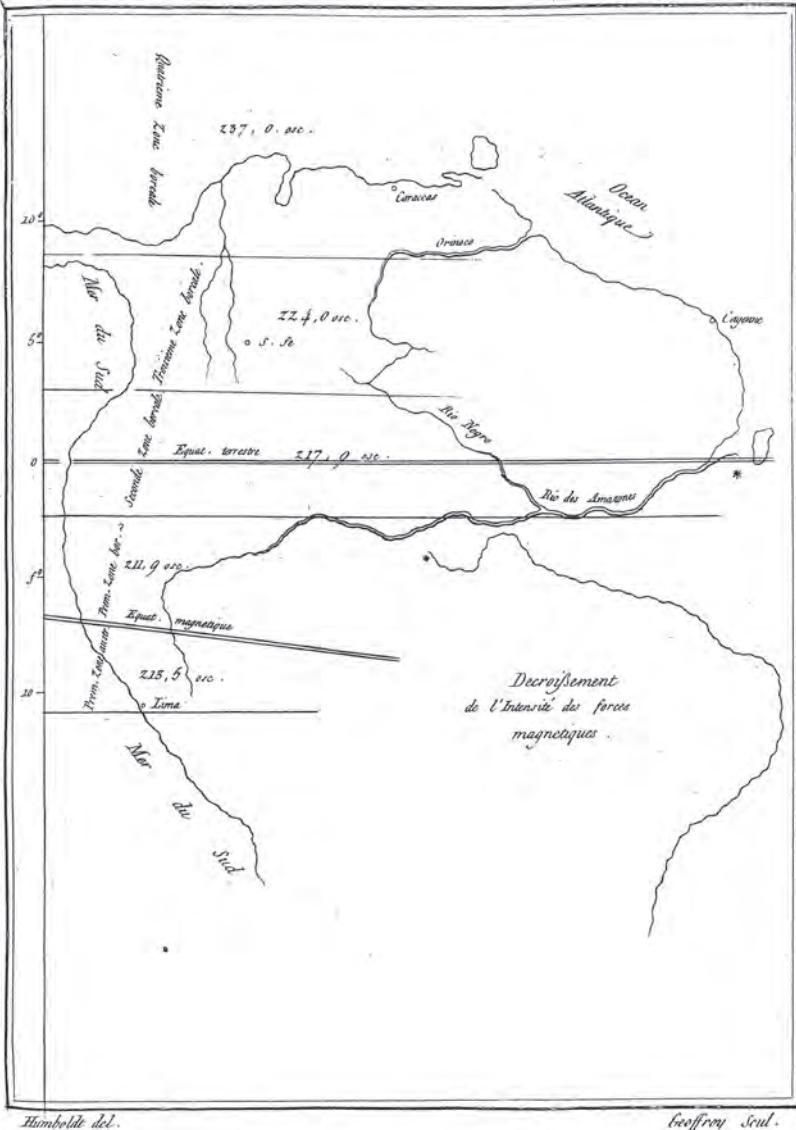


Abb. 37: Alexander von Humboldt, Karte der magnetischen Kräfte für den nördlichen Teil Lateinamerikas, 1804.

erstellt, für welche er Beobachtungen auf zwei Forschungsseereisen in den Jahren 1689 bis 1699 und 1699 bis 1700 gesammelt hatte. Diese Karte diente der praktischen Verwendung, um eine richtige Einschätzung des Kurses und seiner Abweichungen mit dem Kompass vorzunehmen.<sup>215</sup>

Halley betonte die Neuartigkeit dieser für die Kartografie ganz neuen Gattung der Linien, indem er vermerkte: »[Was] hier vollkommen neu ist, sind die Kurvenlinien, die über mehrere Meere gezeichnet sind, um die Abweichung der Magnetnadel oder des Seekompasses zu zeigen«.<sup>216</sup> Mithin trugen bereits bei Halley Isolinien die neue Form eines unsichtbaren, zusammengefassten Wissens in die Karte ein.

1804, also dreizehn Jahre vor der Publikation über die Isothermen, hatte Humboldt selbst das erste Mal eine Karte zum Magnetismus gezeichnet und gemeinsam mit Jean Baptiste Biot im *Journal de Physique* veröffentlicht (Abb. 37).<sup>217</sup> Auf der unter dem Titel *Decroissement de l'Intensité des forces magnétiques* publizierten Tafel wendete Humboldt die Methode der Isolinien bereits an. Hintergrund der Karte war die Frage nach dem Einfluss des Erdreliefs auf den Ausschlag der Kompassnadel, wozu Humboldt ca. 300 Messungen im nördlichen Teil Lateinamerikas vorgenommen hatte.<sup>218</sup> Wie die Isothermenkarte unterscheidet sich auch diese Karte in ihrer Genauigkeit stark von den sonstigen Karten, die Humboldt von der ›Neuen Welt‹ in seinen Atlanten publizierte.

Auch sie ist mehr Schema als Landkarte, wenngleich Flussläufe und Küstenlinien hier skizziert sind. Die Methode der Isolinien erprobte Humboldt mithin zunächst am selben Gegenstand, an dem Halley diese Linien zur Visualisierung von Messungen zum Einsatz gebracht hatte, bevor er sie auf den ebenfalls ›unsichtbaren‹ Gegenstand der Wärmegürtel übertrug.

Als wichtige Anregung für Humboldts Geografie der Erde ist zudem das in seiner Größe enorme, nämlich  $6,61 \times 3,89$  Meter messende Reliefmodell der Zentralschweiz von Franz Ludwig Pfyffer von Wyher zu nennen, welches Humboldt vermutlich 1795

bei einer Reise in die Schweiz kennengelernt hatte.<sup>219</sup> Dieses Modell schien seinem Wunsch, ein »allgemeines Bild« der gesamten Physik der Erde zu schaffen, sehr nahe zu kommen, weshalb es im Folgenden dezidierter um die Rolle der Synopsis für Humboldt gehen soll.

### Der Blick auf das Ganze

#### Die Synopsis als zentrale Methode der Anschauung bei Humboldt

Die Frage nach dem Verlauf der Klimagürtel stand im Kontext der übergeordneten Suche nach den Ursachen für die Formenvielfalt der Natur sowie der Frage, wie diese auf der Erde verbreitet sei. Die Isothermen Humboldts waren Bestandteil einer breit angelegten biogeografischen Fragestellung nach dem »Zusammenhang der Phänomene«.<sup>220</sup> Das Vorhaben, eine Geografie der Pflanzen zu erarbeiten, hatte Humboldt bereits seit 1788 in Briefen bekundet. Deshalb muss die Darstellung der Isothermen auf ein weiteres Bild bezogen werden, das er 1803, fast am Ende seiner großen Amerikareise, erstmals skizzierte. Hierbei handelt es sich um den Vorläufer des berühmten *Naturgemäldes*, welches die Verteilung der Pflanzen in unterschiedlichen Höhen für den südamerikanischen Gebirgszug der Kordilleren zeigt (Abb. 38).<sup>221</sup>

Wie eng Humboldt die vertikale und die horizontale Ordnung der Klimate zusammendachte, demonstriert die wenig beachtete zweite Figur auf der Tafel der Isothermenkarte, auf die er erst am Ende seiner Abhandlung einging.<sup>222</sup> Auch hier zeigt er die vertikalen Klimazonen der Kordilleren, wenngleich als Schema (Abb. 39); die vertikale und horizontale Abstufung des Klimas auf der Erde komplettiert das Bild der eigentlich dreidimensionalen Wärmegürtel der Erde, denen auf diese Weise auch im zweidimensionalen Bild Rechnung getragen wird.

Die Zusammenstellung räumlich disparater Beobachtungen war Humboldt in seinen Forschungen wichtiger als das Sammeln

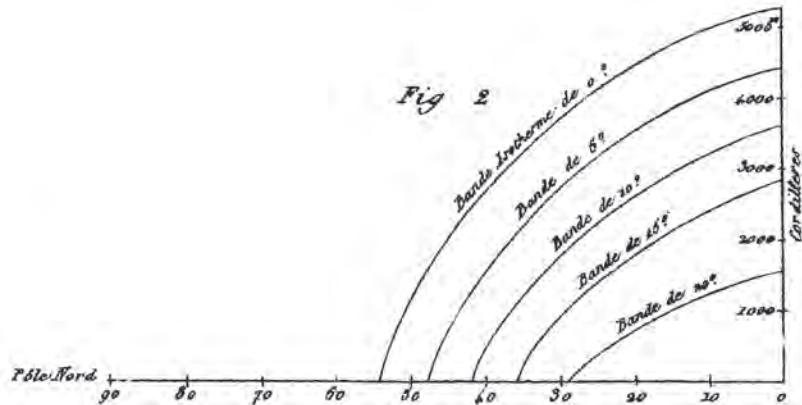
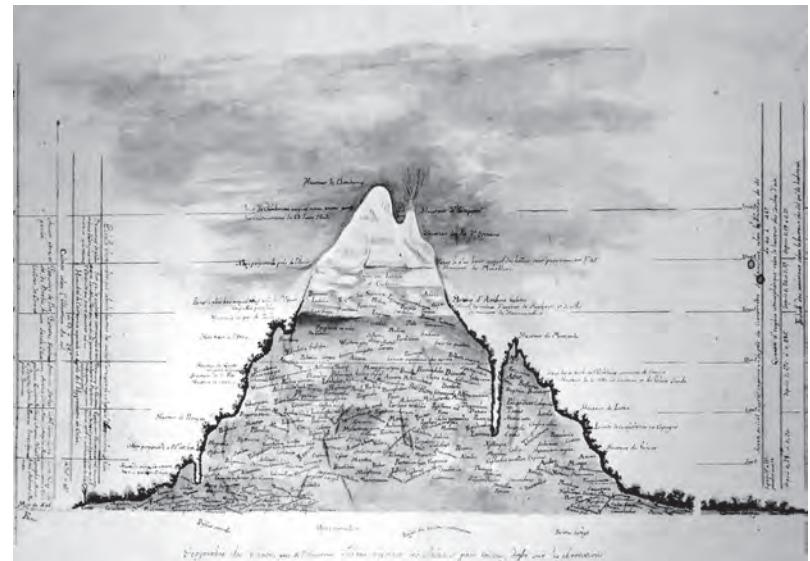


Abb. 38: Skizze zum »Naturgemälde« des Gebirgszugs der Kordilleren, 1803.

Abb. 39: Alexander von Humboldt, untere Figur auf der Klimazonenkarte. Diese zeigt die Isothermenkarte als vertikale Klimazonen der Kordilleren im Schema, 1817 (siehe Abb. 12).

von Detailwissen. Mit seinem Naturgemälde, so Humboldt, stelle er »alle Erscheinungen zusammen, welche die Oberfläche unseres Planeten und der Luftkreis darbietet, der jenen einhüllt.« Gleichzeitig betont er im Untertitel seines Werkes, dieses sei »auf Beobachtungen und Messungen gegründet.« Denn das »Naturgemälde sollte nur allgemeine Ansichten, sichere und durch Zahlen auszudrückende Tatsachen aufstellen.«<sup>223</sup> Mit dem Postulat dieser auf Synthese gegründeten Betrachtungsweise ging die Vorstellung eines bestimmten Blicks des Naturforschers einher, der nicht weniger als das Ganze ins Visier zu nehmen trachtete:

Wer demnach die Natur mit Einem Blicke zu umfassen, und von Lokalphänomenen zu abstrahiren weiß, der sieht, wie mit Zunahme der belebenden Wärme, von den Polen zum Aequator hin, sich auch allmälig organische Kraft und Lebensfülle vermehren.<sup>224</sup>

Im Vergleich zu seinen Vorgängern begnügte sich Humboldt nicht mehr mit dem Beschreiben, Sammeln, Registrieren und Berichten, sondern verwendete systematisch Beobachtungs- und Messmethoden, um diese zusammenzufassen und daraus größere Zusammenhänge abzuleiten.

Die Frage nach den Gründen für die vielfältigen Formen auf der Erde – für die verschiedenen Gestaltungen von Tieren, Gesteinen, Pflanzen und Kulturen – ist letztlich eine ästhetische. Humboldt folgt hier dem Aufruf der Physiognomiker, die Oberflächen von Gestalten in die Tiefe zu lesen. Die Physiognomik, die er mit seiner Begriffswahl im Titel ins Zentrum seiner Pflanzenkunde stellte, war seit dem 18. Jahrhundert mit der Form von *menschlichen* Gestalten und Gesichtern verbunden: Mit dieser Methode der »Gestalterkenntnis« hatte Johann Caspar Lavater ein System zur »Menschenkenntniß und Menschenliebe« entworfen.<sup>225</sup> Die Physiognomik hatte er dabei als eine ästhetisch fundierte Beobachtungsmethode definiert. Sein Entwurf einer neuen »Hermeneutik des Blicks« zeigt sich in Ausdrücken wie »neues

Auge« oder »Brille«, mit denen Lavater seine Betrachtungsweise fasste.<sup>226</sup> Wenn Humboldt die physiognomische Methode als Leitbild für seine globale Pflanzenbetrachtung nutzt, zeigt sich abermals der konsequent eingehaltene ästhetische Standpunkt im frühen Blick auf eine Ökologie der Erde. Unabhängig vom rassistisch-diskriminierenden Potenzial, das Lavaters Betrachtungsweise innewohnt, begründete dieser eine äußerst erfolgreiche Epistemologie des Blicks, die aus dem äußerlichen So-Aussehen ästhetisch-kausal abzuleiten versuchte, was dies als Ausdruck eines Inneren verrate, weil »die geringste Wirkung in der Natur eine mechanische Folge der allgemeinen Gesetze ist«.<sup>227</sup>

In Humboldts Darstellung der unterschiedlichen Gewächse auf dem Erdkörper über die verschiedenen klimatischen Bedingungen hinweg kommt nun Lavaters Beobachtungskunst nicht hinsichtlich des Menschen, sondern in Bezug auf Pflanzen und Landschaften zur Anwendung, indem ihre charakteristischen Gestalten mit dem Auge erfasst werden. Die Beobachtung skaliert, wie durch Lavater vorgeschlagen, zwischen »Totalcharakter«<sup>228</sup> und Detail, was bei Humboldt dann »Totaleindruck einer Gegend« heißt – »Himmelbläue, Beleuchtung, Duft, der auf der Ferne ruht, Gestalt der Thiere, Saftfülle der Kräuter, Glanz des Laubes, Umriss der Berge« – und dem Einzelphänomen. Der »eigenthümliche Charakter« einer klimatischen Zone wird so im Gestus der Einfühlung und gesteigerten Empfindsamkeit erfahren, wobei die Natur selbst den Sinnen bereits entgegenkommt, da sie diese direkt affiziert und so eine bestimmte Stimmung bzw. Gefühlsqualität hervorruft.<sup>229</sup>

Der ästhetische Kern dieser Anschauungsweise zeigt sich im für Humboldt leitenden Vergleich zur Malerei, da er den Malern (vermutlich den Landschaftsmalern) das Vermögen zuschreibt, physiognomisch-synthetisierend zu sehen und in »einfachen Zügen« das Typische der jeweiligen Pflanzenwelt darstellen zu können – die selbst bereits einen eigenen, bereits malerischen Charakter besäßen. Der Vergleich zur Landschaftsmalerei, der hier anklingt, lässt sich abermals auf Georg Simmels ästhetisch-

geistige Bestimmung der Landschaft beziehen. Auch Landschaft wird in einem »eigenthümlichen geistigen Prozeß« der Anschauung zu einer »Einheit eines Ganzen« aus der Natur »herausgestückt«, die Natur wird »umgebaut« durch »den teilenden und das Geteilte zu Sondereinheiten bildenden Blick des Menschen zu der jeweiligen Individualität Landschaft«.<sup>230</sup>

Mit dieser Betrachtungsweise hoffte Humboldt den »eigenthümlichen Charakter« jeder Zone umfassend zu erkennen. Eine Besonderheit dieser Sehweise ist, dass sie nicht separiert, sondern verbindet: Während der botanische Systematiker eine Menge von Pflanzengruppen trenne, sehe der »Physiognomiker sich gezwungen [diese] mit einander zu verbinden«.<sup>231</sup> Der Blick auf das Ganze ist wiederum mit Johann Wolfgang von Goethes Ansatz vergleichbar, mit dem Humboldt in regem Austausch über die Fragen der Pflanzengeografie stand. Auch Goethe hatte sein Denken auf die Zusammenhänge ausgerichtet, um zu ordnen und zu synthetisieren; wenn Humboldt den Totaleindruck einer Gegend anvisierte, ging es ihm darum, »anschaulich in Goethes Sinn eine Ordnung her[zu]stellen, die eine Einsicht verschaffte«.<sup>232</sup>

Anders als die Geophilosophen Herder und Kant, die ihre Betrachtungen zum Klima als reine Gedankenreise am Schreibtisch entwickelten, hatte Humboldt mehrere Forschungsreisen unternommen, die seine Beobachtungen über die klimatischen Besonderheiten mit konkreten Erfahrungen anreicherten. Er folgte hierin dem wissenschaftlichen Diktum seiner Zeit, das besagte, »Beobachten heißt, Erfahrungen methodisch aufzustellen«.<sup>233</sup> Humboldt zeichnete seine Grafiken erst, nachdem er die Klimazonen der Erde selbst durchquert hatte. Nicht nur deckt sich der Ausschnitt der Isothermenkarte mit dem ihm aus eigener Anschauung bekannten Teil der Welt. Auch die Beschreibung der Isothermen gleicht streckenweise einer Reise entlang dieser Linien, denen Humboldt »von Europa an bis zu den atlantischen Ländern der Neuen Welt«<sup>234</sup> folgt. Die Daten sind in die Ordnung der Reise gebracht. Die am eigenen Leib gemachten Erfahrungen sind Beweis des lokal immer neuen Zusammenspiels von

Klima und Pflanzenvielfalt, sodass ihre Untermauerung durch die vorgenommenen Messungen als eine wichtige Quelle für Humboldts Forschungsfrage gelten muss. Auf der Seereise von Europa nach Amerika trat offen zutage, dass zwischen Küsten gleicher Breite diesseits und jenseits des Atlantiks erhebliche Klimaunterschiede bestehen, ein gerader Verlauf der Klimagürtel also den Erfahrungen widerspricht.

Es erscheint als Konsequenz dieser synoptischen Methode, die die Erkenntniskraft des Auges in ihren Mittelpunkt stellt, dass das Forschungsergebnis auch ein Bild sein muss. Humboldt schreibt, ihm ginge es darum, »die Hauptresultate der von mir beobachteten Erscheinungen in ein allgemeines Bild zusammenzufassen [...]. Dieses Naturgemälde ist das Werk, welches ich gegenwärtig den Physikern [= Naturforschern, Anm. H. Beck] vorzulegen wage.«<sup>235</sup>

Humboldts Forschungsmethode war in hohem Maße eine visuelle. Er begriff die Welt als Bild und rückte die Welt ins Bild. Das Resultat dieser Sichtweise und Methode kann mit Martin Heidegger als ›Weltbild‹ bezeichnet werden, wie dieser es für die Neuzeit beschrieben hat. Seine Eigenart ist »die Benennung des Seienden im Ganzen«,<sup>236</sup> das nicht nur Kosmos und Natur meint, sondern ebenso die Geschichte einschließt.

Am grafischen Werk Humboldts zeigt sich, wie essenziell es für seine wissenschaftliche Methode war, sich die Welt zeichnerisch und symbolhaft zu erschließen. Hierbei nutzte und erprobte er sehr unterschiedliche Typen von Schriftsystemen, Zeichentechniken und analytischer Grafik. Neben botanischen und zoologischen Zeichnungen, die er von Tieren und Pflanzen anfertigte, spielten kartografische Bildformen eine gleichrangige Rolle. Er übertrug die kartografische Praxis des Bergbaus, Profile der Erde in vertikaler Projektion zu zeichnen (eine Praxis, die er während seiner Zeit im Staatsdienst für das preußische Bergdepartment in Freiberg kennengelernt hatte), auf die allgemeine Kartografie. Mit den so konstruierten Profillinien von Gebirgen ließ sich die dritte Dimension der Höhe in die Kartografie

einführen, die das Bild der Erde vervollständigte. Aber auch zahlreiche Formen der damals noch jungen Infografik – wie Balkendiagramme, Kurvendiagramme und Verhältniskarten – wendete Humboldt auf seine Forschungsgegenstände an, um Daten grafisch zu analysieren, wie beispielsweise in seinem Kartenwerk zum damaligen Vizekönigreich Neuspanien. Das Interesse an grafischen Analysemethoden wurde durch ein großes Interesse an Symbolschriften ergänzt. So wendete Humboldt in seinen Karten pasgrafische Zeichen an, eine Symbolschrift, die für eine internationale Lesbarkeit der Karten Vorteile bot.<sup>237</sup> Mit all diesen Praktiken knüpfte Humboldt an die Arbeiten des 18. Jahrhunderts an, als erste Versuche zur Infografik, wie jene von William Playfair oder Joseph Priestley, das Erkenntnispotential der grafischen Analyse mittels Linien erstmals verdeutlichten. Im Verlauf des 19. Jahrhunderts sollten sich die grafischen Methoden der Datenvizualisierung zunehmend ausbreiten.

#### **Linien, Bänder, Ketten:**

Die Synopse als visuelle Verkettung der Welt und als Forschungsmethode der Proto-Ökologie

Traugott Bromme, der Herausgeber eines der Atlanten, die durch das Erscheinen von Humboldts Werk *Kosmos* angeregt wurden, fasste den Kern von Humboldts Forschung zusammen als »die Nachweisung der inneren Verkettung des Allgemeinen mit dem Besonderen«.<sup>238</sup> Da Humboldt sein Forschungsideal besonders plastisch in seinem *Kosmos* beschrieben hat, soll die Frage nach dem Zusammenhang von Grafik und Methode im Folgenden anhand dieser Schrift behandelt werden.

Bereits auf der vierten Seite seiner »Einleitenden Betrachtungen« reiht Humboldt beispielhaft »Naturgemälde [...] nach leitenden Ideen«<sup>239</sup> aneinander. Der bereits erwähnte imaginäre Flug in der Einleitung zum *Kosmos* kann hier exemplarisch für die Methode der Verkettung noch einmal angeführt werden. Humboldt lässt

das Auge der Leserschaft scheinbar über die höchsten Berggipfel der Erde fliegen. Er türmt die Schneekoppe auf den Mont Blanc, den Aetna und den Rigi auf den Chimborazo und stellt diese fiktional neben den Dhawalagiri. Dann vergleicht er die Vegetationen dieser Klimazonen nach wiederkehrenden Grundtypen, die sich in allen Regionen der Erde finden lassen. Die »leitenden Ideen« erscheinen wie der Drehplan zu einem globalen Naturfilm. Filme wie *Powers of Ten* (1968/1977) von Charles und Ray Eames sind Erben des damals entfalteten Blicks auf die Erde. Bewohner heutiger medialer Umgebungen dürfen derartige Reisen nicht nur literarisch, sondern auch visuell in Dokumentarfilmen mit Titeln wie *Die schönsten Landschaften der Erde* oder *Unsere Erde von oben* erfahren. Den imaginären Flug über die Gebirge der Erde im Haupttext untermauert Humboldt durch raumgreifende Fußnoten, die, vom das Ganze verknüpfenden Flug ausgehend, als Ankerpunkte ins Detail fungieren. Die hier angeführten quantitativen Vergleichsbeobachtungen weltweiter Gebirge besitzen selbst das Ausmaß einer eigenständigen Abhandlung. Darunter findet sich auch eine lange Diskussion der Schneegrenzen im Vergleich.<sup>240</sup>

Wenige Seiten später begründet er sein Erkenntnisinteresse, das hinter der Verkettung geografisch disparater Phänomene liegt, methodisch. Hier schreibt Humboldt: »So leiten dunkle Gefühle und die Verkettung sinnlicher Anschauungen, wie später die Thätigkeit combinierender Vernunft, zu der Erkenntniß, welche alle Bildungsstufen der Menschheit durchdringt, daß ein gemeinsames, gesetzliches und darum ewiges Band die ganze lebendige Natur umschlinge.«<sup>241</sup> Dieser Satz, der Empirie, Komparatistik und Synthese als Methoden benennt, könnte der Schlüsselsatz zu Humboldts Denk- und Forschungsweise sein, wenn es um den Stellenwert von Skizze und Visualisierung geht. Aus dem hier dargelegten Blick auf die Phänomene, der das gemeinsame und gesetzliche Band aller Erscheinungen der Natur sucht, gingen Humboldts Versuche hervor, mit denen er Naturdinge, Messwerte und Berechnungen in eine neue »Bildsprache«<sup>242</sup> zu bringen versuchte. Humboldts komparatistisches Erkenntnisideal kommt

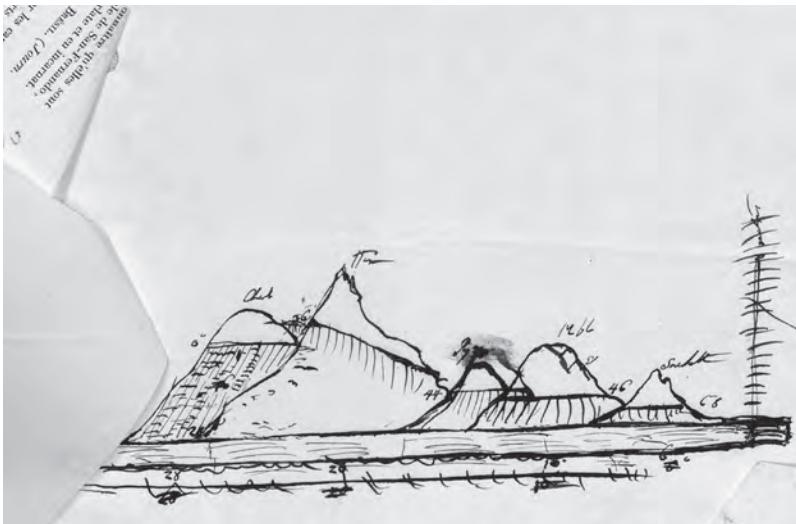


Abb. 40: Alexander von Humboldt, fünf Berge aus verschiedenen Klimazonen im Vergleich. Geografische Skizze aus dem Nachlass. Tusche, aufgeklebte Notizen mit Kommentaren und Verbesserungen, ca. 1820–1830, Ansicht der untersten Zeichnung.

auch in der Konzeption einer geografischen Skizze (Abb. 40) zum Tragen. Jeder der Berge ist als Silhouette in seiner typischen Gestalt erfasst. Gleichzeitig verkettet Humboldt fünf geografisch entfernte Berge im Raum einer einzigen Grafik. Erst die grafische Verkettung der entfernten Berge zu einer zusammenhängenden Gebirgskette ermöglicht ihre systematische »Zusammenschau«, d. h. die Synopsis ihrer Silhouetten und Schneelinien.<sup>243</sup>

Neben instrumentellen Beobachtungen nehmen Humboldts empirische Betrachtungen fast immer ihren Ausgangspunkt in einer genauen Beschreibung der einzelnen Erscheinungen ihrer Form nach. Die Analyse mittels Beschreibung wendete er nicht nur auf die Gestalt von Pflanzen an, sondern ebenso auf geologische Formen. »Mir schien es für die Geologie von großem Interesse zu sein, die Formen der Gebirge in den entlegensten Teilen des Globus vergleichen zu können, wie man die Formen der

Pflanzen in den verschiedenen Klimaten vergleicht.«<sup>244</sup> Um Gebirge vergleichen zu können, rang Humboldt jedem Berg, den er besuchte, mit Teleskop und Sextant oder mit dem bloßen Auge sein charakteristisches Linienrelief ab. Viele Bergkonturen, die er erwandert hatte, konnte er aus dem Gedächtnis nachzeichnen. Andere zeichnete er aus der Entfernung ab, wie auf einer Schiffsreise, als er sich den Kanarischen Inseln näherte: »Den ganzen Tag war ich beschäftigt, die Contour der Berge mit dem Fernrohr zu verfolgen und zu zeichnen. Da wir lange [...] bei den Inseln umherkreuzten, so hatte ich die Gelegenheit, die Konturen mehrmals zu berichtigen und zu entwerfen«.<sup>245</sup> Humboldts Auffassung, dass in der Erfassung einer charakteristischen Bergform selbst eine Erkenntnis liege, wird jedoch ebenso in seinen plastischen Beschreibungen von Bergen im Medium der Sprache deutlich, wo er einzelne Berge in ihrem starken Eindruck auf das Gemüt geradezu wie unterschiedliche Majestäten beschrieb, die einen Götterhimmel bewohnen.<sup>246</sup>

Doch war für Humboldt die Sicht auf die Bergwelten selbst ein methodischer Schlüssel für viele seiner Fragestellungen, weil sie sich als modellhafte Ausschnitte von Natur betrachten ließen, die alle Phänomene und ihre Wechselwirkungen enthielten. An den Anden faszinierte Humboldt, dass man hier »alle Gestalten der Pflanzen und alle Gestirne des Himmels gleichzeitig [...] schauen [könne].« Dort »sind die Klimate, wie die durch sie bestimmten Pflanzen-Zonen schichtenweise übereinandergelagert.«<sup>247</sup> Den hier anklingenden besonderen heuristischen Stellenwert der Berge innerhalb von Humboldts Forschungen hat der Geographiehistoriker Bernard Debarbieux weiter herausgearbeitet. Er fasst die Rolle der Berge innerhalb von Humboldts Forschungen als »exzellente Laboratorien für die Naturwissenschaft«<sup>248</sup> auf. Sie repräsentierten ökologische Bergsysteme und damit, so ließe sich der Gedanke weiterführen, Modelle von Welt. Jeder Berg setzt jeweils verschiedene Bedingungen für Klimate, Pflanzenverteilungen bis hin zur räumlich-kulturellen Ausbreitung der Menschen entlang geologischer Bedingungen.<sup>249</sup>

»In diesem Rahmen wird der Vergleich der topografischen Konfigurationen auf den verschiedenen Kontinenten zu einem Instrument für die Erforschung der Natur, der Intensität und der Verbreitung der beobachteten Formenvielfalt.«<sup>250</sup> Die Mannigfaltigkeit der natürlichen Formen wurde für Humboldt nicht anhand einer Gegenüberstellung von Ebenen, Meeren oder Flüssen, sondern mittels Bergen unterschiedlicher Regionen vergleichbar.

Humboldts Erkenntnisinteresse war dabei nicht auf einen »Ursprung der Wesen« ausgerichtet, sondern auf die Gesetze, »nach denen die Wesen über den Erdball verteilt sind.«<sup>251</sup> Sein Forschen war von der Annahme einer universellen Ordnung des Kosmos geleitet. Aus diesem Grund ging es ihm in der Naturbetrachtung um die »Einheit in der Vielheit«, darum, in der »Mannigfaltigkeit die Einheit zu erkennen« und »von dem Individuellen alles zu umfassen«.<sup>252</sup> Mittlere Zustände sind dementsprechend aussagekräftiger als Besonderheiten und Störungen. Der Einzelfall interessiert nur auf der Ebene, wo »in dem Besondersten des Organismus sich das Allgemeine spiegelt«.<sup>253</sup> Damit geht einher, dass Humboldts empirischen Forschungsmethoden die Überzeugung zugrunde liegt, dass Zahlen, Mathematik und die Statistik mit ihrer Adelung des Mittelwertes eine tiefere Wahrheit über die Natur offenlegen. Die Erde erscheint als ein Bedingungsgeflecht von Kausalitäten, nach dessen Wirken sich alles richten muss. »Natur als Ordnungsmacht, die die Herrschaftsgebiete der Gesetze zuteilt«.<sup>254</sup> So wie sich die Nadel eines Kompasses je nach geografischer Lage entlang des Kraftfeldes anders ausrichtet, sind Tiere und Pflanzen in ihren Formen und Funktionen ihrer jeweiligen Heimat, den primären Bedingungen von Geografie, Klima und Geologie angepasst. Es gibt kein Leben und keine Form außerhalb dieser Bedingungen. Eine getrennte Vorstellung von Natur und Kultur ist von einem solchen Denken weit entfernt.

Für diese Sichtweise muss aber die Methode der grafischen Visualisierung und der thematischen Kartografie eine Schlüsselrolle erlangen. Denn die Ordnung offenbart sich in einem »Bilde

der Regelmäßigkeit, die selbst an Zahlenverhältnisse geknüpft ist«.<sup>255</sup> Humboldt sah auch den Verlauf der Schneegrenzen als einen weiteren Beweis für die in Zahlen ablesbare Regelhaftigkeit der Schöpfung. Um die Verteilung der Formen und die dahinterliegenden Gesetze erkennen zu können, benötigte Humboldt das grafische Instrument der Visualisierung. Diese erlaubt eine »skalierte, extreme Verdichtung von maß- und zahlabhängigen Informationen, Beobachtungen, mit dem Ziel, durch solche und ähnliche Visualisierungen empirische Gesetze abzuleiten«.<sup>256</sup> Wenn Humboldt die Vielheiten synoptisch in *ein Bild* setzte, spannte er mittels Linien Bänder zwischen Ähnlichkeiten und stellte auf diese Weise Bezüge her. Das gleichzeitige Herstellen und Darstellen von Beziehungen ist wiederum ein Grundprinzip diagrammatischer und kartografischer Methoden. Durch diese diagrammatische Praxis konnte Humboldt die Gesetzmäßigkeiten der Natur als Muster evident machen. Es waren die Möglichkeiten grafischer Methoden, mit denen er Messwerte und Beobachtungen zeitlich und räumlich zu einem Gewebe verdichtete, mit dem Ziel, Gesetzmäßigkeiten evident zu machen.

Humboldt betrachtete dementsprechend den Berg als eine Kurve, in deren Tälern, Anhöhen und Gipfeln sich je nach geografischer Lage die Höhenverhältnisse und meteorologischen Faktoren sowie weitere Abhängigkeiten systematisch zueinander in Beziehung setzen ließen. Der Berg erscheint als Funktionskurve, die universellen Gesetzen unterliegt. Geleitet war Humboldt dabei von der Vorstellung allumspannender Linien und Bänder, welche auch die entlegensten Orte der Erde zu einem Netz verbinden. Diese Linien bilden ein Muster, das in seiner Regelmäßigkeit die universellen Gesetzmäßigkeiten des Kosmos offenbart. Durch neue Instrumente, systematisches Messen und Beobachten, wachsendes Datenmaterial und mathematisch-statistische Bearbeitung kann im Netz der Messstationen das Muster der Natur eingefangen werden. So wird das unsichtbare Weben des Universums sichtbar. Vereinzeltes, insulares Punktwissen wird zu kontinuierlichen Linien verbunden.

Was in der Perspektive der Synopse jedoch gleichermaßen in den Blick drängte, waren Fragen nach der räumlichen Verbreitung von Pflanzen und Tieren und der Versuch, Zusammenhänge zwischen allen prägenden Faktoren herzustellen, die die geografische Morphologie mitbestimmen. In diesem Licht erschien die Erde als ein komplexes System aus Elementen, die miteinander in Verbindung stehen und sich gegenseitig beeinflussen. Der Kosmos wurde fortan als ein Wechselspiel von Kräften gedacht, die das Klima der Erde beeinflussen und Schneegrenzen, Winde, Meeresströmungen, die Morphologie von Tieren und Pflanzen und auch die Kulturen prägen, die aufeinander reagieren. Mit dem synoptischen Schema ließ sich die Vielfalt von Beobachtungen und Erkenntnissen zu einer Gesamtanschauung verbinden, an deren Horizont eine Proto-Ökologie bzw. -Systemik aufschien.

Die Charakteristik der *Humboldtian Science* lässt sich für das hier verfolgte Thema als Ideal einer präzisen Beobachtung zusammenfassen, die aus sinnlichen Wahrnehmungen entspringt. Dieser tief in der Romantik verwurzelte Ansatz schrieb sich in die frühe Naturforschung und Proto-Ökologie ein – und ist bis heute Teil der ökologischen Perspektiven. Was fest steht, ist, dass unter diesem Blick, der große Zusammenhänge in Wechselwirkung mit den einzelnen Organismen dynamisch betrachtete, die Erde selbst zu atmen beginnt und sich ein globales Wechselspiel aus Organismen und Umgebung in Gang setzt, das zu ergründen zum Forschungsprogramm der folgenden Generationen wurde. Gestalt und Werden der Pflanzen verschiedener Regionen werden fortan aus veränderlichen Umweltbedingungen bestimmt. Was Jean-Baptiste Lamarck zeitgleich aus dem Begriff des *milieus* ableitet – einem Begriff, der die spezifischen Faktoren einer Umgebung (Klima, Lebensraum) sowie die Auswirkungen dieser Faktoren auf Lebewesen, die sich an ihr Milieu jeweils aktiv anpassen, beinhaltet<sup>257</sup> –, deutet sich bei Humboldt in Begriffen wie *Luftkreis*, *Verkettung*, *ewiges Band* oder *Wechselwirkung*, aber auch in der aus der Umgebung erklärten Vielfalt der Pflanzenformen bereits an. Die globale Perspektive eröffnet einen Blick

auf die Erde als komplexes Beziehungsgeflecht mit den Wechselspielen zwischen lebendigem Organismus, Umgebung und Zeit. Unter dem Namen *Morphologie. Allgemeine Grundzüge einer organischen Formen-Wissenschaft* wird Ernst Haeckel den Begriff der Ökologie in diese mechanistische Denkweise der Interdependenzen sechzig Jahre später eintragen.<sup>258</sup>

### Tabellen als »aufgeschriebene Karten«

Humboldt setzte die grafische Methode der Isothermen von den ›Tafeln‹ ab, die bis dahin angefertigt wurden, um meteorologische Daten in tabellarischer Form zu ordnen und zu verbinden. Seine eigenen Texte – die Reisetagebücher ebenso wie die Publikationen – werden immer wieder von mehr oder weniger großen Tabellen unterbrochen. In Form von in den Text eingefügten Tabellen analysiert Humboldt in allen seinen Werken zur Geografie der Pflanzen und Physik der Erde ausführlich die Daten, die ihn zu seinen Erkenntnissen gebracht haben. Im Verlauf der Texte sind auch jene Messreihen als Tabellen eingefügt, die den Grafiken zugrunde liegen (Abb. 41).

So gibt es die Grafiken Humboldts meist in zwei Varianten: als »aufgeschriebene Karte«<sup>259</sup> in Tabellenform und als grafische Umsetzung der Werte in eine Karte, ein Profil oder ein Mengenbild. Das tabellarische Datenmaterial zu den Isothermen ist auf einer ausfaltbaren Tafel selbst bereits in die Ordnung der Isolinien gebracht, welche die Erdkugel bei 0°, 5°, 10° C etc. schneiden. Es sind Doppelstriche, welche in der Form der Tabelle die geografisch-klimatische Ordnung der Isothermen bzw. der Breitengrade anzeigen.<sup>260</sup>

Dass auch die nackten Daten ein plastisches Bild vermitteln konnten, tritt darin zutage, dass weder der deutschen noch der englischen Ausgabe der Abhandlung zu den Isothermen die Isothermenkarte beigegebunden war.<sup>261</sup> Da jedoch Humboldts Beschreibung von Daten, Methode und Analyse so genau war,

**Abb. 41:** Alexander von Humboldt, ausfaltbare Tabelle aus der Abhandlung zu den Isothermen, die die Datengrundlage der Karte aufführt, 1817.

bekamen auch die Leser der bilderlosen Ausgaben des Textes eine Vorstellung von dieser Karte. Aus diesem Grund glaubte der Kartenhistoriker Peschel auch, Humboldt habe bloß eine Anleitung dazu gegeben, wie die Isothermenkarte zu zeichnen sei, selbst eine solche aber nicht angefertigt.<sup>262</sup> Doch erst in der Transformation des Tabellenwissens in das bildhafte Wissen der Karte wird sichtbar, dass die Linien gleicher Wärme wellenförmige Figuren um den Erdball beschreiben und wo diese Linien das Kartenraster schneiden. Der Tabelle allein kann dieses Wissen nicht entnommen werden.

Als Humboldt vor seiner Amerikareise für das preußische Bergdepartment tätig gewesen war, hatte er für den Staatsminister Friedrich Anton von Heinitz gearbeitet. Dieser ist wiederum für seine Abhandlung über die Rolle der Staatstafeln bekannt, mit denen er die Praxis des Regierens in Preußen auf neue Füße stellen wollte, um »das Ganze des Staates« zu ergründen.<sup>263</sup> Es ist denkbar, dass Humboldt die Erkenntnismöglichkeiten der tabellarischen Übersicht von Heinitz erlernte oder sich hierin an diesen anlehnte. Auch bei der Regierungsstatistik der Staatstafeln geht es um Datenverarbeitungsprobleme, um Methoden der Datenerhebung und -sammlung, die statistische Auswertung der Daten sowie deren Einteilung und Ordnung in Tabellen. Nicht zuletzt war auch das regionale Klima in Heinitz' Staatstafeln erfasst, da Pflanzenwachstum, Bodenbeschaffenheit und Landwirtschaft zum festen Kern eines jeden Staatswissens gehören.

## »Die Erkenntniskraft der Linien«

Humboldts Isothermenkarte ist ein Beispiel einer fr en thematischen Karte. Sie zeigt gemittelte Jahrestemperaturen mit Hilfe der grafischen Interpolationsmethode der Isolinie. Doch bleibt die Karte dabei sonderbar abstrakt und schematisch, denn Humboldt verzichtete auf die gewohnte Auszeichnung einer Weltkarte durch Länderkonturen und genaue Ortssignaturen, um

allein vor dem globalen Gradnetz die anschauliche Erkenntnis der sieben Linienzüge zu verdeutlichen. Wenn die Karte definiert wird als »ein bildhaftes Zeichenmodell, das räumliche Strukturen mit einem globalen Bezug räumlich ähnlich wiedergibt«,<sup>264</sup> lässt sich aufgrund des hohen Grades der Abstraktion und Schematisierung bei Humboldts Isothermenkarte nicht von einer Karte im klassischen Sinn sprechen. Räumliche Strukturen wie Wasser- und Landmassen, aber auch Siedlungen werden nicht räumlich ähnlich wiedergegeben, sondern bloß als Schrift.

Indem Humboldt die geografische Relation der Linien auf der Karte im Ungefährnen beläßt, erscheinen die Isolinien nur lose mit dem Raum verkoppelt, den sie umspannen. Darin lässt sich Humboldts Versuch erkennen, nicht die sichere Erkenntnis eines eindeutigen Verlaufs der Isothermen nahezulegen, sondern ein erstes mögliches Bild der Wärmeverteilung mittels der synoptischen Methode schematisch vorzustellen. Offenbar ging es Humboldt um die Generierung eines Schemas und Idealbildes, welches die Abstufung der Klimate in den Blick bringt. Die Karte ist bloß das der Eintragung von Geoinformationen dienende Gradraster im Hintergrund dieser Erkenntnis; sie dient gewissermaßen als geografische Tabelle. Im Vordergrund stehen gemittelte Wetterdaten. Aus diesem Grund interessieren Humboldt Städtenamen einzig als Messpunkte seiner Karte. Der Verzicht auf jegliche visuelle Lokalisierung geht jedoch auch einher mit dem Ideal einer von politischen Grenzen bereinigten Geografie.<sup>265</sup>

Die Geografie der Nordhemisphäre ist mithin exemplarisch, sodass die Karte ein erstes Bild in einer Reihe von Bildern sein kann, welche auf ein immer enger geknüpftes Messnetz und standardisierte Messreihen zugreifen. Die Datenlage von nur 58 Messreihen, auf deren Grundlage Humboldt die Karte der Isolinien grafisch konstruiert hatte, konnte nur ein grobes Schema der »Temperatur-Erscheinungen« liefern, bis man »allmählich dahin gelangen wird, die numerischen Elemente zu vervielfältigen und zu berichtigen«.<sup>266</sup> Der Wandel, den Humboldts Karte für das Erkenntnispotenzial von Linien in der Kartografie bedeutete,

wurde durch ihre schematisierte Form umso greifbarer. Eine neue Semantik von Linien trug eine neuartige Form von Wissen in die Karte ein. Dieses Wissen funktioniert im Feld einer »operativen Bildlichkeit«,<sup>267</sup> indem die Formen der Kurven die unsichtbaren Klimate auf der grafischen Fläche relational verräumen, sodass sich das Diskursive und das Ikonische miteinander verschränken. Diese Verschränkung findet sich auch in einem Zitat Goethes wieder, der über Humboldts Forschungsweise schrieb, diese sei eine »Wissenschaft, so im Anschauen wie im Begriff« gewonnen.<sup>268</sup> Die Isolinien sind gleichermaßen bildhaft, weil sie das Wissensfeld des Klimas räumlich zur Darstellung bringen, und diskursiv, da sie auf Zahlen gründen.

Doch zeigt die Isolinie – die Linie gleicher Bedeutung – keine Ähnlichkeit zu kartografischen Gegebenheiten, wie sie Karten im klassischen Sinne hervorbringen. Statt vermessenen Landes stellen die Linien Eigenschaften des ›Luftkreises‹ dar. Sie machen eine bislang nicht bloß für die Kartografie unsichtbare Komponente der Erde sichtbar: die Atmosphäre und ihre durchschnittliche Jahrestemperatur. Der Fokus ist mithin auf einen Gegenstand oberhalb der Land- und Wassermassen gerichtet; die isothermen Linien versehen die dreidimensionalen Luftmassen mit Abstufungen, weshalb sie am ehesten mit Höhenlinien vergleichbar sind. Doch auch wenn die Atmosphäre bislang nicht Bestandteil des traditionellen Kartenwissens war, sind die Isolinien kartografisch zu nennen, insofern sie, der oben zitierten Definition folgend, »räumliche Strukturen mit einem globalen Bezug räumlich ähnlich« wiedergeben. Die operative Bildlichkeit der Karte ist in den Bereich der Visualisierung von ›unsichtbaren‹ Phänomenen vorgestoßen.

Synoptische Linien wie die Isothermen besitzen eine andere epistemische Qualität als geografische Linien, die aus den Methoden der Landvermessung hervorgegangen sind. Denn bei den Isolinien gibt es wegen ihres synoptischen Mittelwertcharakters keinen Punkt, an dem das Bild der Realität ähnlich wäre. Mittelwerte und grafische Interpolation generieren das

wissenschaftliche Abstraktum ›Klima‹, um über das Weltklima forschen und Vergleiche anstellen zu können.

Humboldts Isothermenkarte ist ein Beispiel für die vielfältigen Ausprägungen einer »Erkenntniskraft der Linie«<sup>269</sup>. Ernst Cassirer bestimmte die Linie als ›symbolische Form‹, indem er beschrieb, wie ein einfacher Linienzug das Potenzial besitzt, immer wieder – je nachdem, in welchem Kontext er wahrgenommen wird – Unterschiedliches zu bedeuten.<sup>270</sup> Ein und dieselbe Linienform kann Stil, Figürliches, Schönheit oder Mythisch-Religiöses symbolisieren, aber auch Normen und Naturgesetzmäßigkeiten versinnlichen. Linien sind Erkenntniswerkzeuge, bei denen Denken und Anschauung »in spannungsvoller Symbiose«<sup>271</sup> aufgehen. Die Semantisierung einer Linie als Isolinie brachte eine neue Form epistemischer Linien ins Spiel, welche auf die Versinnlichung unsichtbarer Datenräume abzielte.

Wenn die Isothermenkarte als Symbol einer Epoche gelten kann, so für die Epoche der Synopsis und der thematischen Karte. Doch anders als heute, wo Natur und Kultur voneinander getrennt behandelt werden, was sich auch darin zeigt, dass der Mensch durch die Kulturgeografie von der Naturgeografie abgespalten wurde,<sup>272</sup> steht dieses Schlüsselbild der Visualisierung im Zusammenhang einer synthetischen Betrachtung des Klimas als Bedingung der unauflöslich ineinander verschränkten Vielfalt von Kultur und Natur.

An dieser Stelle lässt sich noch einmal an das vorangegangene Kapitel zu den Tabellen anknüpfen. Im Zusammenwirken von Tabelle und Visualisierung entfaltete sich ein Programm, das bis heute wirksam ist: Der Ruf nach mehr Daten und nach robusten Daten in einem immer feinmaschigeren Messnetz. Humboldts klimatische Geografie der Nordhemisphäre war zwar noch äußerst lückenhaft – aber gerade deshalb war sie ein Arbeitsprogramm für die Zukunft. Die Karte war ein erstes Bild in einer Reihe von Bildern, die auf ein immer enger geknüpftes Messnetz und standardisierten Messreihen basieren konnten. Dass Humboldt selbst seine erste Isolinienkarte der Klimazonen

als erweiterbares Schema für zukünftige Aufgaben betrachtete, zeigte sich auch darin, dass er den Missstand der lückenhaften Wetterdaten zu beheben versuchte, indem er später weltweite Messungen organisierte sowie die Gründung des Preußischen Meteorologischen Instituts und des Königlichen Statistischen Büros anregte. Erst mit diesen Einrichtungen, gegründet in den 1840er Jahren, wurde die regelmäßige Erhebung von Wetterdaten in Preußen institutionalisiert.<sup>273</sup> Der ursprünglich als kartografische Ergänzung zum *Kosmos* (1845–1862) gedachte *Physikalische Atlas* (1838–1848) von Heinrich Berghaus zeigte schließlich zahlreiche Karten mit höher aufgelösten Isolinien, um die Verbreitung von Tierarten, Pflanzen und Temperaturen darzustellen.<sup>274</sup> Es ist der Blick auf das Ganze, der Totaleindruck der Synopse, aus dem der Blick auf die Erde als System hervorging und der gleichermaßen die technischen Systeme zur Sicherung dieses Blickes hervorbrachte.

## Teil II Gegenwart. Bildpolitiken des Klimawandels

### Klimatische Kurvenlandschaften Grafiken im Spannungsfeld von Wissen, Evidenz und Handeln

Es war die Form einer nüchternen Kurve, mit welcher die Kernaussage der Klimaforschung ihr Signet erhielt. Kurven wie der *Hockey Stick Graph* oder die *Keeling-Curve* zeichnen in der ihr typischen registrierenden und emotionslosen Manier ein Bild der *great acceleration*, die im Zuge der Kulturgeschichte der letzten Jahrzehnte die Signatur des Wachstums nicht nur den ökonomischen, sondern auch fast allen ökologischen Systemen aufprägte. Die typische Form dieser Wachstumskurven ist exponentiell, wie bereits die Autoren des Berichts *Limits to Growth* vom Club of Rome 1972 konstatierte: »Fast alle gegenwärtigen Aktivitäten des Menschen, vom Einsatz von Düngemitteln bis zur Ausdehnung der Städte, lassen sich in Form von exponentiellen Wachstumskurven darstellen.«<sup>275</sup> Die Weltbevölkerung, das reale BIP-Wachstum, Wasserverbrauch, der Einsatz von Dünger, die Mengen des Fischfangs, Methan- und CO<sub>2</sub>-Ausstoß, Bevölkerungswachstum in den Städten, Telekommunikation, Tourismus und der Schwund

der Arten – die Entwicklung all dieser Werte wird in Form einer ansteigenden Kurve beschrieben (Abb. 42).<sup>276</sup> Die meisten dieser exponentiellen Wachstumskurven bedeuten einen steil nach oben gestreckten Finger des industriellen Lebensstils auf dieser Erde bzw. zeigen den Fingerabdruck dieser Lebensweise als vektorielle Größe.

Dass sich die nüchternen Grafiken des Klimawandels nicht allein in dem erschöpfen, was sie in einem innerwissenschaftlichen Sinne bezeichnen, lässt sich anhand einer künstlerischen Arbeit verdeutlichen, die direkt auf die dominante Kurvenform anspielt. Eine Künstlerin, die am prekären und unkontrollierbaren Gehalt selbst der kontrolliertesten Abbildungen wie denen des Weltklimarats arbeitet, ist die in Berlin lebende Christine Würmell. Sie kombiniert und überblendet in ihrer Arbeit verschiedene Narrative und Kontexte, wobei es ihr um eine Kritik an unterschiedlichen Bildlogiken geht. 2009 zeigte sie in der Temporären Kunsthalle Berlin eine Arbeit mit dem Titel *Dissonanzreduktion*. Ein zentraler Aspekt der Arbeit war dabei eine weitere Kurve der »großen Beschleunigung«, die der Weltklimarat in seinem vierten Bericht publiziert hatte.<sup>277</sup> Die mehrteilige Arbeit beinhaltet ein Diptychon mit dem Titel *Futures*, das mehrere Kurvenverläufe zeigt und an der mittleren Wand des Ausstellungsraums hing (Abb. 43).

Das Vorbild veranschaulicht mögliche Klimazukünfte im Zusammenspiel von CO<sub>2</sub>-Emission und Temperaturanstieg mittels eines bunten Kurvendiagramms in den Farben Rot (very unlikely/unlikely), Weiß (medium) und Grün (likely/very likely). Würmell übertrug zunächst die Form der Kurven in Farbe auf Leinwand – die traditionelle Technik zur Erzeugung künstlerischer Unikate. Dann trennte sie das Feld zwischen den Achsen der Kurve von ihrem Rahmen. Durch diesen Schritt fielen alle rahmenden, textuellen Informationen weg. In einem weiteren Schritt reproduzierte sie die so mit künstlerischen Mitteln ästhetisch bezähmte Kurve mittels der objektivierenden Fototechnik. Das linke Bild zeigt die Übermalungen der Ränder, die bei der

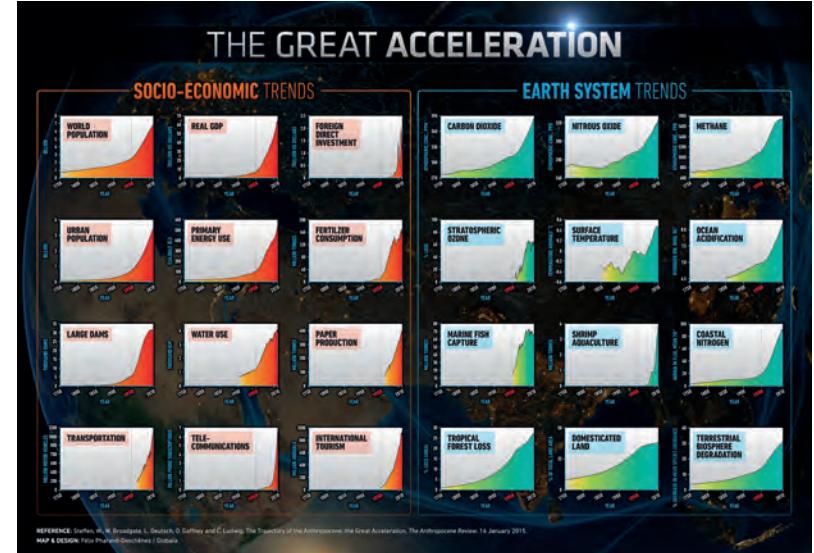


Abb. 42: *Die große Beschleunigung*. Tableaux von Wachstumskurven mit dem typischen Signal des Anthrozäns aus Will Steffen et al.: *The Trajectory of the Anthropocene*, *The Anthropocene Review*, 14 January 2015.

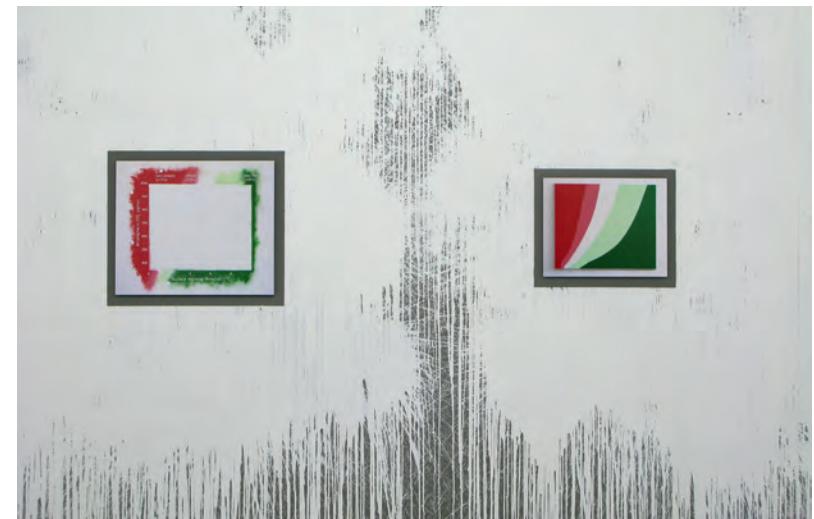


Abb. 43: *Dyptichon Futures* von Christine Würmell aus der mehrteiligen Arbeit *Dissonanzreduktion*, Temporäre Kunsthalle Berlin, 2009. C-Prints auf Alu-Dibond kaschiert, 43 × 53 cm und 57 × 67 cm.

Herstellung des ersten Bildes entstanden sind, ergänzt um die sinnstiftenden Beschriftungen des Kurvenrandes, die nun aufgrund des weißen Raumes im Mittelfeld der Achsen sonderbar leer bleiben. Das rechte Bild hat die gewohnte Ansicht bedrohlich ansteigender Klimakurven in eine abstrakte Malerei bzw. in reine, bunte Formen überführt. Zeichen und Bezeichnetes, grafisches System und Inhalt oder Gegenstand des Systems, wurden von einander getrennt, sodass sich die Frage stellt, welchen Sinn die Bestandteile unabhängig voneinander erzeugen.

Mit dem Akt der Ent- und Neurahmung spielt die Arbeit auf die Transformation von wissenschaftlichen Bildern im Prozess ihrer Popularisierung an. In diesem Prozess werden Grafiken in Richtung größtmöglicher Prägnanz und Evidenz vereinfacht, mitunter wirken ihre Aussagen unhinterfragt wie reine Gesten, die für Wissenschaftlichkeit einstehen. Das Ideal, dem die Bilder durch die Strategien der Zuspitzung und Vereinfachung folgen, heißt »Sehen ist Glauben« und wird verstärkt durch das Vertrauen in die Darstellbarkeit von Realität durch Messungen und Zahlen. Hinzu tritt die visuelle Zurschaustellung von Grenzen des Normalen und des Anormalen, die derartige Kurven anzeigen.

Das Kriterium der Normalität ist aber, wie wir alle aus der Alltagserfahrung wissen, das entscheidende Ordnungskriterium in modernen Gesellschaften westlichen Typs – so wie ihre entscheidenden Grenzen Normalitätsgrenzen sind, also Grenzen zwischen dem Normalen und dem Anormalen. Ausschließlich die Überschreitung einer Normalitätsgrenze begründet in solchen Gesellschaften Handlungsbedarf.<sup>278</sup>

Das politische Spannungsfeld zwischen Wissen und Handeln (meist *vom* Wissen *zum* Handeln), in welchem auch Klimakurven heute stehen, wird einerseits durch die Bemalung der Wände deutlich, an denen die Bilder Würmells hängen. Weil der Ausstellungsraum zuvor als Garderobe der Kunsthalle diente,

färbte sie die grauen Wände der Garderobe weiß, indem sie Farbbomben an die Rückwand des Raumes warf. Der dem Anspruch nach *neutrale* White Cube des Museums wird so durch eine Geste des Protests erzeugt. Der politische Handlungsbedarf als Reaktion auf wissenschaftliche, denormalisierte Kurvenaussagen wird darüber hinaus bei dem Bild auf der linken Wand des Raumes deutlich. Hier verwendete die Künstlerin ein in schlechter Qualität reproduziertes Pressefoto, das Arnold Schwarzenegger im Jahr 2006 in seiner Funktion als Gouverneur von Kalifornien zeigt. Siegessicher unterzeichnet er den *Global Warming Solution Act*,<sup>279</sup> während am Tisch, an dem die Unterzeichnung stattfindet, bereits die Bildunterschrift zu diesem Foto in Form eines hellblauen Schildes hängt, das den Titel *Californian Leadership Ending Global Warming* trägt. Würmell übersprühte das Pressefoto mit dem Zitat eines Graffitis, wie sie es in einer Fußgängerunterführung entdeckt hatte: »Alle Autos in die Antarktis«. In der Verbindung von Affirmation und Protest entlarvt Würmell so die imperativen Machtrhetorik politischer Bilder gegen den Klimawandel als Zeichen der Ohnmacht: Tatsächlich handelt es sich dabei oftmals bloß um moralische Absichtsbekundungen, jedoch nicht um Entscheidungen oder Handlungen, die die Realität verändern.<sup>280</sup>

Christine Würmell nennt Jacques Rancière als einen wichtigen Bezugspunkt für ihre Arbeit. Sie bezieht sich auf die zwei Prinzipien der künstlerischen Montage, die Rancière in Anlehnung an Theodor W. Adorno als »dialektische Montage« und die »symbolische Montage« kategorisiert.<sup>281</sup> Das Prinzip der dialektischen Montage, wie Adorno es beschrieben hat, benennt das Potenzial einer politischen Bildsprache seit der Moderne treffend. Es verdeutlicht, wie quer zueinander liegende »Trümmer der Empirie«<sup>282</sup> mit ihren jeweiligen Semantiken und Wahrheitsansprüchen durch Prinzipien der Montage in eine abgründige Relation gebracht werden können. Die Montage vermag zu verbinden, was sich massiv abstößt, und zu trennen, was sich anzieht. Anstelle von versöhnender Synthese werden dem Sinn »sichtbare

Narben« geschlagen, die Wirklichkeit wird mit ihren Narben sichtbar gemacht. Durch die Strategien der Rekombination deckt Würmell die Brüche zwischen politischen »Lösungen« und den wissenschaftlichen Bildern vom Klimawandel auf, sie verbindet visuell, was sich abstößt. Durch die so verweigerte Synthese wird deutlich, dass, wenn diese Bilder ins Presse-Karussell der ewigen Reproduktion geraten, der Effekt ist, dass sie »alarmieren ohne zu informieren«.<sup>283</sup> Sie bringen so selbst eine Wirklichkeit in ihrer Formensprache und Farbwelt hervor, die unhinterfragt als Wirklichkeit einsteht, jedoch über den Alarm hinaus keinen Effekt mehr hat.

Dies führt ins Thema der wissenschaftlichen Kurvengrafiken des Klimawandels, das ebenfalls von vielfältigen Dissonanzen und unhintergehbaren Konstellationen im Spannungsfeld von symbolischer und dialektischer Montage geprägt ist, insbesondere, wenn die Grafiken für die Öffentlichkeitsarbeit pointiert und geschärft werden. Dabei ist von Interesse, wie Kurven heute den Horizont bilden, vor dem die Wirklichkeit auf ihre »Normalität« hin überprüft wird, während gleichzeitig »Rekorde«, also jedwede Form der Grenzüberschreitung, sich gegen die Folie einer Normalität absetzen und die Aufmerksamkeiten bündeln. Mit ihrem Anspruch auf eine Deutung der Wirklichkeit im Spannungsfeld des Normalen und des Anormalen birgt die kalte Kurvensprache das Potenzial zu Emotionalisierungen und Mythisierungen, was im Folgenden anhand von Beispielen ikonischer Klimakurven diskutiert werden soll.

### Zeitachsenmanipulationen. Die visuelle Evidenz von Kurven

Anders als die Isolinien der Klimazonenkarten zeigen Kurven mittlere Werte nicht in Relation zum Raum, sondern zur Zeit. Temperaturen, CO<sub>2</sub>-Verläufe und viele weitere Größen, die sich mit der Zeit verändern, werden in der Sprache des Zeitreihen-

diagramms geordnet und in ihrem Kurvenverlauf zwischen den Achsen eines Koordinatennetzes analysiert. Die Konvention ist hierbei eine Leserichtung der Zeit von links nach rechts, wobei die x-Achse die Zeit anzeigt und die y-Achse die zeitabhängige Größe. Nur die Tiefenzeit der Paläoklimatologie kehrt den Zeitstrahl um und gräbt sich auch in ihren visuellen Forschungskondensaten von der Gegenwart in die Vergangenheit.

Ein frühes Diagramm der Forschungen zum anthropogenen Klimawandel ist die Kurve der mittleren globalen Konzentration von Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) in der Erdatmosphäre seit dem Jahr 1958 (Abb. 44). Bereits nach wenigen Jahren der Messung legten die Beobachtungen die Übereinstimmung der Theorie vom Treibhauseffekt mit den täglichen Messungen von CO<sub>2</sub> nahe, die der Chemiker und Klimaforscher Charles David Keeling (1928–2005) trotz der geringen Konzentration dieses Gases von weniger als einem Prozent Luftanteil in immer größerer Exaktheit vorzunehmen wusste. Den quantitativ entwickelten Theorien zum Treibhauseffekt durch Joseph Fourier (1824) und Svante Arrhenius (1896) folgend, ging man davon aus, dass die industriellen Emissionen nicht gänzlich von den Meeren aufgenommen werden, sondern zu einem großen Teil in der Atmosphäre bleiben. Dieser Anteil müsste grundsätzlich auch messbar sein – ein systematischer Nachweis dieser Theorie war bis zur Kurve von Keeling jedoch nicht erfolgt.<sup>284</sup>

Der kontinuierliche Anstieg der Kurve folgt dem Trend eines leicht exponentiellen Wachstums. Eingeschrieben in den Anstieg der Kurve sind die jahreszeitlich variierenden Wachstumsperioden der Vegetation, die sich als regelmäßiges Oszillationsmuster im Verlauf der Grafik zeigen. Die Erkenntnis, die sich in der simplen Gestalt der Kurve abzeichnete, war, dass die industriellen Ausstöße das Luftgemisch der Atmosphäre in der Tat messbar verändern. Da die Theorie des Treibhauseffekts besagt, dass bereits leicht höhere Konzentrationen von CO<sub>2</sub> im Luftgemisch zu einer signifikant höheren Absorbierung von Sonnenwärme führen, stellte die Kurve deshalb grundlegende

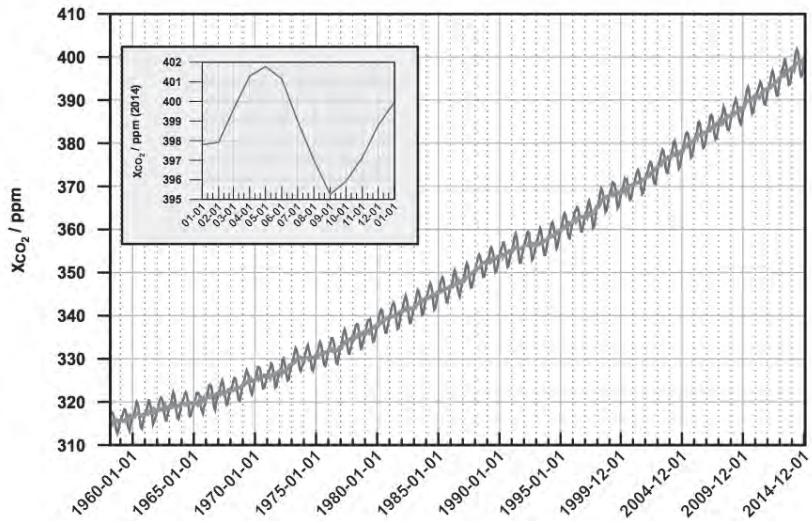


Abb. 44: Anstieg von CO<sub>2</sub> – das menschliche Signal in der Atmosphäre.  
Kurve der mittleren globalen Konzentration von Kohlenstoffdioxid in der Erdatmosphäre seit dem Jahr 1958, basierend auf den Messungen James Keeling.

Fragen nach den industriell verursachten Effekten auf das Erdklima. Denn was sich in der *great acceleration* des CO<sub>2</sub>-Gehalts der Atmosphäre abzeichnet, ist das Signal menschlicher Aktivitäten infolge der Industrialisierung.

An dieser Stelle ist es wichtig, noch einmal die generelle Form von Kurvendarstellungen zu hinterfragen, die im Rahmen des Normalismus ihre Aussagen entfalten – wie auch die zentralen Darstellungen des Klimawandels in Kurvenform. Folgt man Jürgen Link, auf den das Konzept des Normalismus zurückgeht, so entstand dieses historische Apriori erst im 18. Jahrhundert. Zuvor existierten die »Dispositive regelmäßiger, systematischer und flächendeckender Verdatung« nicht. Auch die Datenkurven der Klimaforschung bauen auf diesem »zuvor nicht verfügbaren fundamentalen, kulturkonstitutiven Wissenskomplex« auf.<sup>285</sup> Da Zeit und Raum von einer durchgängig homogenen

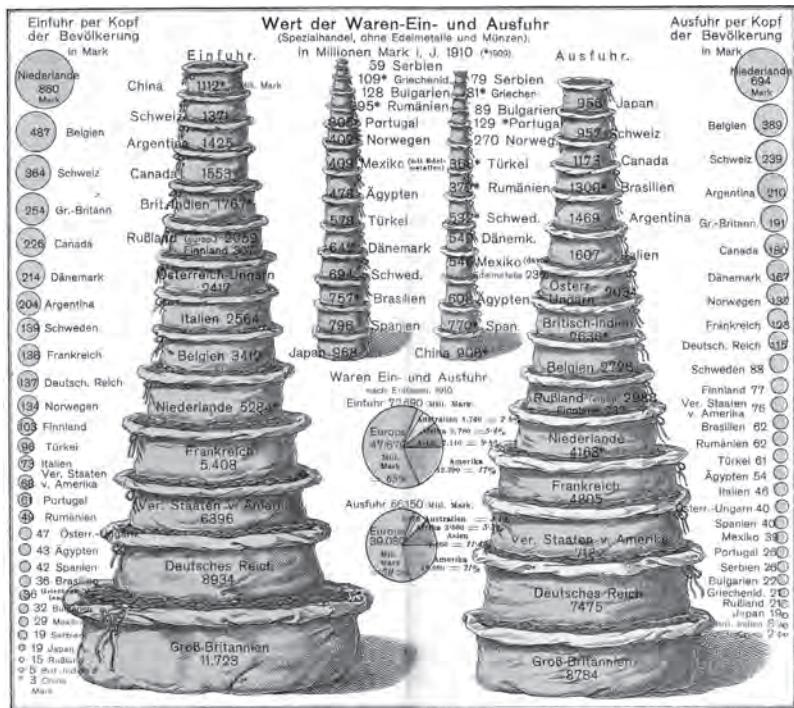


Abb. 45: Internationaler Vergleich von Importen und Exporten. Anstelle von abstrakten Balkendiagrammen werden Größenvergleiche hier figurativ über gestapelte Behälter ermöglicht, die mit Münzen gefüllt sind. Aus Hickmanns Geographisch-Statistischem Universal-Taschenatlas, 1912.

Struktur und ihre Verhältnisse konstant sind, ermöglichte dies die Verwendung einer Linie als Zeitstrahl: Die Zeit ist nach beiden Seiten offen, ohne Ende und ohne Anfang, das Bild der Zeit besteht aus einer unendlichen Geraden. Auch wenn damit nicht die ontologische Frage beantwortet ist, was dieses Verhältnis von Raum und Zeit philosophisch bedeutet, folgt daraus, dass sich Zeit und Bewegung im grafischen Raum mittels Punkten und Linien effizient darstellen lassen.<sup>286</sup>

Die Normalisierung von Zeitstrahlgrafiken, also die methodische Verwendung des Zeitstrahls als Ordnungssystem für generelle Fragestellungen, erfolgte in Europa historisch erst relativ spät und zeitgleich zu eben jenen statistischen Ordnungsverfahren in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts, die das Dispositiv des Normalismus hervorbrachten. Diese Dispositive der Verdatung und der Datenvisualisierung bauten auf den chronografischen Tabellen im Stile Joseph Priestleys (1770) oder den ökonomischen Kurven William Playfares (1786) auf.<sup>287</sup> Playfair glaubte die »entmaterialisierte« Darstellung von Geld als Linie damals noch durch den Verweis auf eine Reihe nebeneinander gestapelter Münzen im Hintergrund der Kurve rechtfertigen zu müssen, eine Vorstellung, die um 1900 im Stil der Bildstatistik mittels figurativer Datenbilder auch umgesetzt wurde (Abb. 45).<sup>288</sup>

Die Sichtbarmachung von Wirklichkeit im Medium der Kurve ist bereits seit Langem normalisiert worden und erscheint deshalb unproblematisch. Die Kurven-Abstraktionen besitzen mitunter mehr Aussagekraft für die Wirklichkeit als andere Formen der Erfahrung. Im Sammelband *Ganz normale Bilder* (2002) von David Gugerli und Barbara Orland sind deshalb zahlreiche Fallstudien zu Kurvengrafiken als Beispiele für eben solche »ganz normalen Bilder« aufgenommen. Kurven erzeugen eine visuelle Selbstverständlichkeit, die die Verfahren, die zu ihnen führten, überblenden.<sup>289</sup> Der konkrete Gehalt oder das Wissen hinter den Kurven lässt sich nur schwer hinterfragen, zumal die Kurven die »eigenen Möglichkeitsbedingungen oder ihre Apparaturen«,<sup>290</sup> die zu ihrer Gestalt führten, meistens nicht mit ins Bild setzen. So kann die Keeling-Kurve selbst keine Aussage über die Bedingungen der Datenerhebung und ihrer Verarbeitung machen – in diesem Fall den gemittelten und von Störungen bereinigten Wert mehrerer Stationen auf Hawaii (die Messstation ist neben dem Vulkan Mauna Loa verortet, der gelegentlich Ausgasungen produziert), in der Antarktis und in Kalifornien in Kombination mit Proben, die von Forschungsflugzeugen gesammelt wurden. Derartige Fragen werden nur wissenschaftsintern behandelt.

Deshalb soll im Folgenden weiter gefragt werden, wie Datenkurven seit 1800 an Evidenz und Glaubwürdigkeit gewannen und was spezifisch an ihrer »Kurvenevidenz« ist, aber auch wie die normalisierten Kurven selbst an den Vorstellungen des Normalen bzw. der Denormalisierung mitwirken. Denn betrachtet man die Kurven der gegenwärtigen Forschung zum Klimawandel, zeigt sich, dass die Kurven im Einzelfall das ausstellen, was zwischen zwei Polen liegt: dem, was die Kurven als normal erscheinen lassen, und dem, was sie aus dem Rahmen der Normalität als anormal absondern. Zu diesen Rahmungen, folgt man Jürgen Link, gehören maßgeblich die festgelegten Grenzwerte der Denormalisierung, die den Bereich der Normalität von Extremzonen trennen. Grenzwerte bleiben aber je nach politischer Durchsetzbarkeit verhandelbar, als seien sie selbst natürliche »shifting boundaries«, also sich verschiebende Grenzbereiche.<sup>291</sup> Die Grenzwerte sind es, die eine appellative Kraft besitzen und Handlungsbedarf anzeigen. Dabei besteht ein »wesentlicher Faktor der normalistischen Dynamik [...] in der variablen Situierung von Normalitätsgrenzen.«<sup>292</sup> Ulrich Beck beschrieb in Anbetracht der Grenzwerte für radioaktive Verstrahlung, wie variable Grenzwerte normalisierend wirken.<sup>293</sup> Heute, unter Bedingungen der sich zunehmend entfaltenden Klimawandelfolgen, wiederum sind es die Vorstellungen des Abnormalen als »neuem Normalen«, die sich in den Kurven des Weltklimarats abzeichnen.

### Kurven im Kontext der Klimawandelberichte des Weltklimarats

Spätestens seit Beginn der 1990er-Jahre geht es für die Klimawissenschaften in großen Teilen um Öffentlichkeits- und Überzeugungsarbeit. Damals wurde der menschliche Einfluss auf das Klima der Erde zunehmend als Gefahr eingeschätzt, woraus die Forderung nach Klimaschutz entstand. Vorangetrieben wurde die Diskussion von Beginn an maßgeblich von der UNO, die 1988

das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) begründete und 1992 die erste Klimakonferenz einberief.<sup>294</sup>

Da die Erkenntnisse der Klimatologie nicht nur wissenschaftsintern, sondern auch in ihrem Einfluss auf die Alltagswirklichkeit eine große Bedeutung besitzen, sind die Grenzen zwischen den Feldern Klimawissenschaft, Politik und Gesellschaft fließend. Wissen wird durch die Kontexte hindurchgereicht und von sehr unterschiedlichen Akteuren diskutiert und verbreitet.<sup>295</sup> Dies gilt ebenso für die Bilderzeugnisse der Klimatologen. Denn parallel zu der hohen politischen und gesellschaftlichen Brisanz, welche der Klimaforschung heute zukommt, hat sich die Rolle der Bilder stark gewandelt, ihnen kommt mehr Gewicht zu. Bilder, welche die Erkenntnisse der Forscher eindrucksvoll belegen, sind zu einem wichtigen Umschlagsplatz in der Debatte um den Klimawandel avanciert. Sie sollen nicht nur wissenschaftliche Erkenntnisse und Hypothesen belegen, sondern oftmals auch die öffentliche Meinung sowie die Handlungen politischer Entscheidungsträger beeinflussen. Mit diesem Anspruch, die relevanten Erkenntnisse der Klimawissenschaft für die Öffentlichkeit zusammenzufassen, schreibt das IPCC der UNO seine Berichte. Es wurde als unabhängiger Klimarat eingerichtet, das seinen Objektivitätsanspruch aus der gegenseitigen Validierung – und mithin durch Verfahren der Bezeugung – von Wissenschaftlern und ihren Forschungsergebnissen bezieht. Was in den Berichten thematisiert wird, genießt infolgedessen breite Glaubwürdigkeit.

In die Berichte des IPCC sind zahlreiche diagrammatische und statistische Bilder wie Kurven, Karten und Tabellen eingebunden. Auf seinen Internetseiten bietet das IPCC zudem eine große Datenbank mit farbigen PowerPoint-Folien an, die sich Politiker, Journalisten, Pädagogen oder Fachfremde frei herunterladen können. Einige dieser Grafiken wurden in den letzten Jahren zu Ikonen der Klimadebatte und dies, obwohl sie auf den ersten Blick nicht die Möglichkeit zu einer »herzhaften Identifikation«<sup>296</sup> bieten, wie es das so oft bemühte Signet des Eisbären auf der Scholle tut.

Im Folgenden wird anhand von zwei Kurven, die jeweils Klimageschichte zeigen, analysiert, wie auch ästhetisch dürftige Datengrafiken mitunter eine eigene Dynamik entfalten können, welche ihnen den Status von potenteren Symbolen verleiht. Da Kurven, welche die Klimageschichte der Erde darstellen, eine so wichtige Rolle in der Debatte erhielten, wird zu fragen sein, wie die nüchterne Form der wissenschaftlichen Datenkurve zum einprägsamen Signet des Klimawandels werden konnte. Andererseits zeigt die Bedeutung solcher Kurven, welche große Rolle die Statistik und die Darstellung von Wahrscheinlichkeiten für die Ergebnisse der Klimawissenschaften spielen. Wenn dabei die Bilderzeugnisse eines so virulenten Feldes einer kritischen Bildbetrachtung unterzogen werden, geht es nicht um die Kritik der dahinterliegenden Methoden und gezeigten Ergebnisse. Stattdessen steht im Fokus, auf welche Weise und mit welchen Strategien und Erwartungen Bilder für die Öffentlichkeit genutzt werden, um diese von den Erkenntnissen der Klimatologie zu überzeugen.

### **Die menschliche Signatur im *Hockey Stick Graph* von Michael E. Mann**

1998 publizierte der US-amerikanische Paleoklimatologe Michael E. Mann zusammen mit Kollegen in der Zeitschrift *Nature* eine Grafik, die eine breit geführte Kontroverse auslöste (Abb. 46)<sup>297</sup> und unter dem Namen *Hockey Stick Graph* große Bekanntheit erlangte.<sup>298</sup>

Die Forscher hatten den Temperaturverlauf der Oberfläche auf der Nordhalbkugel während der letzten tausend Jahre rekonstruiert und diesen in die Form einer Kurvengrafik gebracht. Was der Hauptverlauf der Kurve zeigt, sind Temperaturen, die sich bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts innerhalb eines konstanten Rahmens bewegen. Ab 1850 ändert sich der Verlauf der Kurve drastisch; er steigt auf Werte, wie sie in den tausend Jahren zuvor nicht erreicht wurden. Das Bild wurde als Hockeyschläger

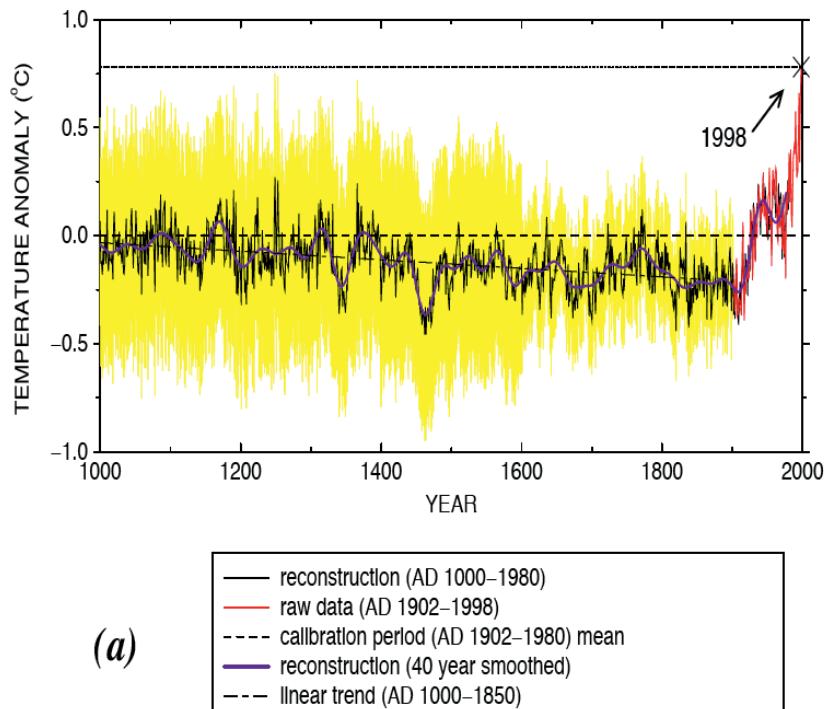


Abb. 46: *Hockey Stick Graph*. Signatur des menschengemachten Klimawandels als Kurve der Denormalisierung. Temperaturen auf der Nordhalbkugel während der letzten tausend Jahre, Michael E. Mann et al., 1999.

rezipiert, wobei die Phase der plötzlich ansteigenden Kurve seit 1850 das Blatt des Hockeyschlägers darstellt, die konstanteren 850 Jahre zuvor – interpoliert als »linear trend« – den Schaft.

Um eine Aussage darüber treffen zu können, ob die gemessene Erwärmung des Klimas der letzten Jahrzehnte eine Anomalie darstellt, braucht es einen möglichst großen Vergleichsrahmen. Systematische meteorologische Messungen und Messnetze existieren jedoch erst seit ungefähr 150 Jahren. Erkenntnisse über

die klimatischen Bedingungen vor 1860 lassen sich nur erlangen, indem die Forscher auf indirekte Verfahren zurückgreifen, welche auf sogenannten Proxydaten beruhen. Durch die Temperaturabhängigkeit bestimmter Parameter erlauben solche Stellvertreterdaten die Ableitung von Informationen über die klimatischen Bedingungen der Vergangenheit auch vor 1860.<sup>299</sup>

Die Hockey-Stick-Kurve stellt die Ergebnisse einer frühen Anwendung der Proxy-Methode für Klimafragen dar; sie beruht vor allem auf der Analyse von Baumringen (Dendrochronologie), aber auch die Daten aus Eisbohrkernen, Sedimenten und Korallen flossen in die Kurve ein. Der Vorteil der Proxydaten besteht darin, dass sie aufgrund ihrer Schichtung chronologisch geordnet sind, das Holz von Baumstämmen beispielsweise spiegelt die klimatischen Bedingungen einzelner Jahre in der Form seiner Ringe. Mann und seine Kollegen konnten auf die Analysen von Baumring-Forschungsdatenbanken zurückgreifen, in welchen die Spuren der Klimabedingungen einzelner Regionen in Form von Jahrringchronologien gespeichert sind. Proxies werden als »natürliches Klimaarchiv« bezeichnet, wobei die Dendrochronologie, um eine Korrelation von Klima und Baumwachstum herstellen zu können, auf ein umfangreiches Instrumentarium an Methoden zurückgreifen muss. Der komplexe Prozess der Wissensherstellung, der aus Eis, Sand und Baumstämmen geordnete Klimadaten erzeugt, könnte im Sinne von Bruno Latour schrittweise als »zirkulierende Referenz« beschrieben werden, da die Gewinnung der Daten von den Sachen zu den Worten in vielen Übersetzungsschritten vollzogen wird; erst am Ende der Vorarbeiten im Feld, im Labor, am Computer und nach zahlreichen Übersetzungsschritten steht das Diagramm.<sup>300</sup>

In der Grafik ist die Herkunft der Kurvenabschnitte durch unterschiedliche Färbungen und Muster ausgewiesen. Die instrumentell erhobenen Messdaten werden unter der Bezeichnung »raw data« als roter Verlauf gezeigt. Als »reconstruction« erscheint die schwarze Zickzacklinie; sie zeigt die Auswertungen der »proxy-evidence«. Die violette Linie zeichnet in die

Zickzacklinien das klarere Bild von auf vierzig Jahre berechneten Mittelwerten. Der lineare Trend schließlich interpoliert die Kurven zu einer geraden gestrichelten Linie. Um die Aussagen der Proxydaten für den Zeitraum vor den instrumentellen Aufzeichnungen zu überprüfen, verglichen die Forscher die aufgrund von direkten Messungen erhobenen Klimadaten mit den Proxydaten nach 1860; stimmten die Daten überein, konnte mit relativer Wahrscheinlichkeit von der Richtigkeit der Proxy-Analysen ausgängen werden. In gelber Farbe schließlich wird das Spektrum an Unsicherheit kenntlich gemacht, welches die einzelnen Phasen der Kurve zum Teil breit einschließt. Im vorderen Bereich der Kurve ist das gelbe Spektrum wegen der geringen Datendichte vor 1400 sehr viel ausgedehnter; so kamen für diesen Zeitraum nur zwölf Baumringauswertungen der *International Tree Ring Data Bank* infrage.<sup>301</sup> Im dritten Sachstandsbericht des IPCC werden diese Unsicherheiten behandelt, in der Legende jedoch wird die Bedeutung der Farbe Gelb nicht eigens ausgewiesen.

Das IPCC übernahm die Grafik erstmals für seinen Bericht aus dem Jahr 2001. Die Kurve wurde gleich mehrfach an prominenten Stellen in die umfangreichen Texte eingefügt (Abb. 47), wobei der Klimawissenschaftler Michael E. Mann selbst Mitautor der erklärenden Passage war. Insbesondere die Einbindung auf der dritten Seite im *Summary for Policy Makers* zeigt die Bedeutung in wissenschaftlicher, aber auch in rhetorischer Hinsicht, welche die Autoren ihr zuwiesen. Wer am Thema Klimawandel interessiert war, kam wegen der großen Popularität des Berichts an Manns Datenkurve nicht vorbei, sodass es diese Grafik war, die zu einem zentralen Argument für die Einschätzung des anthropogenen Klimawandels wurde. In der Folge bedienten sich viele Interessengruppen der Kurve, die weit außerhalb der Fachkreise Verbreitung fand. Umweltorganisationen und Politiker übernahmen das Bild in ihre Vorträge und Veröffentlichungen, Zeitungen publizierten es, und es wurde wiederholt in Atlanten und Aufklärungsbroschüren zum Klimawandel für die allgemeine Öffentlichkeit abgedruckt.

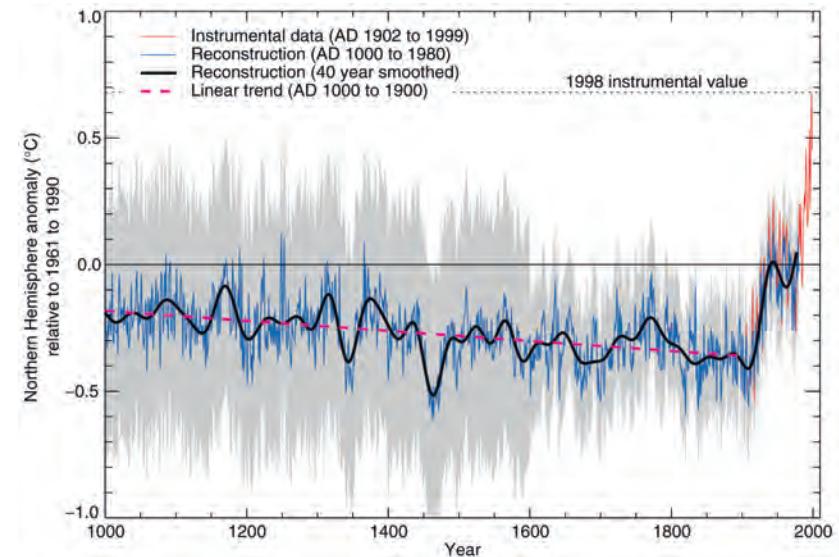


Abb. 47: Im Design abgewandelter *Hockey Stick Graph*, basierend auf Michael E. Mann (siehe Abb. 46), wie er im Weltklima-Bericht von 2001 veröffentlicht wurde.

Bei der Entlehnung der Grafik in andere Kontexte und ihrer gleichzeitigen Popularisierung veränderte sich das Aussehen der Kurve. Bereits für die Veröffentlichung im IPCC-Bericht wurde sie leicht und gleichzeitig signifikant abgewandelt. Farbsymbolik und Design waren zugunsten einer deutlicheren Aussage prägnanter, weicher und gefälliger gestaltet: Der vordere Abschnitt der Kurve verläuft in Blau, ihr Anstieg ist weiterhin rot gefärbt, d. h. in den seit Ende des 19. Jahrhunderts gängigen Farbcodes für »kalt« und »heiß«. Die errechnete Interpolation pointiert die Datenkurven zu einer dominanten, schwarzen Linie, der Schaft des Hockeyschlägers erscheint in rosa gestrichelter Kontur. Das Spektrum schließlich, das die Unsicherheit der eingeschlossenen Daten zeigt, ist nicht mehr in deutlichem Gelb, sondern in dezentem Grau gehalten. Indem es auf diese Weise in den Hintergrund tritt, verlangt es nicht mehr eigens nach einer Thematisierung.

Aufgrund ihrer zugespitzten und leicht erfassbaren Evidenz vermochte die Hockey-Stick-Grafik die Meinungen der Öffentlichkeit für den Kampf gegen den Klimawandel zu mobilisieren, denn sie führte plastisch und in der Sprache der Wissenschaften vor Augen, was auch die Erkenntnis klimatologischer Studien war: Sie wurde zu einem Signet eines bedrohlichen Klimawandels, der von Menschen verursacht wird und deshalb auch gesellschaftlichen Handlungsbedarf markiert.

Die anormale Entwicklung des Klimas in den letzten Jahren und Jahrzehnten wird durch den langen Vergleichsrahmen eines »normalen« Klimas drastisch verdeutlicht. Die Form des Hockeyschlägers ergibt sich dabei nicht zuletzt durch den gewählten Maßstab, der Temperaturabweichungen in einem Rahmen von  $\pm 1$  Grad Celsius bereits deutlich zutage treten lässt. Gleichzeitig bot die Kurve allen Betrachtenden einen markanten Identifikationspunkt an. Zum Zeitpunkt der ersten Veröffentlichung im Jahr 1998 erlebten die Menschen gerade das heißeste Jahr seit den Wetteraufzeichnungen. Die Kurve überbot diese Aussage noch: Das Jahr 1998 erscheint als der höchste und mithin am weitesten von der jahrhundertelang herrschenden Normalität entfernte Punkt – nicht erst seit den Wetteraufzeichnungen um 1850, sondern seit nunmehr tausend Jahren. In der Version von Mann ist das Jahr 1998 am Ende der Kurve mit einem Pfeil wie der Orientierungspunkt auf einem Stadtplan markiert, der die eigene Position anzeigt und eben jene subjektiven Identifikationsprozesse in Gang setzt, die Jürgen Link für Kurven im Allgemeinen beschrieb.<sup>302</sup> Der Pfeil weist einerseits auf das Hier und Jetzt der damaligen Betrachter der Kurve, fordert also die Identifikation von Wirklichkeit und Kurve für die Bewohner der Nordhalbkugel ein. Andererseits deutet der Pfeil wie ein Finger in den zukünftigen Raum außerhalb der Kurve und legt damit den Trend einer fortschreitenden Denormalisierung jenseits der rechten Achse nahe.

Des Weiteren beginnen die Temperaturen ungefähr zeitgleich mit den instrumentell erhobenen Messungen zu steigen,

weshalb die Farbe Rot für diesen Abschnitt der Kurve eine doppelte Konnotation erhält, was durch die vielschichtige Symbolik dieser Farbe noch verstärkt wird, die in diesem Rahmen gleichzeitig gesteigerte Aufmerksamkeit und Gefahr signalisiert. Auch wenn die rote Linie, wie in der Legende angegeben, eigentlich nur die Herkunft der Daten dieses Kurvenabschnitts bezeichnet, entspringt an dieser Stelle eine weitere Deutung der Kurve. Durch die hervorgehobene Farbgebung drängt sich die Gleichzeitigkeit von Industrialisierung und Temperaturanstieg auf, welche der rote Kurvenabschnitt implizit ebenfalls sichtbar macht. Dies machte Manns Kurve zu einer Allegorie, die vom existenziellen Zusammenhang von Technik- und Kulturgeschichte mit dem Klima erzählt und dabei die Klimax dieser Narration bereits andeutet. Die Farbe Rot versinnbildlicht auf diese Weise die Gefährlichkeit eines menschlich verursachten Kurvenanstiegs, der keine Umkehr zu erlauben scheint.

All diese visuellen Strategien gehören zum gängigen Repertoire der statistischen Kurvenrhetorik.<sup>303</sup> Mann und sein Team brachten ihre Forschungsergebnisse mit diesen Mitteln in Form eines eingängigen Bildes, welches eine Klimgeschichte zeigt, die sich aus dem Bereich des Normalen in eine ansteigende Anomalie entwickelt. Unter der Annahme, dass sich dieser Trend fortsetzt, lieferte der Verlauf der Kurve das eindrucksvolle Drogbild einer vom Menschen selbst verursachten Klimakatastrophe.

Es ist diese Evidenz, welche die Kurve zu einem der erfolgreichsten Symbole in der Debatte über die globale Erwärmung werden ließ: Sie wurde zu einem zentralen Argument für einen Klimawandel, der auf ansteigenden CO<sub>2</sub>-Werten basiert und historisch ohne Vergleich ist. Gleichzeitig wurde die Grafik als zentraler Beweis der damals noch sehr kontrovers diskutierten These präsentiert, die den gegenwärtigen Wärmetrend auf menschliche Aktivitäten zurückführt und nicht als das Ergebnis einer natürlichen Entwicklung ansieht. Während für die Naturwissenschaftler immer klar gewesen ist, dass die Kernaussage der Kurve nie allein von Manns Grafik abhängig war, wurde sie zum

zentralen Signet zur Überzeugung der Öffentlichkeit und entfaltete ihre eigene Dynamik. Da die Frage zentral ist, ob die derzeitigen Entwicklungen des Klimas normal sind oder Zeichen einer menschlich verursachten, gefährlichen Denormalisierung, sind es bis heute insbesondere die Kurven der Klimgeschichte, die, von den sogenannten Klimawandelskeptikern visuell bezähmt, popularisiert werden. Ein Kurvenverlauf, der zeigt, dass auch im historischen Vergleichsrahmen alles normal ist, sendet beruhigende Signale aus, die keinen Handlungsbedarf rechtfertigen (vgl. das Kapitel zu den Klimawandelleugnern in diesem Buch).

Die Popularität und zentrale Stellung des »Kurvenbeweises« Manns führte dazu, dass die Frage des anthropogenen Klimawandels in der Folge ganz allgemein an der Richtigkeit von Manns Kurve gemessen werden sollte. Parallel zur ihrer Verbreitung löste sie eine große Zahl von Kritiken, Folgeforschungen und skeptischen Rekonstruktionen in unterschiedlichen Disziplinen und Kontexten aus, die zwar zeigen konnten, dass Mann an verschiedenen Stellen Fehler in den komplexen statistischen Berechnungen unterlaufen waren.<sup>304</sup> Der grundsätzliche Verlauf der Kurve und damit die Kernaussage Manns werden allerdings bis heute als gültig betrachtet; ein Bild neuer Analysen von weiteren Proxydaten wurde seither in jeden Bericht des IPCC eingefügt, um diese Erkenntnis weiter zu untermauern (Abb. 48 und 49).

Das systematische Säen von Zweifeln an der etablierten Klimawandelforschung kulminierte schließlich in dem öffentlichkeitswirksamen Fall von »Climategate« im Jahr 2008. Kurz vor der Klimakonferenz in Kopenhagen wurde insbesondere die Visualisierung des Hockey-Sticks infrage gestellt und der Verdacht aufgebracht, dass die Forscher bei der Datenvisualisierung besondere »Tricks« angewendet hätten.<sup>305</sup> Durch die so gesäten Zweifel sollte jedoch mitunter nicht mehr allein die Rekonstruktion Manns, sondern die gewichtige Kernaussage des stattfindenden anthropogenen Klimawandels widerlegt werden. Aufgrund der Bedeutung der Kurve für die wissenschaftliche Erkenntnis eines Klimawandels gab der US-Senat 2006 eine umfangreiche

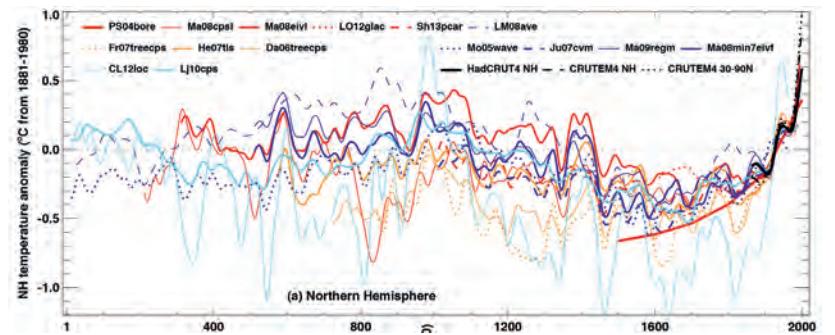
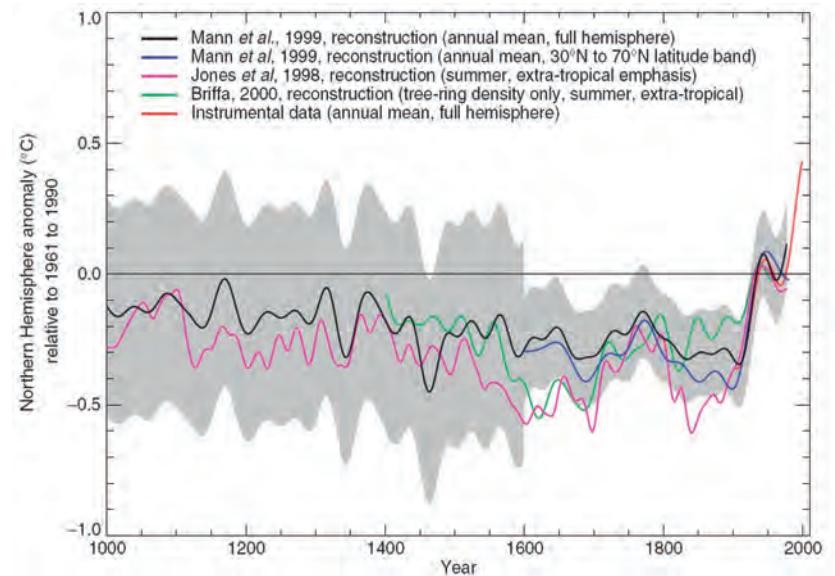


Abb. 48 und 49: Verschiedene Rekonstruktionen des Klimas der letzten tausend Jahre auf der Nordhalbkugel im Vergleich als *Spaghetti Graph*. Aus den Berichten des Weltklimarats von 2001 und 2013/14.

Studie in Auftrag, welche die Aussagekraft der Kurve in ihrer Tragweite bewerten sollte.<sup>306</sup> Indem die Kurve Manns eine solch große Verbreitung erfahren hatte, war sie zum Anstoß einer anhand von Bildern weit über die Wissenschaft hinaus geführten Debatte über die Frage der Evidenz des Klimawandels geworden.

Mann, der zusammen mit dem IPCC 2007 den Nobelpreis erhielt, scheint die große Wirkung der Evidenzerzeugung durch Bilder im Zuge der Konjunktur seiner klimageschichtlichen Kurve erkannt zu haben. Er ist der Autor des 2008 erschienenen Buches *Dire Predictions*, dem *Illustrated guide to the findings of the IPCC*. Dieses aufwändig gestaltete Buch ist als eine diagrammatische Bilderbibel zum Thema Klimawandel verfasst und fügt sich in die Reihe zahlreicher Klimaatlanten, welche in den letzten Jahren zum Thema erschienen sind. Indem der Wissenschaftler Mann – der im Übrigen von sich sagt, dass er erst durch die aggressiven Angriffe auf seine Person infolge des Hockey-Sticks politisiert worden sei – nun selbst seine Erkenntnisse popularisiert, zeigt sich abermals die kontextübergreifende, soziale Konstruktion von Wissen der Klimaforschung: Nicht nur Politiker sehen ihren Auftrag darin, die breite Öffentlichkeit mittels bildlicher Evidenzen zu überzeugen, sondern ebenso die Klimawissenschaftler selbst.

#### Al Gores diagrammatische Inszenierung der »unbequemen Wahrheit«

Dass Klimarekonstruktionen in Kurvenform nicht nur im Fall des *Hockey Stick Graph* öffentlich wirksam wurden, zeigt ein weiteres prominentes Beispiel der Politisierung einer wissenschaftlichen Klimakurve. Auch hier wird den Rezipienten die Möglichkeit einer direkten Identifikation mittels Kurvendarstellungen geliefert und auch hier bringen Kurven Ordnung in das historische Datenmaterial, wodurch sie dem Anspruch eines erdgeschichtlichen Beweises gerecht werden sollen.

In seinem Film *Eine unbequeme Wahrheit* (2006) band der ehemalige Präsidentschaftskandidat Al Gore Diagramme, Karten und Kurven der Klimawissenschaften in dramaturgisch und rhetorisch höchst wirkungsvoller Weise in seinen Vortrag ein. Durch seine Art der Kurven-Inszenierung vermochte er so die Aussage einer drohenden Klimakatastrophe nicht nur mittels plastischer Fotografien und Filmaufnahmen von durch den Klimawandel betroffenen Regionen, sondern auch anhand von wissenschaftlichen, rational-nüchternen Diagrammen zu veranschaulichen.

Ein Höhepunkt des Filmes ist Gores Inszenierung der Auswertung eines Eisbohrkerns aus der Antarktis, wie er im *Science Magazine* im Jahr 2005 nach fünf Jahren Forschung veröffentlicht worden war. Es handelt sich um den »Dome Concordia«, den die Forscher mit einer Länge von über drei Kilometern aus der Tiefe des antarktischen Eises bargen. Die Methoden, mit welchen die Wissenschaftler dem Eis das Wissen um vergangene Klimate abtrotzen, sind noch aufwändiger als die Auswertung der Baumringe. Wie diese sind auch Eisbohrkerne natürliche Klimaarchive, die Proxydaten liefern, indem sich aus den im Eis gefangenen Luftbläschen über chemische Analysen der atmosphärischen Gase die jeweilige Temperatur und der CO<sub>2</sub>-Gehalt bestimmen lassen.<sup>307</sup> Die chronologische Ordnung der atmosphärischen Zustände lässt sich anhand von Eisschichten rekonstruieren, die sich bis in mehrere Kilometer Tiefe jährlich in Schichten ablagnen.

Die Ergebnisse dieser Analysen veranschaulichten die Forscher durch eine Kurve, die die CO<sub>2</sub>-Konzentration der antarktischen Luft über 650.000 Jahre beschreibt. Gore projizierte eine Überarbeitung dieser Kurve, ergänzt um eine Kurve der Temperaturentwicklungen, in ihrer ganzen Länge auf eine gigantische Videoleinwand (Abb. 50), die so zum begehbarer Bühnenbild für seinen Klimaplot wurde. Er beginnt die Kurve wie eine Gebirgskette vom linken Teil der Bühne aus abzuschreiten und erzählt parallel von den einzelnen Warm- und Kaltperioden, die sich in Form der Täler und Berge während der letzten 650.000 Jahre abzeichnen.

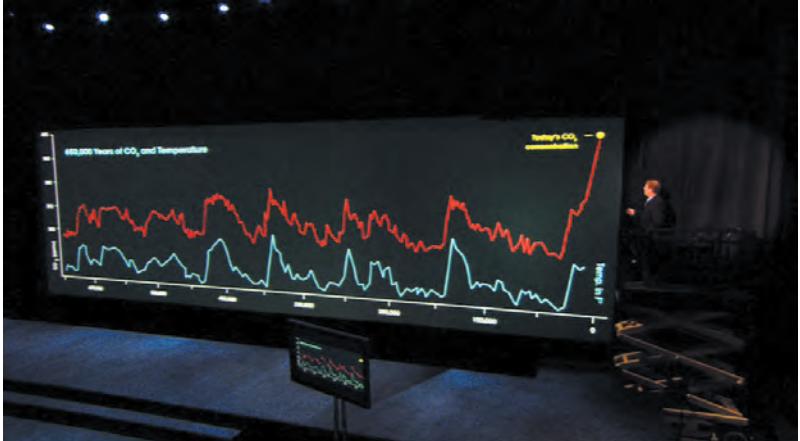


Abb. 50: Al Gores Inszenierung von 600.000 Jahren antarktischer Klimageschichte auf einer Videoleinwand, basierend auf den Daten des Eisbohrkerns Dome C aus der Ostantarktis, sowie ihr unnatürlicher Fortgang in Gegenwart und Zukunft. Eine Hebebühne dient Gore, um die Anomalie der Gegenwart zu betonen. Film-Stills aus *Eine unbequeme Wahrheit*, 2006.

Der abgeleitete Evidenzanspruch der beiden Kurven entsteht aus der Korrelation, die für Gores Grafik vorgenommen wurde. Die Linien verlaufen offensichtlich analog zueinander, dem Anstieg der einen folgt ein Anstieg der anderen. Herausgestellt wird die puzzleartige Passung beider Kurven durch die Achsenmanipulation der Temperatur, die hier zusammen mit der Konzentration von CO<sub>2</sub> auf der y-Achse abgetragen ist, wobei in Gores Grafik die Beschriftung der Temperaturskala fehlt (diese reicht in anderen Grafiken von Eisbohrkernen für die Zeit bis zur Gegenwart von ungefähr -10 bis +4 Grad Celsius). Gore scheint es bei seinem Kurvenbeweis gar nicht um die genauen Werte zu gehen, die ohnehin kaum vorstellbar sind, sondern allein um die Wahrnehmung ihrer Relationalität: Durch seine Montage der beiden Kurven untermauert die Grafik die Forschungserkenntnis, dass die globale Temperatur eine von der CO<sub>2</sub>-Konzentration abhängige Größe ist.<sup>308</sup> Indem er die Kurve um den heutigen CO<sub>2</sub>-Wert und dann den für die Zukunft prognostizierten Wert von CO<sub>2</sub> ergänzt, also weitere Forschungen in die Tiefenzeit der Paläoklimatologie hinein collagiert, vermag Gore die Evidenz der düsteren Zukunftsprognose einer vollkommen »unnatürlichen« Denormalisierung dieser Erdgeschichte durch die Menschen zu steigern. Wenn eine bestimmte Schwankung des CO<sub>2</sub>-Wertes in den letzten 600.000 Jahren »normal« für Eis- und Warmzeiten war, was erwartet die Menschheit dann, wenn das CO<sub>2</sub>-Niveau, wie es heute gemessen wird, diesen normalen Rahmen um ein Vielfaches übersteigt?

Diese Anomalie wird auch in die deutliche Sprache der Grafik übersetzt: Im letzten Viertel des 20. Jahrhunderts sprengt der Kurvenverlauf den Rahmen der Grafik und die Linie schließt senkrecht nach oben aus dem Koordinatensystem hinaus. Ein solcher bildrhetorischer »Überlauf-Effekt« einer Kurve war bereits in den historisch frühesten Kurvengrafiken von William Playfair für die Darstellung von Handelsbilanzen 1786 entwickelt worden (Abb. 51).<sup>309</sup>

Gore betont den abnormalen Verlauf der Linie jedoch zusätzlich, indem er eine höchst unkonventionelle und gleichzeitig starke Art der rhetorischen Inszenierung wählt. Indem er sich

selbst mit Kraft einer Hebebühne an den höchsten Punkt der Kurve unter die Decke des Raumes erhebt, vermag er jeden Zweifel an der Aussage der Kurve ins Lächerliche zu ziehen. Die Grafik entfaltet einen visuell geradezu zwingenden Evidenzanspruch, der wie der Finger des Zweiflers Petrus dem Auge einen direkten Zugriff auf die Wahrheit zu bieten scheint, sodass sich die Betrachter diesem kaum entziehen können.

### Reproduzierte Klimakurven im intrakollektiven Bildverkehr

In einem eindrucksvoll illustrierten Bericht des Arktischen Rates, dem *Arctic Climate Impact Assessment* von 2004, wurden die tausend Jahre des *Hockey Stick Graph* mit der Eisbohrkernkurve zusammengeführt (Abb. 52).<sup>310</sup> Das Potenzial, in einer einzigen Kurve unterschiedliche wissenschaftliche Methoden und unterschiedliche Daten miteinander zu collagieren, um eine Aussage zu treffen, wird bei diesem Beispiel besonders deutlich.

Die strenge Kurvenform ist in eine dreidimensionale Schrägansicht gebracht, die wie das Bild geologischer Gesteins schichten anmutet. Im Hintergrund der mittels Eisbohrkernen rekonstruierten CO<sub>2</sub>-Kurve ist die Temperaturkurve von Mann gelegt, in den Vordergrund platzierten die Infografiker zudem einen Verlauf, der den Ausstoß an Treibhausgasen durch den Menschen verdeutlicht. Die unterschiedliche Herkunft der Daten – direkte Messungen oder Proxies – sind in diesem Bild nicht mehr kenntlich gemacht; sie werden nur knapp in der Bildunterschrift erwähnt. Auf das Spektrum der begleitenden Unsicherheiten je nach Herkunft der Daten wird sogar ganz verzichtet. Mit einem Bild wie diesem wird deutlich, wie der Hockey-Stick weiterhin die Evidenz erzeugende, eingängige Form liefert, um die menschengemachte Klimaerwärmung durch Treibhaus gase zu beweisen; gleichzeitig zeigt sich, welche Hoffnungen die Akteure an die Überzeugungskraft von Bildern knüpfen.

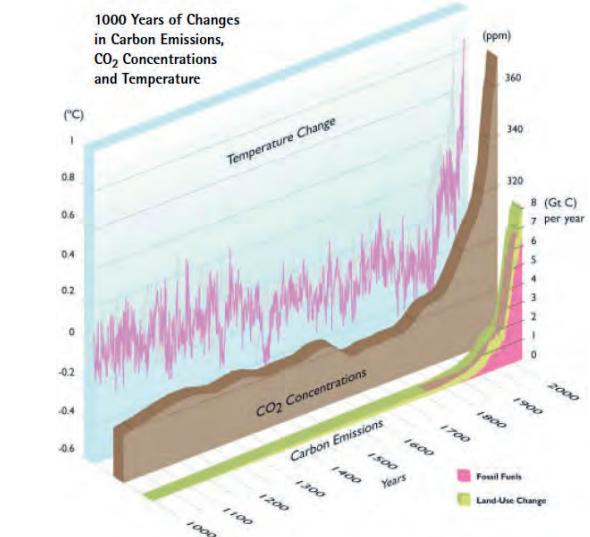
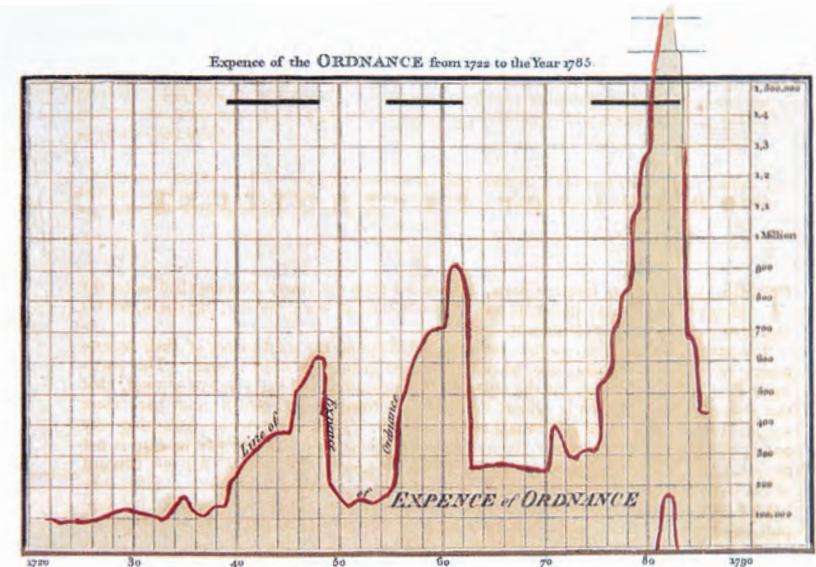
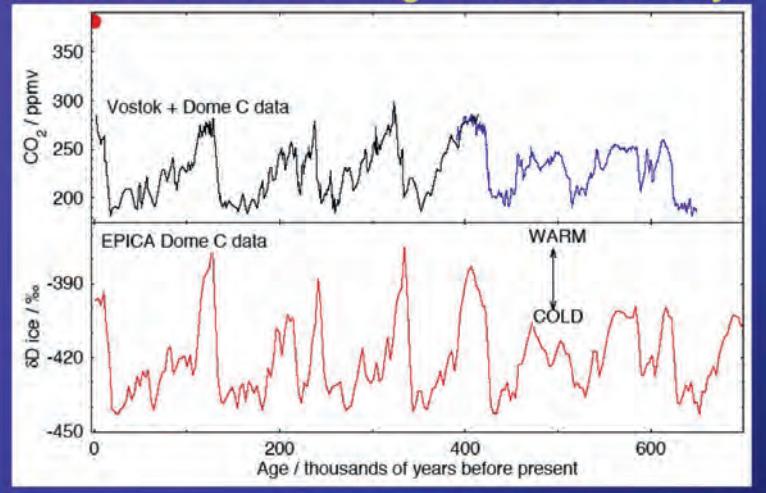


Abb. 51: Überlauf-Effekt einer frühen Kurvengrafik. Verdeutlicht werden sollen mit diesem bildrhetorischen Mittel die besonders hohen Staatsausgaben Englands während des Krieges. William Playfair, 1786.

Abb. 52: Hockey-Stick-Graph-Komposit. Grafik aus dem Bericht Impacts of Warming Arctic, 2004, der vom zwischenstaatlichen Arctic Council in Auftrag gegeben wurde.

## But we are out of the range of the last 800 kyr



Siegenthaler et al., Science 2005 (EPICA gas consortium)

Abb. 53: Wir sind außerhalb des Rahmens. PowerPoint-Folie des Glaziologen Eric Wolff, der ebenfalls eine aus Eisbohrkernen ermittelte CO<sub>2</sub>-Kurve zeigt, hier die Kurven von den Analysen der Eisbohrkerne Vostok, Dome C und EPICA Dome. Da Glaziologen mit umgekehrter Zeitachse verfahren, erscheint der rote Punkt, der die heutige CO<sub>2</sub>-Konzentration markiert, am linken Rand.

Dass die Popularisierung von Wissen kein Prozess ist, der nur eine Richtung kennt, wird an einem weiteren Beispiel deutlich, welches zeigt, dass stattdessen die Übergänge zwischen Wissenschaft und öffentlichen Kontexten in beide Richtungen durchlässig und fließend sind. Al Gores visuelle Argumentation übernahm der Glaziologe Eric Wolff vom British Antarctic Survey, der den antarktischen Eisbohrkern Dome C selbst mit gehoben und analysiert hatte; für die PowerPoint-Folien seiner öffentlichen Vorträge erweiterte er die Auswertungskurven (Abb. 53). Er fügte den heutigen CO<sub>2</sub>-Wert, der nicht aus den Messungen des Eiskerne stammt, als roten Warnpunkt in die Darstellung der Kurven mit ein. Wolff kommentierte diese Folie mit dem Satz: »Das ist das schlagende Herz des Planeten.«<sup>311</sup>

Ähnliche PowerPoint-Darstellungen finden sich auch bei anderen Klimaforschern, wie z.B. dem australischen Professor Will Steffen, der namhaften Gremien der Klimawandelforschung an der Schnittstelle zur Politik wie der Climate Commission vorstand. Er erweiterte den *Hockey Stick Graph* um das rote Kurvenspektrum möglicher zukünftiger Szenarien, die eine Erwärmung von 1,5 bis 6 Grad Celsius prognostizieren und fügte Grenzwerte in die Grafik ein, die anzeigen, welche Systeme von welchen Erwärmungsgraden betroffen sein könnten.<sup>312</sup> Den Spill-Over-Effekt übernahmen aber auch die Infovisualisierer des »Kurvenlandschaftsorgans« (Jürgen Link) *Der Altas der Globalisierung von Le Monde Diplomatique* in ihrem Sonderheft zum Klimawandel 2008. Auch hier wird eine aus den Eisbohrkernen abgeleitete CO<sub>2</sub>-Kurve über 400.000 Jahre gezeigt, collagiert mit den Werten von CO<sub>2</sub> in Gegenwart und prognostizierter Zukunft. Die rote Linie schließt in diesem Fall typografisch unter der Kopfzeile der Zeitung hindurch über den oberen Rand der Seite (Abb. 54).

Die Einschätzung des CO<sub>2</sub>-intensiven Lebensstils der Menschen als unnatürliche Unmäßigkeit ist seitdem in Form von zahlreichen Grafiken bildhieratisch herausgestellt worden, die diese Aussage alle mit der Farbe Rot markieren. Hier zeigt sich, wie auch die abstrakten, nüchternen Kurven Bestandteil des interkollektiven ikonischen Bildverkehrs werden können und den Viskurs des Klimawandels bestimmen. Latour erkannte die Essenz einer wissenschaftlichen Grafik eben darin, dass sie als »immutable mobile« von einem Akteur zum anderen im Netzwerk wissenschaftlicher und sozialer Verbindungen verbreitet werden kann.<sup>313</sup> Als *immutable mobile* kann die charakteristische Gestalt von wissenschaftlichen Grafiken wie dem Hockey-Stick dann eingängig genug sein, um im Zusammenspiel mit der Vervielfältigung in Atlanten, Broschüren, Berichten und im Internet zu einem starken Identifikationsangebot zu werden. Der Hockey-Stick wurde zusammen mit den Analysen der Eisbohrkerne deshalb auch wiederholt als ikonisches Bild des Klimawandels bezeichnet.

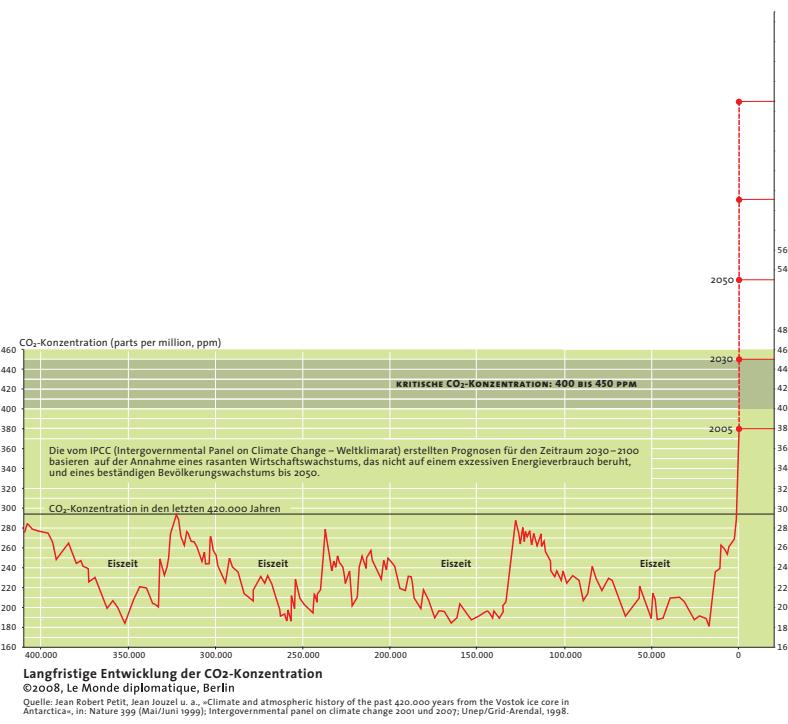


Abb. 54: CO<sub>2</sub>-Konzentration in Geschichte, Gegenwart und Zukunft.  
Grafisch angedeuteter Überlauf-Effekt der Kurve in den Raum jenseits des Seitenrandes.  
Langfristige Entwicklung von CO<sub>2</sub>-Konzentrationen und die gegenwärtige Anomalie.  
Atlas der Globalisierung spezial: Klima, 2008.

## Die Sehnsucht nach dem normalen Wetter und die neue Normalität der Anomalie

Der *Hockey Stick Graph* und die Kurvendarstellung der Eisbohrkernanalyse treffen eine ähnliche Aussage und inszenieren diese in derselben visuellen Gestalt. Beide bringen die Analysen ins Verhältnis zu einer die Gegenwart bestimmenden Anomalie, welche wie das Blatt eines Hockeyschlägers in der Farbe Rot nach oben schnellt. Indem außer der Durchschnittstemperaturkurve auch das jeweilige CO<sub>2</sub>-Niveau als Linie ins Bild gesetzt ist, wird der anthropogene Klimawandel umso deutlicher sichtbar.

Den popularisierten Wissenschaftsbildern scheint die Überzeugung zugrunde zu liegen, dass mit zunehmender Eindeutigkeit ihrer Präsentation die Handlungsfähigkeit der Politikerinnen und Politiker wächst. Andererseits – und darin liegt der Widerspruch – schafft die Klimatologie Wahrscheinlichkeiten. Es ist die Statistik, welche für diesen Forschungsbereich die zentrale, erkenntnisstiftende Disziplin darstellt. Für die Interpretation der gezeigten Kurven dient mithin das Spektrum der Normalität als das entscheidende Ordnungskriterium.<sup>314</sup> Bilder verkörpern hierbei Signets, konzentrierte Schlaglichter der Debatte, die für ein viel größeres Thema stehen, das sich nicht in einem Bild allein erschöpfen kann.

Das rot ansteigende Endstück einer Hockey-Stick-Kurve setzt erfolgreich das Bild einer erdgeschichtlichen Klimakatastrophe frei – die Temperaturen laufen aus dem Ruder, jenseits des rechten Randes der Kurve beginnt die Klimakatastrophe. Die Kurve bietet so den erfolgreichen Bewertungsrahmen für das Wetter von heute: Hitzewellen, Orkane und Überschwemmungen erhalten ihre Erklärung durch das Blatt des Hockeyschlägers; sie werden fortan als abnormal erlebt, auch wenn sie manchmal bloß das Wetter von heute und noch nicht die eindeutigen Symptome eines sich verändernden Klimas sind.<sup>315</sup> In diesem Sinn erhalten auch die Pressebilder der letzten Naturkatastrophen ihre übergeordnete Bedeutung erst durch den Bezug zur Kurve.

Das Konzept des Normalismus hat Jürgen Link in Anlehnung an Foucault als eine spezifische und dynamische Kategorie in modernen Kulturen herausgearbeitet, die dazu dient, Ereignisse am »Normalen« auszurichten, wobei das »Normale« sich jedoch als eine wandelbare Kategorie erweist, die erst gegen 1830 als Reizwort auftauchte.<sup>316</sup> Das Konzept beinhaltet alle Instanzen, Verfahren, Dispositive und Institutionen, »durch die in modernen Gesellschaften ›Normalitäten‹ produziert und reproduziert werden«.<sup>317</sup> Es »stellt Dispositive kompensierender Ver-Sicherung (Sicherheit) gegen Risiken eines hyperdynamischen, symbolisch exponentiellen Wachstums zur Verfügung.«<sup>318</sup>

Die Klimakurven können entsprechend als Sehangebote eingeschätzt werden, die die Betrachter in die Wahrnehmung sich wandelnder Normalitäten einüben. Im Gang der Kurven entfalten sich Narrationen von Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. An ihrem Verlauf und in ihren Tälern und Gipfeln erzählen die Kurven so die Veränderung der Welt anhand von Daten und in Form von kondensiertem statistischen Wissen. Indem die Kurven ein Wissen über die Erde verkörpern, das von soziopolitischer Relevanz ist, vermögen sie »subjektive Identifikationsprozesse« auszulösen, weil sie die Zeit und den Raum ihrer Betrachter, also deren Lebenszeit und Wohnort, zum Gegenstand haben.

Jürgen Link hat eine allgemeine Ikonografie der Kurven entworfen, die sich auf die typische Signatur des Hockey-Stick übertragen lässt – wobei es wichtig ist, festzustellen, dass die Metapher eines Hockeyschlägers die klimgeschichtlichen Kurven allein in ihrer typischen Signatur deutet (Abb. 55). Link betrachtet Kurven als Kollektivsymbolsysteme, die die Dynamik einer Entwicklung wie eine »homöostatische Maschine« oder ein »High-Tech-Vehikel« als Steuerungsvorgang bzw. Managementvorgang ins Bild setzen.<sup>319</sup> Die Metaphorik von Fallen und Steigen, Absturz und Himmelsflug entspringt einer »modernen Kollektivsymbolik«, die an konkrete Erfahrungsbereiche anknüpft,<sup>320</sup> wobei die Analyse der Kurvensprache metaphorisch strukturiert ist. Die drei Achsen der Kurven dienen »als eine Art



Abb. 55: Die Metapher des Hockeyschlägers beschreibt allein die nach oben geknickte Form der Signaturen des menschlich gemachten Klimawandels.

Universal-Kodierungsapparat, der es den Subjekten erlaubt, die Vielzahl und Heterogenität konkreter Normalisierungen in verschiedenen [...] Bereichen subjektiv zu kompatibilisieren und zu ›bündeln‹.<sup>321</sup> Die vertikale Achse symbolisiert Leistungsskalen und Rankings; die diagonale Achse visualisiert jede Form von Dynamik, verkörpert in Fortschrittskurven oder Beschleunigungen; an die horizontale Achse (Gleichgewichtsachse) lässt sich die Vorstellung einer »homöostatischen Normalität« knüpfen, also das Gleichgewicht eines Systems bzw. seine Schieflage, wobei unterschiedliche Neigungswinkel für die Abweichung von der Norm stehen, die sich zudem im Abstand zur Mitte offenbaren kann.<sup>322</sup> Die Signatur von globalen Temperaturen

und CO<sub>2</sub> wäre in diesem Sinne das Sinnbild von Fortschritt und Beschleunigung, das die Systeme jedoch in Schieflage bringt.

In Anlehnung an Sigmund Freud attestiert Link auch Kurven die Möglichkeit einer »Überdetermination durch das System der jeweils dominanten Kollektivsymbolik«<sup>323</sup> im Sinne einer Mehrstimmigkeit oder eines Surplus. So können alle möglichen Formen von ›Bildlichkeit‹ einer Kultur sich am dünnen Gerüst von Graphen assoziativ anbinden, vor allem wenn eine Grafik einen kollektiven Gegenstand der Sorge trifft. An dieser Stelle springen Metaphern, Allegorien, Embleme, Signale, Symbole, Metonymien oder anschauliche Modelle ein.<sup>324</sup> Menschen »leben in Metaphern«, also auch in den Kurven des Klimawandels, die die Realität metaphorisch strukturieren, mit ihren Deutungen versehen und das Denken und Handeln bestimmen.<sup>325</sup> So ist es in den letzten Jahren zu einer Überlagerung der eigenen Wahrnehmungen mit den Interpretationen des Wetters durch die Wissenschaften gekommen. Laut Ralf Konersmann hat das »statistische Gitterwerk der Diagramme und Zeichen [...] alle übrigen Wahrnehmungen des Klimas und mit ihnen die metaphysischen, mythologischen, symbolischen und ästhetischen Deutungstraditionen verbannt.«<sup>326</sup> Übertragen auf die Klimakurven wären dies Metaphern wie »die Erde hat Fieber« und der daraus abgeleitete Handlungsbedarf, dass der Patient behandelt werden müsse,<sup>327</sup> oder aber die bereits angeführte Interpretation der Kurven als Beweis menschlicher Unnatürlichkeit, die den Menschen als Störer der natürlichen Balancen aus dem natürlichen System absondert. Inwiefern wissenschaftliche, globale Bilder vom Klimawandel auf diese Weise absolute Metaphern fabrizieren, die wie eine neue Kosmologie Aussagen über das Anthropozän treffen, wird deshalb im Kapitel zu den globalen Blicken weiter Thema sein.

Wenn Betrachter sich durch Kurven in der Vorstellung einer Normalität einüben, stellt sich jedoch die Frage, wie das bislang gültige Konzept eines normalen Klimas über die Kurven selbst denormalisiert wird. Zeitgleich zur dritten *World Conference on Disaster Risk Reduction* der Vereinten Nationen in Japan mit dem

Titel *Towards a post-2015 framework for Disaster Risk Reduction* fegte ein heftiger Zyklon über die pazifische Inselgruppe Vanuatu östlich von Australien hinweg. Der Generalsekretär der Vereinten Nationen, Ban Ki-moon, der an der Konferenz teilnahm, nahm diese Naturkatastrophe zum Anlass, das Ereignis im Rahmen einer neuen Normalität (»the new normal«) einzufügen, als er sagte, »dass der Klimawandel extreme Wetterereignisse neue Normalität werden lässt«.<sup>328</sup> Extreme und Rekorde gehören zur neuen Normalität des Wetters. Es sind die Hitzewellen, Starkregen-Ereignisse oder kürzer getaktete heftige Stürme, die sich mit zunehmender Häufigkeit nicht mehr in einem Rahmen des Normalen lesen lassen. Stattdessen erfordern sie einen neuen Rahmen der Denormalisierung. War es Anfang der 2000er-Jahre noch darum gegangen, vor allem die Anomalie des Klimawandels zu betonen, also die Rekordsommer oder die Extremwetterereignisse wie für das Guinnessbuch der Rekorde immer neu als Meldung aufzulisten, so geht diese Dramatik nun aufgrund ihrer Häufigkeit in eine unheimliche Gewohnheit über. Wenn fortan das, was eben noch abnorm war, normal ist, befinden wir uns dann nicht im Ausnahmezustand bzw. an einem neuen Punkt auf der Zeitachse der »Katastrophe ohne Ereignis« oder der »Slow Violence«, als die der Klimawandel bezeichnet wird?<sup>329</sup>

### Evidentmachungen

Der bereits in der Einführung erwähnte Cartoon von Mike Adams und David Berger kann an dieser Stelle für die *appellative* Kraft von evidenten Kurven herangezogen werden, wenn diese von Grenzwerten strukturiert sind (Abb.8). Der übergewichtige Großindustrielle und Vertreter der Wirtschaft, ausgewiesen durch einen Aktenkoffer mit der Aufschrift »BIG BUSINESS«, steht hinter einem Rednerpult und deutet gerade auf eine Kurvengrafik an der Wand. Die Grafik zeigt eine dünne zittrige Linie, die kontinuierlich ansteigt. Der Vortragende sagt zu seinem Publikum:

»Unsere Lösung ist es, die Erde nur bis knapp unter diesen Punkt zu verschmutzen.«

Die Kurve zeigt den stetigen Anstieg von CO<sub>2</sub>-Emissionen. Allein die schwarze horizontale Linie bietet Orientierung im Sinne eines nicht zu überschreitenden Grenzwertes, der die Normalzone und die Extremzone voneinander trennt und mit »The point of no return« beschriftet ist. Auf den Schnittpunkt der beiden Linien setzt der Redner die Spitze seines Zeigestabes. Wie in der anhand von Christine Würmells Arbeit *Futures* diskutierten Trennung von Rahmen und Inhalt scheint die Evidenz von Wachstumskurve und Grenzwerten allein aussagekräftig genug zu sein. Was dieser Comic aber ebenso plastisch ins Bild setzt, ist, dass Kurven niemals losgelöst von Sprechakten und sie umrahmenden Texten, Institutionen und Orten der Argumentation betrachtet werden können. Die Frage, die abschließend in diesem Kapitel diskutiert werden soll, ist deshalb, wie derartige Bilder »technisch gestützte und kulturell sanktionierte Evidenz« erhalten.<sup>330</sup>

Al Gores Einsatz der paleoklimatischen Grafik, die die Analyseergebnisse des Eisbohrkerns Dome C zeigte, hinterlässt die meisten Zuschauer dieses Kurvenbeweises mit dem sicheren Eindruck, dass der Gang dieser Kurven nichts Gutes verheißt. Die Kurve beschreibt den Kurs, den das Raumschiff Erde nimmt und wie es sich in einen Raum wachsender Denormalisierung katapultiert, die nicht nur im Verhältnis zu mittelalterlichen Warmzeiten, sondern auch im Verhältnis zur Steinzeit keinen Vergleich kennt. Dass das, was die Grafik zeigt, keine Erfahrungswerte sind, sondern Linien, die höchst vermittelte Aussagen über globales CO<sub>2</sub> und globale Temperaturen darstellen, ändert nichts an der Evidenz der Kurve. Wer den wissenschaftlichen Verfahren und speziell den Methoden der Paleoklimatologie, der Dendrochronologie, der Physik und der Chemie folgt, wird den Kurven von Keeling, Mann und der Forschergruppe des Dome C die Beweiskraft der Evidenz zusprechen. Als solche zentralen Beweise wurden sie im Rahmen der Klimawandelforschung immer wieder bezeichnet.

Fragt man, was eigentlich bei diesen Kurven verborgen bleibt, also nicht evident gemacht wird, so sind dies eben jene Verfahren, die Glaubwürdigkeit erzeugen. Unsichtbar in der Kurve bleiben die dahinter liegenden Verfahren der Analyse, die Instrumentarien der Mathematik und der Statistik, eventuelle Probleme oder Rückschläge, die auf dem Weg zur Kurve aufgetreten sein könnten, die zahlreichen Arbeitsstunden der Klimaarchivare, die komplizierte Bohrtechnik bei Minusgraden bis in drei Kilometer Tiefe usw. Diese im Hintergrund liegenden Verfahren, Konventionen, Aushandlungen und Normen führen zwar zur Herstellung der Kurve, sind jedoch in der Kurve selbst nicht evident.<sup>331</sup> Damit die Kurve Glaubwürdigkeit beanspruchen kann, muss es einen »Prozess der Normalisierung« auf mehreren Ebenen gegeben haben. »Visualisierungstechniken müssen nicht nur technisch normiert, sondern auch kommunikativ standardisiert werden.«<sup>332</sup> Wenn die Kurve inklusive der dahinter liegenden Beglaubigungen Beweiskraft erhält, so zeigt dies, wie Bilder allgemein zu einem festen Bestandteil der wissenschaftlichen Beweisführung wurden. Sie gehören oftmals zu den wichtigsten Beweisen, da sie aufgrund ihres Charakters als ikonische Zeichen auf Ähnlichkeit beruhen und so Augenzeugenschaft suggerieren.

Die Evidenz wurzelt der Wortgeschichte nach im Bereich des Sehens. Wörtlich geht sie zurück auf Begriffe wie »Anschaulichkeit«, »augenscheinlich«, »offensichtlich«.<sup>333</sup> Wird einem Bild eine besondere Beweiskraft aufgrund von Augenscheinlichkeit zugesprochen, hebt es dieses aus der Masse der Bilder heraus. Es wird mit dem Versprechen erzeugt und präsentiert, etwas zu zeigen, was bislang verborgen war, was jedoch für einen Zusammenhang, der außerhalb des Bildes liegt, von großer Bedeutung ist. Bildevidenzen stehen mithin für die Produktion von neuem Wissen ein. Eine besonders überzeugende, da direkte Offensichtlichkeit des Klimawandels besteht deshalb in schmelzenden Gletschern, die mit zeitlich auseinanderliegenden Vergleichsbildern sinnfällig gemacht werden und deshalb auch als visuelle Kronzeuge des Klimawandels einstehen. Auf dieser

unmittelbaren Zeugenschaft können die Kurven jedoch nicht aufbauen, auch zeigen sie nicht die Folgen, sondern die Ursachen des Klimawandels.

Bildevidenz ist nichts, was einfach gegeben ist, sondern im Spannungsfeld verschiedener Techniken und Methoden erst erzeugt werden muss. Ähnlich wie die Begriffe »Abbildung«, »Repräsentation« oder »Illustration« die aktiven Anteile der Sichtbarmachungen wissenschaftlicher Bilder vernachlässigen, verschleiert auch der Begriff der Evidenz die Verfahren der Evidenzerzeugung, die in Anlehnung an die Rede von »Sichtbarmachung« als aktive Evidenzmachungen bezeichnet werden können.<sup>334</sup> Die Evidenz wird in der verbalen Interpretation der Bilder ebenso verankert wie in den technischen und wissenschaftlichen Verfahren der Bildherstellung. Dabei unterliegen die Methoden und Verfahren der Evidenzerzeugung, wie Lorraine Daston gezeigt hat, einem starken, historischen Wandel.<sup>335</sup> Evidenz erscheint hierbei als älteste Form der Rationalität. Sie steht neben den Tatsachen und der Objektivität, welche für die modernen Wissenschaften zu zentralen Begriffen wurden.<sup>336</sup> Marienwunder und Röntgenbilder erzeugen in diesem Sinne beide erfolgreiche Evidenzen, aber eben auch Kurven wie die der globalen Konzentration von CO<sub>2</sub>.

Das Zusammenspiel Evidenz erzeugender Faktoren kann mit Ludwik Fleck als ein bestimmter Denkstil betrachtet werden, oder aber als wirksames Dispositiv, aus dem Faktizität und Objektivität abgeleitet werden können, zu dem Mathematizität, Autorität und Wissenschaftlichkeit gehören. Folgt man Flecks Gedanken, bedeutet das gerichtete Sinn-Sehen und die gerichtete Wahrnehmung eines bestimmten Denkkollektivs nicht automatisch, dass die Bilder, die die Mitglieder dieses Kollektivs als überzeugende Beweise einschätzen, auch von anderen Kollektiven als überzeugend und glaubwürdig angesehen werden. Fleck fragte in diesem Sinne provokativ: »Wie wäre es, wenn wir unsere Symbole, z.B. das Potenzial, physikalische Konstanten, die Gene der Erbforschung den Denkern des Mittelalters vorlegen könnten? Ist

anzunehmen, sie ließen sich, entzückt von deren ›Richtigkeit‹ sofort belehren? Oder sie fänden umgekehrt unsere Symbolik ebenso phantastisch, gekünstelt, willkürlich erdacht wie wir die ihre?«<sup>337</sup> Inwiefern die wissenschaftlich sanktionierte Kurven-evidenz und ihre Glaubwürdigkeit in Zweifel gezogen werden, ist im Kapitel zu den Bildern der Klimawandelleugner Thema.

Zugleich zeigt sich in der Kurven-evidenz aber auch ein Glaube an die natürliche Einschreibung dynamischer Phänomene in die Form von Linien. Das leitende historische Vorbild ist hier die von Étienne-Jules Marey im 19. Jahrhundert entworfene »graphische Methode«, die er als »die Sprache der Phänomene selbst« titulierte.<sup>338</sup> Mit dieser Auffassung einher geht ein Anspruch auf die von Linien verkörperte Echtheit und Objektivität, die »das Dargestellte zur wissenschaftlichen Tatsache« machen.<sup>339</sup> In der Konzeption einer Sprache der Phänomene liegt der Gedanke, dass die Wissenschaft eine Möglichkeit besitzt, die Natur durch Linien zum Sprechen zu bringen. Dabei ist diese Vorstellung an das Ideal der direkten Inschriftung geknüpft, das bis heute der »Mythos der natürlichen Inschriftion« (Lynda Walsh) in sich trägt, also den für die Tätigkeit der Erkenntnisfindung zentralen Anspruch einer auf Objektivität gegründeten Wissenschaft: Die Phänomene drücken sich in den Kurven selbst aus. Dieser Anspruch gilt auch für die Rekonstruktionen des Klimas auf der Basis von Stellvertreter-Daten wie Sedimenten, Eisschichten und Bäumen. Die Baumringe bleiben über eine Kette der Repräsentationen mit den Kurven verbunden, die im Falle von gemittelten Proxydaten selbst wie endlose, übereinander gelagerte Schichten erscheinen.<sup>340</sup> »Wenn wir versuchen, über die Zahlen hinweg auf die Gegebenheiten zu sehen, die sie darstellen, oder, in Latours Worten, sie ›zusammenzuziehen‹, gelangen wir in der Fantasie letztendlich zur Natur selbst – Bäume, Gletscher, Wolken, Regen, die Sonne.«<sup>341</sup>

Schließlich kann weiter gefragt werden, wie die Evidenz mit der Prägnanz zusammenhängt, die von gelungenen Grafiken verlangt wird. Denn ohne eine gewisse *Prägnanz* (von lat. *praegnans*,

im übertragenen Sinne gehaltvoll, umfassend, gedrängt) wird eine Kurve keine Evidenz beanspruchen können. Prägnanz wird hergestellt, wenn mittels Linien charakteristische Eigenheiten des Dargestellten in einer Weise so abstrahiert und kondensiert werden, dass eine schnell einprägsame und verständliche Figur dabei entsteht. Das seit Leonardo da Vinci bei den Protagonisten der analytischen Grafik wiederkehrende »Lob des Auges« und die Vorstellung, dass der Geist für viele wissenschaftliche Fragen »ohne Linien blind« sei,<sup>342</sup> bilden ein Erkenntniskonzept, das aus der praktischen Erfahrung entwickelt ist.<sup>343</sup> Es ist dieser Horizont, auf den hin diagrammatische Methoden weiterentwickelt werden. Was im Falle von Diagrammen als prägnant betrachtet wird, ist zeitlich wiederum unterschiedlich, nicht zuletzt weil immer neue Methoden entwickelt wurden, die die Komplexität eines Gegenstandes auf das »Wesentliche« und »Wichtige« wie in einem Zentrum zusammenlaufen lassen.<sup>344</sup> Die Eigenschaft gelungener Grafiken, einprägsam zu sein, ist ebenfalls bereits in der Wurzel des Begriffes »prägnant« enthalten (»prägen« von mittelhochdeutsch »bræchen, præchen«: einpressen, abbilden; eine Bedeutung, die im Begriff »schwanger« ebenfalls angelegt ist). Dementsprechend sind die Gegenbegriffe zur Prägnanz »kompliziert«, »ungeordnet«, »unübersichtlich«, »unklar«, »umständlich« oder »verwirrend« – alles Eigenschaften, die der Evidenz eines Bildes entgegenwirken. Das Ideal der Prägnanz jedoch ist für die Darstellungen des Klimawandels problematisch, da es sich um Darstellungen größtmöglicher Komplexitäten handelt, die das Versprechen von Verständlichkeit nur um den Preis einlösen können, dass sie die Komplexität der Kurve reduzieren.

Lynda Walsh, die den *Hockey Stick Graph* von Michael Mann einer bild rhetorischen Analyse unterzogen hat, wies darauf hin, dass Begriffe wie Prägnanz und Evidenz ursprünglich rhetorische Begriffe sind, die also maßgeblich mit Strategien des Überzeugens, Beweisens und Veranschaulichens in Sprechakten zusammenhängen. Aufgrund seiner normativen Appelfunktion

ist jeder Evidenzanspruch von dem Wunsch nach Überzeugung getragen und damit immer auch rhetorisch. Die reiche Forschung, die in den angelsächsischen Ländern zu diesem Feld entstanden ist, konnte zeigen, wie Bilder als Argumente funktionieren und weshalb es keine »reine Evidenz« losgelöst vom Wunsch, zu überzeugen und zu argumentieren, geben kann. In der Verknüpfung von Sehen und Überzeugen verdeutlicht sich die alte Gewissheit, dass das menschliche Sehen ein objektives Abbild der Welt ermöglicht und dass die Augenzeugenschaft in der Nähe einer zu verbürgenden Wahrheit anzusiedeln ist.

## Ikonografie der Klimamodelle

### Naturalismus aus dem Rechner

Ein hübsch bemaltes, kleines Holzhaus treibt langsam einen ruhigen Fluss hinunter. Eine Ecke des Hauses ist etwas weiter im Wasser versunken als die anderen. Das Haus selbst sieht vollkommen unversehrt aus – dieser Eindruck wird noch verstärkt durch die Alltagsgeräusche, die aus dem Haus klingen: Musik, Stimmen und tätiges Geklapper. Auch die Lichter im Haus sind angeschaltet, ein warmer Schein dringt durch die Fenster nach außen (Abb. 56).

Obwohl es im Wasser treibt, strahlt das Haus eine unheimliche Ruhe aus, als wüssten die Bewohner nichts von dem Schicksal, das bereits ihr Leben ergriffen hat, als bemerkten sie nicht, in welcher Lage sie sich befinden. Ihr Haus hat längst den festen Grund verloren und ist zu ihrer schwimmenden Insel oder Falle geworden. Die Bewohner sind gefangene Insassen ihrer Hausumwelt, die sie, wie Kurzsichtige, losgelöst von den Umständen außerhalb ihres Hauses betrachten.

Die Künstlerin Tea Mäkipää realisierte diese Arbeit unter dem Titel *Atlantis* (2007). Mit dem schwimmenden Haus inszeniert sie den Anachronismus, dass Menschen so leben, als hätte ihr Handeln für die Ökologie keine Konsequenzen. Auch wenn sich draußen bereits alles radikal verändert hat, funktioniert der Schutzraum des Hauses immer noch. Die Stabilität des Hausystems und das Funktionieren seines Inneren, des Haushalts, werden in der bekannten Weise erhalten, um den Preis, dass das Außensystem kippt. Gregory Bateson hatte diese Blindheit in *The Ecology of the Mind* so kommentiert: »Ein Mangel an systemischer Weisheit rächt sich immer.«<sup>345</sup> Wenn die systemische Natur der Kultur absolut gesetzt wird, wird das Haus zum Grab. Dies sind die Pole einer Krise »der Hausform als Weltform«, die ihre Schatten vorauswirft.<sup>346</sup>

Die Ökologie (Oikos: Haus) und die Lehre von den Systemen werden heute, wenn es um das Klimasystem geht, vor allem in Form von Simulationen auf Rechenanlagen untersucht. Hier kann in verschiedenen »model runs« getestet werden, wann Systeme in die Krise geraten, instabil werden und kippen. Auch Hausformen mit Giebeldächern spielen dabei eine Rolle: als Piktogramme klimasystemischer Bildwelten, die die unterschiedlichen Sphären mit ihren Kreisläufen und Wechselwirkungen modellhaft ins Bild setzen. Das Haus symbolisiert hier die Anthroposphäre, also die Aktivitäten der Menschen und ihrer Beziehungen zur Umwelt, wobei es in erster Linie um die Produktion von Treibhausgasen geht, die z.B. beim Heizen von Häusern anfallen.

### Klimasimulation

Im Folgenden soll die Dualität von Imagination und Realität auf das Beispiel der Simulation vom Klima im Computer bezogen werden. Hier wird die Frage bedeutsam, welche heuristische Rolle die Klimasimulationen und ihre Visualisierungen für die Erkenntnis von Klima und Klimawandel spielen, denn die imaginären Klimasimulationen tun nicht weniger, als die Vorstellung möglicher Zukünfte zu verändern und diskutierbar zu machen. Sie sind nicht nur Forschungsergebnis, sondern fungieren auf der Ebene politischer Entscheidungsprozesse als unersetzliche heuristische »decision-making tools«, also als Instrumente für Entscheidungen.<sup>347</sup> Auch Abgase wie CO<sub>2</sub> sind ein maßgeblicher Bestandteil der Klimasimulationen, indem sie, vereinfacht ausgedrückt, in Form mathematisch modellierter Kohlenstoffkreisläufe in die Modelle eingehen.

Die folgenden Bildbeispiele visualisierter Klimamodelle stehen nicht nur im Spannungsfeld von Realität und Fiktionalität, sondern auch von Natürlichkeit und Künstlichkeit, Sicherheit und Unsicherheit, Einfachheit und Komplexität sowie von Sichtbarkeit und Unsichtbarkeit. Aus den physikalischen



Abb. 56: Tea Mäkipää, *Atlantis*, 2007. Installation für See, Fluss oder Hafen.

idealisierten Beschreibungen der Strömungsdynamik, wie das 19. Jahrhundert sie kannte, gingen im 20. Jahrhundert thermodynamische Gleichungen hervor, auf denen seit den 1950er-Jahren die computerbasierten Klimasimulationen beruhen. Dies haben Gabriele Gramelsberger und Paul Edwards historisch beschrieben.<sup>348</sup> Diese Modelle sind groß angelegte »In-silico-Experimente«, sie finden auf der Basis von Algorithmen und Silizium statt.<sup>349</sup> Eine maßgebliche Triebfeder für die Entwicklung von immer schnelleren Computern stellte der Umstand dar, dass die Gleichungen der Strömungsdynamik zu komplex sind, um sie von Hand zu berechnen. Doch auch im Computer lassen sich die nicht linearen, partiellen Differentialgleichungen, mittels derer sich die Strömungsdynamiken formulieren lassen, nur näherungsweise auf der Basis von numerischen Simulationen berechnen.<sup>350</sup> US-amerikanische Wissenschaftler des Institute

for Advanced Study in Princeton um John von Neumann, Norman Phillips sowie Joseph und Margaret Smagorinsky simulierten 1950 erstmals meteorologisch-dynamische Prozesse, die auf eben diesen Gleichungen beruhen. Diese frühen Simulationen zählten gleichzeitig zu den ersten Computerexperimenten.<sup>351</sup> Im Zentrum des damaligen Forschungsinteresses stand, wie sich die globale Zirkulation der Atmosphäre ausgehend von einem gegebenen Ausgangszustand entwickelt. Die einfachen Modelle zur numerischen Analyse der Atmosphäre der 1950er-Jahre wurden seither um zahlreiche Klimakomponenten wie Ozean-, Eis- oder Vegetationsmodelle erweitert; gleichzeitig nahm die räumliche und zeitliche Auflösung der Simulationen zu.

Diese zunehmende Komplexitätssteigerung der Ozean-Atmosphären-Modelle, die sich heute mehr und mehr zu Erdsystemen entwickeln, bedarf immer leistungsfähigerer Rechner. Hatte es zu Beginn der 1950er-Jahre noch mehrere Stunden gedauert, um die ›Nahzukunft‹ des Wetters eines Tages zu berechnen, so berechnen heutige Supercomputer Klimaentwicklungen innerhalb weniger Tage, die in eine ›Fernzukunft‹ von mehreren Jahrzehnten reichen.<sup>352</sup> Die gekoppelten Ozean-Atmosphären-Modelle der großen Forschungszentren bestehen mittlerweile aus einem Programmcode von typischerweise mehreren Tausend Zeilen, der auf der Basis physikalischer Gleichungen die komplexen Wechselspiele des Klimas als System in seiner Dynamik nachzubilden versucht.

Aktuell gibt es rund zwei Dutzend solcher globalen Klimamodelle, die von internationalen Forschungseinrichtungen wie dem National Center for Atmospheric Research in den USA oder dem Max-Planck-Institut für Meteorologie (MPI-M) in Deutschland und ihren Rechenzentren mit variierenden Modellierungsstrategien entwickelt werden. Gleichzeitig avancierten die Modelle zu interdisziplinären Schnittstellen, an denen Biologen, Chemiker, Physiker und Meteorologen gemeinsam arbeiten, indem sie ihr jeweiliges Systemwissen als Code algorithmisieren. Zudem sind in den Klimasimulationen verschiedene

Wissenstypen eng miteinander verbunden. Sie beinhalten empirisch gewonnene Wetterdaten sowie theoretisch abgeleitete Prinzipien der Naturgesetze.

Was die Klimamodelle anstatt real zirkulierenden Wolken, Aerosolen und Wassermassen in ihrer Dynamik beinhalten, sind hydro- und thermodynamische Gleichungen sowie Parameterisierungen von kleinräumigen Abläufen, die sonst durch das grobe Raster des Berechnungsgitters hindurchfallen würden (aktuell ca. sechzig Kilometer Abstand zwischen Berechnungspunkten), wie Wolkenbildung und chemische Prozesse.<sup>353</sup> Das mathematische Modell des Klima- wie Wettersystems (Atmosphärenmodell) basiert auf

sieben Gleichungen für die sieben meteorologischen Variablen der Dichte, der Feuchtigkeit, des Drucks, der Temperatur sowie der Geschwindigkeit der Luft in drei Richtungen. Das Gleichungssystem beschreibt dabei den Zustand der Luftmassen (Dichte, Druck, Temperatur, Feuchte), ihre Bewegung (Geschwindigkeitskomponenten, Dichte, Druck), die Massenerhaltung während der Bewegung (Geschwindigkeitskomponenten, Dichte) sowie die Veränderung der Energie und Entropie der Zustandsänderungen der Luftmassen (Variablen im Zusammenhang mit der von den Luftmassen ausgeführten Arbeit sowie den aufgenommenen und abgegebenen Wärmemengen durch solare Ein- und Ausstrahlung und vom Boden aufgenommener Energie).<sup>354</sup>

Diese Mathematisierung der natürlichen Phänomene kann jedoch immer nur annäherungsweise gelöst werden. Zur Überprüfung der Resultate dient der bekannte, historische Verlauf des Klimas, indem bei einem *model run* eine Simulation in der Vergangenheit gestartet wird. Nur wenn das Modell den Temperaturverlauf im betrachteten Zeitraum korrekt wiedergibt, also beispielsweise die klimatischen Entwicklungen des 20. Jahr-

hunderts, lässt man es weiter in die Zukunft ‚laufen‘. Die historischen Wetterdaten dienen dem Abgleich der Simulation mit der Wirklichkeit der Messungen – die Forscher testen die Modelle im Abgleich gegen die Wirklichkeit.<sup>355</sup>

Die Steigerung der Komplexität und Auflösung der Modelle geht nicht zwangsläufig mit einer zusätzlichen Sicherheit der Resultate einher. Aus diesem Grund müssen Klimatologen auch den Grad der Ergebnissicherheit ihrer Modelle evaluieren, also das Wahrscheinlichkeitsspektrum ihrer prognostischen Erkenntnisse angeben. Die Quellen möglicher Unsicherheiten sind dabei vielfältig. Sie liegen in den nicht vollständig bekannten externen Einflussfaktoren für das zukünftige Klima, in der begrenzten Kenntnis des Klimasystems in all seinen Wechselspielen sowie in den möglichen systematischen Defiziten der mathematischen Modellierung, den sogenannten *bias in climate models*.

Doch die Physik der Atmosphäre ist nur ein Aspekt des zukünftigen Klimas. Wichtiger ist es, die Rolle des Menschen, insbesondere seines CO<sub>2</sub>-Verbrauchs, in die Berechnungen einfließen zu lassen. Es ist jedoch nur sehr schwer vorherzusagen, wie sich das Verhalten der Weltbevölkerung gestalten wird. Daher hat der Weltklimarat unterschiedliche *Storylines* einer möglichen Zukunft entwickelt und in den rund vierzig Emissionsszenarien der *Special Reports on Emissions Scenarios* (SRES) festgeschrieben, die inzwischen durch eine neue Szenarienfamilie, die *Representative Concentration Pathways* (RCP) ersetzt wurden. Die Szenarien haben Klimaforscher gemeinsam mit Ökonomen für den Weltklimarat auf der Basis gegenwärtig bekannter Entwicklungen entworfen. Die Computermodelle werden mit unterschiedlichen Szenarien initialisiert, die daraus resultierenden Tendenzen möglicher Zukünfte lassen sich in Form von Kurvengrafiken veranschaulichen, die das Spektrum zukünftig möglicher Klimaveränderungen in farbigen Linien anzeigen und vergleichbar machen (vgl. das Kapitel *Klimatische Kurvenlandschaften*). Die Storylines variieren in ihren Annahmen über den zukünftigen Treibgasausstoß, abhängig davon, ob politische

Maßnahmen in einem globalen oder nur regionalen Maßstab ergriffen werden, ebenso wie in ihren Annahmen über Bevölkerungsentwicklung, technischen Fortschritt und weltwirtschaftliche Entwicklungen. Das Spektrum möglicher Zukünfte reicht von einer Welt, die von einem erfolgreichen Green Deal geprägt ist, bis hin zur Zukunft eines ungebremsten, grenzenlosen Wachstums. Insofern erfüllen die Szenarien den heuristischen Wert global angelegter, warnender Zukunftserzählungen zur Ermöglichung strategischen Planens und Handelns (vergleiche das Kapitel *Das zukünftige Gesicht der Erde*).

Als ein Beispiel für die Visualisierung einer Klimasimulation soll hier ein Szenario stehen, wie es Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Meteorologie in Hamburg gemeinsam mit der Universität Cambridge entwickelt haben.<sup>356</sup> Das Szenario ist nicht Teil der Emissionsszenarien der *Special Reports*, denn es beschreibt den zukünftig möglichen Ausbruch eines sogenannten Supervulkans, der unter dem Yellowstone-Nationalpark inmitten der USA schlummert. Dieser Vulkan ist das letzte Mal vor rund 640.000 Jahren ausgebrochen und könnte potenziell wieder ausbrechen. Bei seinem letzten Ausbruch hat er große Teile Nordamerikas verwüstet und mit einer mehr als zehn Zentimeter hohen Ascheschicht bedeckt. Um den Ausbruch simulieren zu können, benutzten die Wissenschaftler dasselbe Modell, mit dem auch die Szenarien für den Weltklimarat am MPI-M berechnet werden, ein sogenanntes gekoppeltes Erdsystemmodell. Dieses ist gekoppelt, insofern es nicht nur die Dynamik der Atmosphäre enthält, sondern auch weitere klimarelevante Systeme wie die Zirkulation der Ozeane. Zu sehen ist eine Erdkugel, das sogenannte *world module*, das in Programmen zur Visualisierung von Simulationen wie *Avizo Green* benutzt wird. Das Erdmodell lässt sich beliebig drehen und skalieren; ähnlich wie bei Google Earth können einzelne Schichten mit einer virtuellen Kamera ›angeflogen‹ und perspektiviert werden. Die einminütige Animation, die hier berechnet wurde, zeigt die simulierte Ausbreitung einer Aschewolke über einen Zeitraum

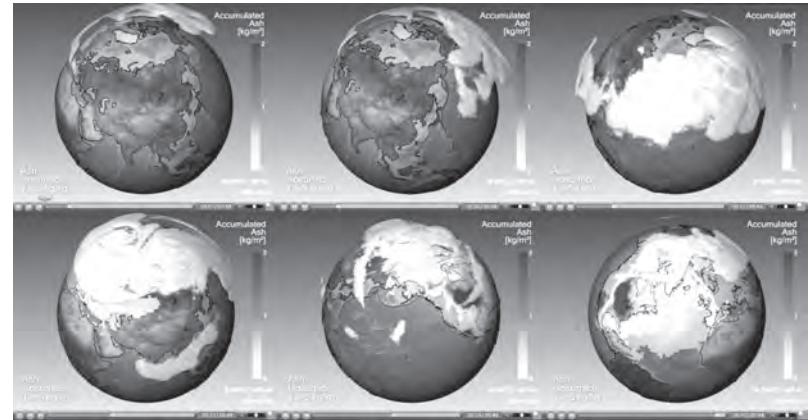


Abb. 57: Simulierte Aschewolke nach dem Ausbruch des Supervulkans im Yellowstone-Nationalpark, erstellt mittels des Erdsystemmodells des Max-Planck-Instituts für Meteorologie, Deutsches Klimarechenzentrum, 2011.

von einem Monat (Abb. 57). Während sich die Erdkugel dreht, strömt eine gelbe Wolke wie ein Geist aus der Flasche über den nördlichen Teil des Erdballs und entwickelt sich zu einer riesigen erdumspannenden Wolke. Schließlich schlägt sie sich als braun-rötliche Ascheschicht in Nordamerika nieder. Was die Forschungen mit dem Modell auch gezeigt haben, ist, dass mit dem Vulkanausbruch eine schnelle Abkühlung der Erde in den darauffolgenden Jahren einhergeht.

Die Forschungsfrage, die hinter der numerischen Modellierung des gleichzeitig fiktional-zukünftigen wie real-historischen Vulkanausbruchs steht, lautet: Wie wirken sich Eruptionen von besonders großen Vulkanen auf das Klima aus? Dieses Verständnis ist wichtig, um zwischen der natürlichen und der vom Menschen verursachten Klimavariabilität zu unterscheiden. Die Wissenschaftler des vulkanischen *In-silico-Experiments* schreiben, ihr Experiment sei darüber hinaus von großer Bedeutung, weil es als Extremereignis einen idealen Test für die Performancequalität eines computerbasierten Erdsystemmodells abgebe.<sup>357</sup>

Die Aschewolke des Vulkanausbruchs dient gewissermaßen als Test für das gesamte Klimamodell, in diesem Fall das Erdsystemmodell, das am Max-Planck-Institut für Meteorologie entwickelt wurde. Denn dieses für die Menschen apokalyptische Worst-Case-Szenario bringt Erkenntnisse über das Potenzial der größten natürlichen Klimavariabilitäten hervor. Der Vulkanausbruch bildet mithin ein Analogon zu anderen erdgeschichtlichen Extremereignissen, wie den klimatischen Veränderungen durch das Aussterben der Dinosaurier, oder auch bislang hypothetischen Ereignissen, wie dem nuklearen Winter und den groß angelegten Konzepten des Geo-Engineerings. Das Klimamodell wird zum vorausschauenden Computerexperiment auf der Basis von Silizium und semiotischen Prozessen. Es entwirft globale Wissenschaftsfiktionen, die als Science-Fiction jedoch das Potenzial besitzen, Wirklichkeit zu werden.

### Das Klimasystem als Landschaftsbild<sup>358</sup>

Die unterschiedlichen Systemkomponenten der Theoriemodelle im Computer, die heute in einem globalen Klimamodell in codierter Form enthalten sind, werden anhand von schematischen Darstellungen veranschaulicht. Typische Versionen derartiger Schemata, die weitverbreitet sind, nahm auch der Weltklimarat in seine Berichte auf (Abb. 58).

Die Schemata demonstrieren den Systemcharakter des Klimas mit seinen Wechselwirkungen sowie die Komplexität, die heutige Klimamodelle erreicht haben. Während in den Modellen zu Beginn der 1950er-Jahre nur zwei Ebenen der Atmosphäre numerisch modelliert waren, basieren die Klimasysteme seit den 1970er-Jahren aus den bereits genannten gekoppelten Atmosphäre-Ozean-Modellen, die auch die Hydrosphäre in ihren Klimaeffekten berücksichtigen. Es folgten Erweiterungen um Modelle zusätzlicher Sphären wie der Landnutzung (Lithosphäre), Eis und Schnee (Kryosphäre), Vegetation und Tierwelt

(Biosphäre/Ökosystem) sowie um diverse chemische Modelle (Kohlenstoffkreislauf) mitsamt ihren Effekten auf das globale Klima. Die Wissenschaftler ergänzten die Modelle aber auch um die Anthroposphäre, um die vom Menschen verursachten Klimaeffekte in ihren Folgen berücksichtigen zu können. Auf diese Weise entstand eine immer größere Annäherung an die Komplexität des Erdsystems, das weit über die anfängliche Modellierung der Strömungsdynamik hinausreicht. »Computer und Algorithmen verwandeln die Welt der Phänomene und Fakten in eine Parallelwelt aus PetaBytes von Daten.«<sup>359</sup>

Es sind die Sphären, Kreisläufe und Subsysteme des Klimas, die die schematisierten Systembilder illustrieren. Auf den Grafiken versinnbildlichen Gebirge, rauchende Vulkane, Fabriksschlote, Meere, bewirtschaftete Felder, Städte, Regenwolken, Algen, Eisberge und Wälder sowie die Sonne den Einfluss der Klimafaktoren. Die vielfältigen Wechselspiele, Einwirkungen und Verflechtungen der Subsysteme des Klimas werden jeweils auf das Symbol des ein- oder doppelspitzigen Pfeils reduziert. Die Komplexität der Wechselwirkungen steht der immer gleichen Einfachheit dieses Bildzeichens gegenüber. Die Schemata geben auf diese Weise dem algorithmisch modellierten und idealisierten Weltlabor der Klimaforschung, in dem die Wissenschaftler experimentieren, ein Bild.

Doch mag eine Beobachtung der Genese der Klimasystembilder erstaunen: Wenngleich die codierten Modelle die Realität nur approximativ simulieren können, wurden ihre schematischen Darstellungen in den letzten Jahren immer realistischer. Parallel zur angewachsenen Komplexität der Modelle und ihrer soziopolitischen Relevanz in den letzten Jahrzehnten erhielten auch ihre schematischen Visualisierungen ein immer natürlicher illustriertes Gewand. Kunsthistorisch gesprochen wurde aus dem ›haptischen‹ Linienstil der Diagramme ein ›malerisch-fotografischer‹ Stil der Modelle.<sup>360</sup> Der Trend besteht darin, die höchste Künstlichkeit der Modelle im Stil eines maximal gesteigerten Naturalismus zu präsentieren. Auf welche visuelle

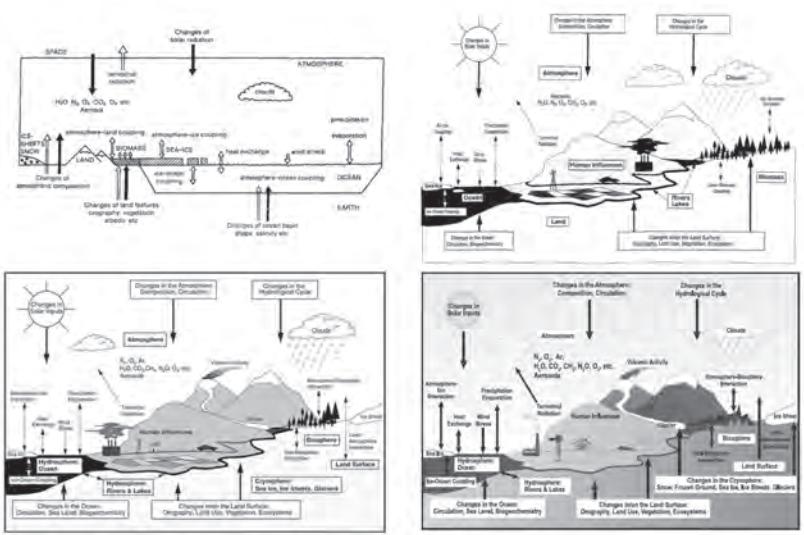


Abb. 58: Das Klimasystem als Schema aus verschiedenen Weltklima-Berichten. 1990 (links oben), 1995 (rechts oben), 2001 (links unten) und 2007 (rechts unten).

Rhetorik aber die zunehmend naturalisierende, plastisch-bunte Darstellung des Klimasystems zielt, soll anhand der folgenden Beispiele analysiert werden.

Im ersten Sachstandsbericht des Weltklimarats aus dem Jahr 1990 wurde das Klimasystem noch in einer kondensierten, schematisierten Strichzeichnung dargestellt (Abb. 59).<sup>361</sup> Die »schematic illustration« entstammt ursprünglich einer Publikation der World Meteorological Organization von 1975. Zu sehen sind stark geometrisierte Symbole für Schnee, Eisschilde, Berge, Wolken, Meerwasser und Meereis. Menschliche Klimaeinflüsse sind in dieser Darstellung nicht eingezeichnet. Die unterschiedlichen Sphären und ihre Systeme sind durch schwarze, eckig verlaufende Linien klar voneinander abgetrennt. Das Klimasystem ist hier der Gegenstand einer diagrammatischen Bildwelt, die durch ihre reduzierte Abstraktion die Modellhaftigkeit des

Forschungsgegenstands hervorhebt. Das Diagramm erfüllt die offensichtliche Funktion einer bloßen Veranschaulichung der Wechselverhältnisse des Klimas; in der starken Geometrisierung wird deutlich, dass der Forschungsgegenstand lückenhaft, unscharf und vage ist – das Klimasystem als *epistemisches Ding* (Hans-Jörg Rheinberger) gleicht einem abstrakten kybernetischen Schaltplan.

Eine spätere Darstellung aus dem zweiten Sachstandsbericht von 1995 ist zwar immer noch flächig und schemenhaft, staffelt aber bereits Berge, Meere und Felder perspektivisch zu einer Landschaft wie in einem Malbuch (Abb. 60).<sup>362</sup> In der nun als »schematic view« untertitelten Grafik sind eine Fabrik, Felder, das alte Modell eines Ölförderturms und Nadelwälder im Stil von Icons wie für eine Bilderbuchwelt illustriert. Aus einer Wolke wurde eine Regenwolke. Statt eines rein funktionalen Schemas wie dem in Abb. 59 sehen die Betrachter das diagrammatische Schema nun um die Illustration einer Landschaft bereichert.

In einer Überarbeitung desselben Schemas für den folgenden Report von 2001 wurden die einzelnen Faktoren im grafischen Raum etwas umgestellt und ergänzt (Abb. 61).<sup>363</sup> Nun gibt es ein sportliches Auto und ein Haus mit Giebeldach, die Fabrik-silhouette ist an die Meeresküste gerutscht, vom Gebirge wälzt sich ein Gletscher ins Tal; ein Berg ist nun ein rauchender Vulkan. Die neuen Icons, die die Modellwelt besiedelt haben, demonstrieren den Erkenntniszuwachs bezüglich der Wechselspiele und treibenden Faktoren des Klimasystems.

Auch in den vierten Sachstandsbericht des Weltklimarats von 2007 fand die schematische Ansicht des Klimasystems Eingang (Abb. 62). Der Bericht ist erstmals durchgängig farbig, was sich auch auf die Grafik ausgewirkt hat, die nun koloriert ist.<sup>364</sup> An den Bildsymbolen wurden leichte stilistische Veränderungen vorgenommen, die jedoch weniger neue Komponenten im System anzeigen, als vielmehr bloß eine stilistische Neueinrichtung der Miniaturwelt sind. Die Wolken besitzen nun Schattierungen, die Fabrik ist eine rote Werkshalle, das Auto auf der

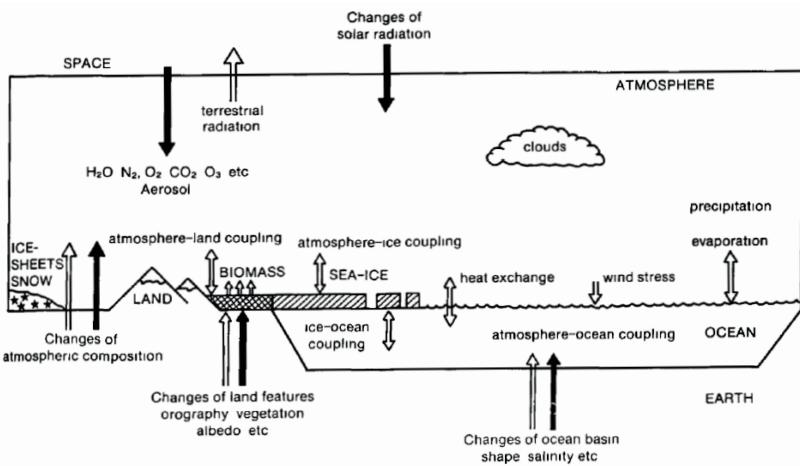


Abb. 59: Diagrammatisches Schema des Klimasystems im Sachstandsbericht des Weltklimarats 1990. Die Abbildung reproduziert eine Grafik aus dem Jahr 1975.

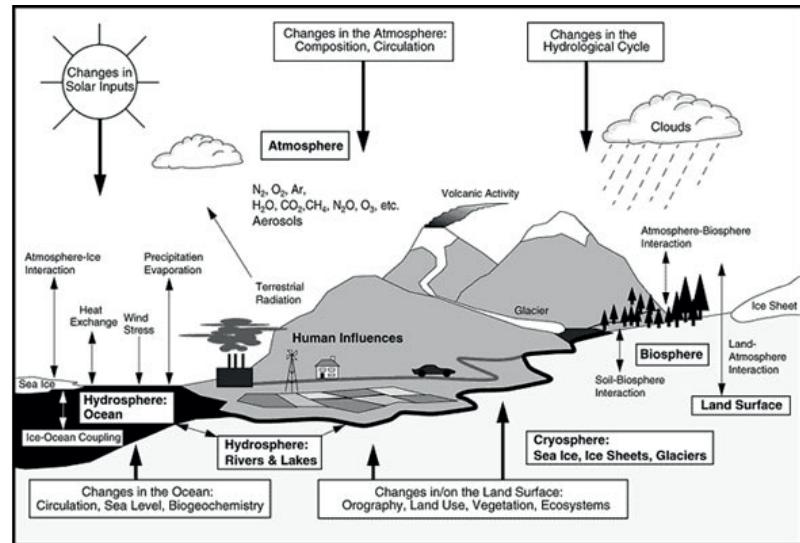


Abb. 61: Die Landschaft wird weiter ausgestattet. Grafisches Schema des Klimasystems im Sachstandsbericht des Weltklimarats, 2001.

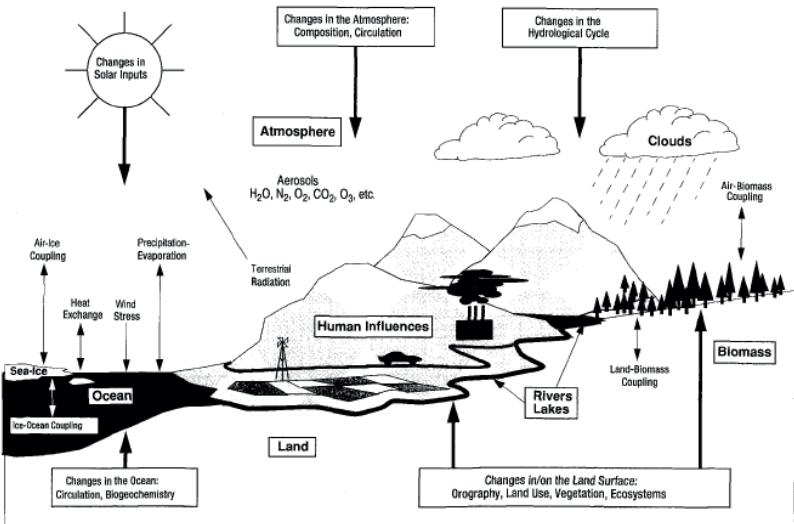


Figure 1.1: Schematic view of the components of the global climate system (bold), their processes and interactions (thin arrows) and some aspects that may change (bold arrows).

Abb. 60: Das Diagramm wird zur Landschaft. Grafisches Schema des Klimasystems im Sachstandsbericht des Weltklimarats 1995.

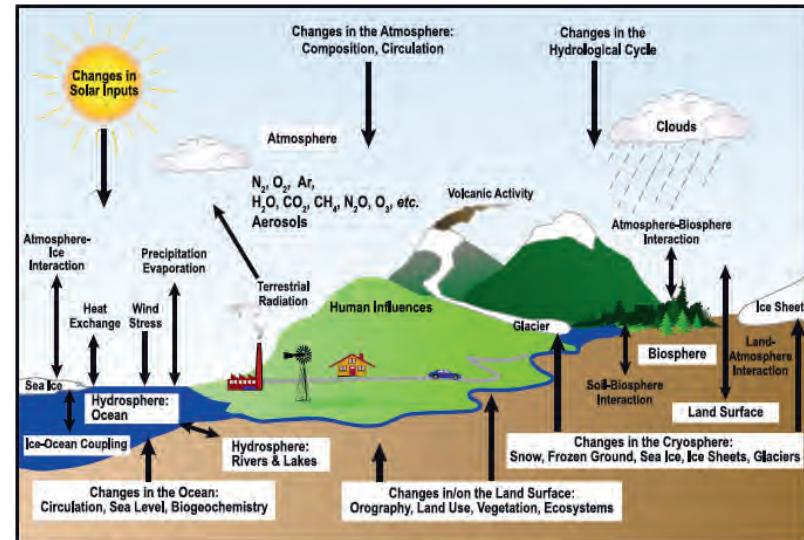


Abb. 62: Die Landschaft wird farbig. Grafisches Schema des Klimasystems im Sachstandsbericht des Weltklimarats, 2007.

Straße blau, die Stilistik des Hauses wirkt mitteleuropäisch, das historische Modell des Ölförderturms ist noch weiter detailliert. Das gewählte Farbspektrum wiederum legt eine Verortung des Modells in den gemäßigten Breiten nahe. Das diagrammatische Schema des Klimasystems wurde in den Prototyp einer Landschaft verwandelt.

### Die Natürlichkeit der Klimamodelle

Hatten die Schemata bislang den Erkenntnisstand über das Klimasystem unabhängig von seiner Modellierung im Computer veranschaulicht, so gibt es im Bericht von 2007 erstmals Grafiken vom Klimasystem, wie sie im Rechner modelliert werden. Dies markiert einerseits die gewachsene Erkenntnissfähigkeit der Computermodelle sowie andererseits, wie das Wissen vom Klimasystem und das simulierte Klimamodell in einer Geschichte des Fortschritts der Modelle immer mehr zur Deckung kommen.

Der Bericht zeigt eine sechsteilige Bildserie, die die stetige Zunahme der Komplexitäten der Klimamodelle seit Mitte der 1970er-Jahre ins Bild setzt (Abb. 63).<sup>365</sup> Im Vergleich zur schematischen Darstellung des Klimasystems (Abb. 58) wird erkennbar, wie die Modelle das Klimasystem immer besser nachbilden. Die Bildunterschrift lautet: »Die Komplexität von Klimamodellen ist in den letzten Jahrzehnten gewachsen. Die zusätzlichen physikalischen Daten, die in die Modelle eingeflossen sind, werden durch die verschiedenen Eigenschaften der Modellwelt bildhaft dargestellt.«<sup>366</sup>

Folgt man der chronologisch angeordneten Bildserie, so waren in den Modellen der 1970er-Jahre bereits die Wechselwirkungen von Atmosphäre, Sonne, Regen und menschlich verursachten CO<sub>2</sub>-Abgasen modelliert, was die hart auf dem unteren Bildrand platzierte qualmende Fabrik anzeigt. In den 1980er-Jahren wurde das Modell um Berge und Eismassen, also Aspekte der Litho- und der Kryosphäre, erweitert. Seit den 1990er-Jahren,

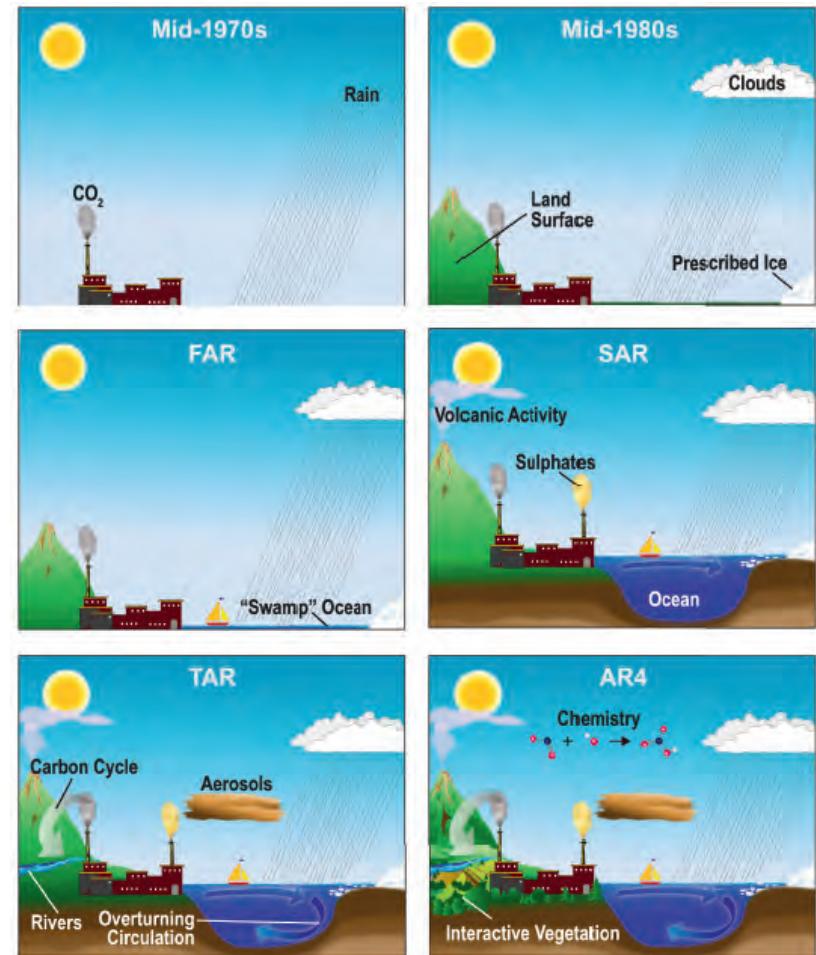


Abb. 63: Modellwelten: Darstellung der Komplexitätssteigerung in den Klimamodellen seit den 1970er-Jahren durch die Modellierung der Zirkulation und Interaktionen von Atmosphäre, Sonnenstrahlung, Ozeanen, Eis, Hydrologie, Oberflächentopografie, Biosphäre, Kryosphäre, Wolken, Sulfate. Sachstandsbericht des IPCC, 2007.

mit jedem Bericht des IPCC (FAR, SAR, TAR, AR4), kamen neue Aspekte des Ozeans und der Landmassen hinzu, auch Wolken, vulkanische Aktivitäten, Sulfate, Aerosole, Flüsse, Lithosphäre und Biosphäre sowie weitere chemische Kreisläufe. Im Verlauf der bunten Bildserie wird ein Zuwachs an räumlicher Tiefe und Ferne plastisch. Die Leere der Welt auf dem ersten Bild wurde schrittweise so weit gefüllt, dass aus dem Schema eine kleine kontingente Welt geworden ist, in der ein rotes Segelboot seine Runden über den Ozean ziehen kann.

Auf die Spitze getrieben wird der Stil des Naturalismus jedoch mit Darstellungen wie jener, mit welcher die US-amerikanische University Corporation for Atmospheric Research auf ihrer Website ihr *Community Earth System Model* (CESM) populär macht (Abb. 64). Hier sehen sich die Betrachter einem dreidimensionalen bunten Ausschnitt aus einer fotorealistisch ausgearbeiteten Miniaturwelt gegenüber, die aussieht, als wäre sie aus der Vogelperspektive einer Satellitenkamera aufgenommen.<sup>367</sup> Neben den plastisch gezeichneten Kumuluswolken, dem niedergehenden Regen und der bräunlichen Luftverschmutzung über den Städten sind es insbesondere die Berge, die sich reliefhaft wie wirkliche Gebirge am hinteren Rand des Schemas auftürmen.

Der Naturalismus wird jedoch auch durch die Farbgebung unterstrichen, die im normierten und optimierten Spektrum von Landschaftspostkarten gehalten ist. Um den Eindruck einer wirklichen Landschaft nicht zu stören, wurde auf die Pikogramme von Autos und Fabriken verzichtet, aber auch die Anzahl der Pfeile, die die zahlreichen klimatischen Wechselwirkungen anzeigen, wurde auf nur noch drei reduziert, wovon einer auf das neu modellierte marine Ökosystem weist. Die Wechselwirkungen in einer natürlichen Welt scheinen selbstverständlich zu sein, sie müssen nicht mehr explizit dargestellt werden. Einzig die harten Schnittkanten an den Rändern der Darstellung erinnern daran, dass dies eine künstlich erschaffene Welt ist.

In diesem Bildprodukt wurde das abstrakte Design eines grafischen Funktionsschemas fast vollständig aufgegeben. Das

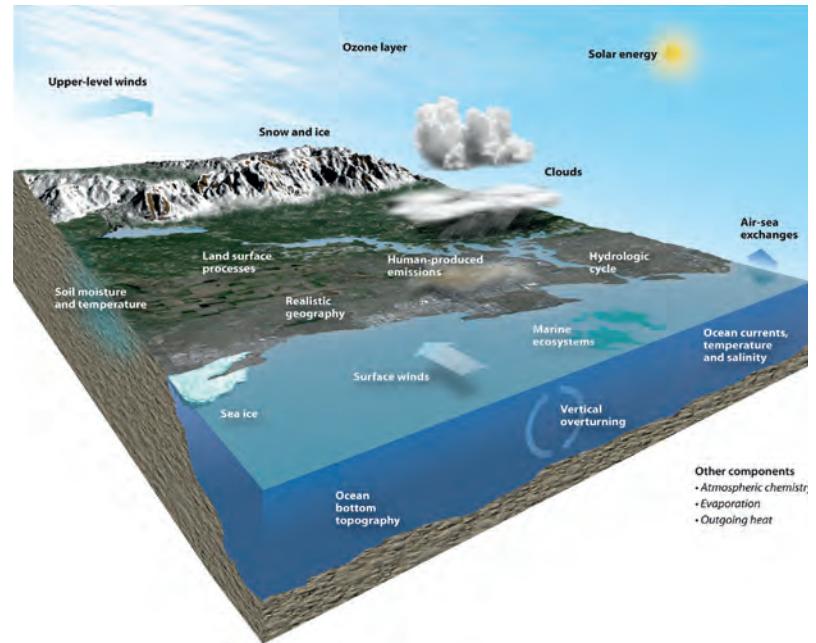


Abb. 64: Luftbildartige Ansicht der Struktur des *Community Earth System Model* (CESM) des National Center for Atmospheric Research, USA, 2012.

Schema des modellierten Klimasystems wurde mit dem realistischen Modell einer besiedelten Küstenlandschaft wie in einem Diorama-Schaukasten vertauscht. Die ebenfalls normierte Anordnung der Klimakomponenten mit den Bergen im Hintergrund, dem Wasser im Vordergrund und der menschlichen (Agri-)Kulturlandschaft im Mittelgrund erinnert an das stereotype Kondensat einer Landschaft, die alles enthält. Zudem scheint auch diese Landschaftscollage ihr Vorbild an den gemäßigten Breitengraden zu nehmen. Der globale Anspruch des Klimamodells erscheint in seiner zugespitzten, emblematischen Versinnlichung äußerst lokal.

### Eine Ikonografie der Modelle oder neue Agonie des Realen

Gibt es eine Bildrhetorik, die hinter dem Wunsch nach mehr Plastizität und Realismus der Bilder von Klimasystem und Klimamodellen aufscheint? Oder ist die betonte Plastizität nur Moden geschuldet, die sich aus neuen Bildtechniken und den hyperrealistischen 3-D-Stilen von *Pixar* und *DreamWorks* und den dadurch entstandenen Sehgewohnheiten von virtuellen Welten ergeben haben? Wie hängen Form und Inhalt im Fall des beobachtbaren zunehmenden bildlichen Realismus zusammen, der aus einem abstrakten Diagramm des Klimasystems eine plastisch ausdetaillierte Modelllandschaft werden ließ?

Die Frage stellt sich auf Basis der Annahme, »dass die jeweilige Wahl einer Bildform, eines Bildmediums oder eines Bildtypus im Sinne von Erwin Panofskys ›disguised symbolism‹ gerade im Offensichtlichen unerkannte Seiten besitzt, die den Gegenstand und die Art seiner Erforschung prägen«. Die Wahl der grafischen Mittel und Stile formt »die Ergebnisse und Einsichten, welche [wissenschaftliche Bilder] darstellen, immer auch konstruktiv [mit]«.<sup>368</sup> Deshalb soll hier der subtile Wandel der Bildformen des Klimaschemas auf den im Bild artikulierten

Erkenntnisanspruch jenseits der die Grafiken rahmenden Texte bezogen werden.

Eine kritische Antwort auf die Frage des Naturalismus in den Modellvisualisierungen hat zuerst der Atmosphärenwissenschaftler Bjorn Stevens vom Max-Planck-Institut für Meteorologie formuliert.<sup>369</sup> Seine Argumentation ist für die hier untersuchte Frage erhellend, weil hier von einem Klimamodellierer selbst eine bildkritische Haltung gegenüber den erzeugten Visualisierungen zutage tritt. Im Eröffnungsvortrag einer internationalen Konferenz zur Erdsystemmodellierung in Hamburg 2012 kommentierte er das bereits beschriebene naturalistische 3-D-Schema des National Center for Atmospheric Research (Abb. 64) mit den folgenden Worten:

Und das hier [...] ist eine absolut faszinierende Abbildung, auf absurde Weise fantastisch. Sie ist von ihrem Realismus selbst so überwältigt, dass sie die Fehler früherer Abbildungen noch verstärkt, sodass der wichtigste Treiber des Klimawandels nicht mehr auftaucht [...]. Die Vorstellung, dass die hauptsächliche Herausforderung in der Kopplung von Prozessen besteht, fällt vollständig weg, zugunsten eines Bildes, das hervorhebt, wie vollständig unsere Modelle sind [...] und damit wie realistisch sie geworden sind.<sup>370</sup>

Im Kleid der visuellen Naturalisierung zeigt sich der Anspruch, dass die numerischen Simulationen die Realität immer besser ersetzen könnten. Die zunehmend bunte und malerisch ausgefüllte Räumlichkeit der Modellschemata präsentiert die Geschichte der Modelle als eine Geschichte des Fortschritts, in der die technischen Systeme mit jeder neuen Komponente immer realitätsnäher geworden sind.

Mit dem Realismusstil der Darstellung wird die Sicherheit des numerischen Klimamodells behauptet, um den Preis, dass die eigentliche Bildlosigkeit des codierten Klimamodells und die

Unschärfe des Klimasystems als *epistemisches Ding* im Rechner mit dem scharfen, fotorealistischen Weltbild des Modells verwechselt werden. Gabriele Gramelsberger hat deshalb die »simulierten Weltbilder« als doppeldeutig beschrieben, weil sie leicht als Abbilder missverstanden werden könnten, wodurch ihr operativer Charakter vergessen wird.

Die Doppeldeutigkeit »simulierter Weltbilder« liegt in ihrer »realistischen« Ausgestaltung mit gänzlich unanschaulichen Strategien. [...] Was sich in den Visualisierungen tatsächlich zeigt, sind jedoch nur die Zahlenspiele mathematisch modellierter Theorien, die noch dazu als Resultate der approximativen Methode der Simulation Möglichkeitsbilder von mehr oder weniger hypothetischem Charakter sind. Die Logik simulierter Weltbilder liegt in ihrer Komplexität und Detailliertheit, in ihrem gerasterten Blick auf die Welt, der weder ewig noch exakt, sondern verschwommen ist.<sup>371</sup>

Die Bilder rechtfertigen den gewachsenen Geltungsanspruch der mittels Modellsimulationen erzeugten Erkenntnisse der Klimaforschung. Nimmt man die Bilder für sich allein, stellen sie das Argument visuell in den Raum, dass die Modelle trotz ihrer notwendigen Vereinfachungen komplex genug seien, um eine fundierte Basis für ein »Trust in the Models« zu erlauben.<sup>372</sup> Dieses Vertrauen in die Modelle ist heute im Rahmen der Politik extrem wichtig, weil die Modelle nur mit diesem Vertrauen als Grundlage für politische Entscheidungen dienen können. In den Bildern zeigen sich so abermals die unlösbaren Vermischungen und Spannungen zwischen den unterschiedlichen Wertesystemen von Klimaforschung und Klimapolitik. Dies geschieht um den Preis, dass die Bilder das Wissen der Modellierer in den Hintergrund treten lassen, dass die zunehmende Komplexität der Modelle und die Kopplung der divergenten Subsysteme nicht nur neue Erkenntnisse, sondern auch neue Probleme einbrachten.

Aus der mechanistischen Logik der Klimamodelle resultiert Natürlichkeit, gleichzeitig werden die Modelle selbst naturalisiert. Der zunehmende Realismus der Schemata des Klimasystems erscheint so als ein weiterer Beleg für die These, dass »ein wissenschaftliches Bild oftmals umso stärker konstruiert ist, je natürlicher sein Gegenstand in der Wiedergabe erscheint. Entsprechend tendiert der artifizielle Charakter des Bildes dazu, in Vergessenheit zu geraten, sobald mit dem Bild gearbeitet wird.«<sup>373</sup> Die Bilder können an die Stelle der Modelle treten, sie überlagern das Wissen, dass die Modelle selbst künstliche Labore sind. Für die hier erörterten Beispiele bedeutet dies letztlich, dass die Modelle nicht mehr bloß als *heuristische Konstrukte* dargestellt sind, die als Entscheidungshilfen Orientierungswissen für eine nachhaltige Klimapolitik liefern. Der Glaube an die Modelle als zweite Natur wird so sehr beworben, dass sie zu einem Fetisch werden können. In den Miniaturwelten mit ihren Piktogrammen und Pfeilen erscheint die Natur wie ein exakt funktionierendes Uhrwerk, bestehend aus einzelnen berechenbaren Komponenten, die, einem deterministischen Wissenschaftsverständnis folgend, ineinander greifen wie Zahnräder.<sup>374</sup> Für das Wissen der Modellierer um die Probleme und Unsicherheiten einer Mathematisierung der Welt auf der Basis von Nullen und Einsen lässt das Bild keinen Raum.

Die »Verschwindensrhetorik« der referenzlosen Simulacra muss in Anbetracht der Klimasimulationen neu überdacht werden.<sup>375</sup> Einerseits scheint die Ende der 1970er-Jahre aufgebrachte Hypothese, dass sich das Reale restlos in die Zeichen verflüchtigt habe, also in die sogenannten virtuellen Welten mit ihrem immersiven Charakter, hier abermals Bestätigung zu finden. Doch wird das Argument hier umgekehrt, in dem Sinne, dass die Zeichen das Reale überhaupt erst hervorbringen. Einmal mehr scheint der Zielpunkt einer »Konkurrenz und gegenseitigen Vertauschbarkeit von Wirklichkeit und Simulation« auf, die im Fall der Klimasimulationen die Physik des Erdsystems als Ganzes auf einer Ebene der Prozesse modelliert.<sup>376</sup>

Das Potenzial des heuristischen Erkenntniswerts der Modelle scheint heute der einzige Weg zu sein, auf dem sich Bilder möglicher Zukünfte antizipieren und diskutieren lassen. Mit dem gewünschten Vertrauen in die Modelle wird deshalb die Notwendigkeit von realpolitischen Entscheidungen untermauert. Wenn jedoch die Modelle der Klimaforschung heute immer wieder der Vorwurf trifft, sie seien noch zu ›unsicher‹ und ›vereinfachend‹, so wirken die malerischen Modelllandschaften diesem Vorwurf visuell entgegen. Hier gewinnen Hannah Arendts Einschätzungen des Erkenntnisvermögens des neuzeitlichen Weltbildes eine neue Bedeutung: »Aber dem Jubel wird der Verdacht auf dem Fuße folgen, daß diese mathematisch vorausgesagten Universen Traumwelten sein könnten, in denen jede Traumvision, die der Mensch so oder anders produziert, sich als Wirklichkeit bewährt, solange der Traum währt.«<sup>377</sup>

Die simulierten Welten werden als Wirklichkeit dargestellt. Für die Simulationen möglicher Klimazukünfte heißt dies, dass es derzeit keine andere Möglichkeit zu geben scheint, als die simulierten, wissenschaftlich erzeugten Welten der Klimawissenschaftler als mögliche und wahrscheinliche Wirklichkeiten gleichzeitig ernst zu nehmen und kritisch zu betrachten.

## Glaubensfragen Die Bilder der Klimawandelleugner<sup>378</sup>

In einem Cartoon sieht man einen übergewichtigen, selbstherrlichen Vertreter der chemischen Industrie, der vor der Handelskammer spricht. Er sagt: »Betrachten Sie es doch mal so: Wenn genügend Smog in der Luft ist, kann auch niemand mehr den Klimawandel sehen.«<sup>379</sup> (Abb. 65)

Eine US-amerikanische Webseite, die über die Machenschaften der Klimawandelskeptiker aufklärt, wiederum nennt sich *Desmog* und wirbt mit dem Slogan: »Wir bereinigen die PR-Verschmutzung, die die Klimawissenschaft vernebelt« (»Clearing the PR Pollution That Clouds Climate Science«). Rauch und Nebel, so scheint es, spielen nicht nur für die Klimawandelleugner eine Rolle, die bestreiten, dass es die Abgase des CO<sub>2</sub>-intensiven Lebensstils des Homo Oeconomicus sind, die die globale Erwärmung befeuern. Auch im Glaubensstreit zwischen der etablierten Klimawandelforschung und den Klimawandelleugnern geht es um die Erzeugung von Rauchwolken und um ihre Beseitigung.

Sucht man Bilder mit dem Stichwort »Klimalüge« bei einer bekannten Suchmaschine, sind es weniger Cartoons, sondern vor allem Zeitstrahlgrafiken, die im Browser auftauchen. Die meisten Grafiken zeigen entweder das Verhältnis von solarer Energie, Sonnenflecken und Temperaturen, die Klimgeschichte seit der letzten Eiszeit oder aber die Stabilisierung der globalen Temperaturkurve in den letzten fünfzehn Jahren. Eine Grafik, die bei dieser Suche ins Auge sticht, enthüllt die Höcker der Klimgeschichte seit der letzten Eiszeit in einer farbig ausgefüllten Kurve (Abb. 66).

Was die weiche Kurvenlandschaft dieser Menschheitsgeschichte aus Klimadaten visuell behauptet, ist, dass die gegenwärtige Erwärmung, wenn man sie im Rahmen der letzten 10.000

# COUNTERTHINK



Abb. 65: Klimawandel als Problem vernebelter Sichtweisen.  
Cartoon von Mike Adams und Dan Berger.

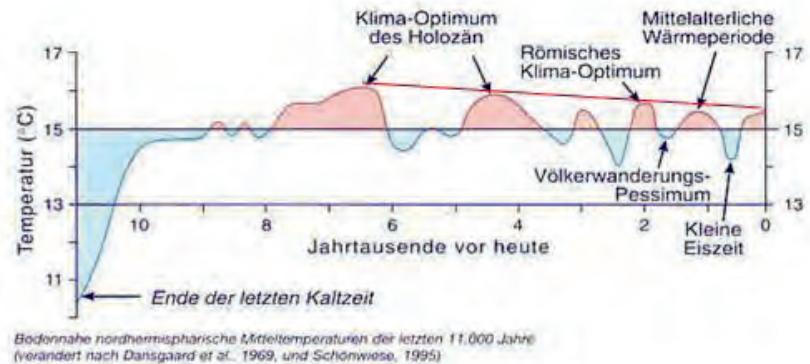


Abb. 66: Alles schon mal dagewesen? Klimgeschichte der letzten 12.000 Jahre von der klimaswandelskeptischen Website des Vereins EIKE. Die weiterverbreitete Kurve basiert auf einer Grafik aus Christian-Dietrich Schönwieses Buch *Klimaänderungen*, 1995.

Jahre sieht, vergleichsweise harmlos sei. Im Verhältnis zum »holozänen Klimaoptimum« vor 8.000–6.000 Jahren sticht der kleine ansteigende rote Hügel am Ende der Kurve nicht besonders hervor. Auch reicht er nicht höher als der Gipfel der mittelalterlichen Wärmephase. Die wahre Bedrohung wäre in der Logik dieser Kurve eine neue Eiszeit. Das Fazit, das moderne Kurvenleser aus dieser Grafik ziehen müssen, ist: **Der Klimawandel ist ein ganz natürlicher Vorgang. Sind die Warnungen der Vereinten Nationen vor dem schwerwiegenden Risiko einer Klimakatastrophe also nur Panikmache im verdeckten Auftrag von ganz anderen Mächten?**

Die Kurve steht im Zusammenhang eines Artikels in der Zeitung *BILD* vom Februar 2012 mit dem Titel »Die CO<sub>2</sub>-Lüge. Renommierter Forscher-Team behauptet: Die Klima-Katastrophe ist Panik-Mache der Politik«. Ein emeritierter Physikprofessor namens Werner Weber interviewte hierzu den ehemaligen Umweltsenator und Energiewirtschaftsmanager Fritz Vahrenholt, dessen Buch *Die kalte Sonne. Warum die Klimakatastrophe*

nicht stattfindet mit dem Artikel beworben wird. Sein Autoren-team wird als vertrauenswürdige Quelle für die typischen Argumente der Klimawandelleugner angeführt. Worüber die Leserschaft nicht informiert wird, ist, dass Weber und Vahrenholt selbst niemals Klimaforschung betrieben haben, dass Vahrenholt in seinen Tätigkeiten für Energiekonzerne als Lobbyist zu bezeichnen ist und dass beide der klimawandelskeptischen, politischen Interessensgruppe EIKE<sup>380</sup> nahestehen. EIKE steht für »Europäisches Institut für Klima und Energie«, es ist als Verein organisiert, wobei sich EIKE das in den meisten Ländern ungeschützte und dadurch irreführende Label »Institut« zunutze macht. Dass der Zusatz »Institut« hier kein Unterscheidungsmerkmal für Forschung und Öffentlichkeitsarbeit bietet, ist ein Umstand, der von Lobbyisten und Interessensgruppen gerne ausgenutzt wird. Die Zeitung präsentiert Botschaft und Botschafter unhinterfragt als glaubwürdige Autoritäten.

Auf dem deutschen Buchmarkt besteht kein Mangel an Titeln, die die Anhänger der Klimalügenthese mit ihren Fakten versorgen. Neben dem Titel von Vahrenholt sind dies *Der Öko-Nihilismus 2012. Selbstmord in Grün* (Edgar L. Gärtner), *Handbuch der Klimalügen* (Harry G. Olson), *Die Lüge der Klimakatastrophe* (Hartmut Bachmann), *Klimawandel. Gewissheit oder politische Machenschaft?* (Helmut Böttiger), *Klimahysterie: Was ist dran?* *Der neue Nairobi-Report über Klimawandel, Klimaschwindel und Klimawahn* (Michael Limburg), *Fakten, nichts als Fakten! Globale Erwärmung oder globale Verblödung der Menschen?* (Otto Hahn), *Die Lüge der Klimakatastrophe. Das gigantischste Betrugswerk der Neuzeit. Manipulierte Angst als Mittel zur Macht* (Hartmut Bachmann), *Freispruch für CO<sub>2</sub>. Wie ein Molekül die Phantasien von Experten gleichschaltet* (Geoffrey Steinherz und Wolfgang Thüne). Weitet man die Suche auf den angelsächsischen Raum aus, steigt die Zahl derartiger Publikationen um ein Vielfaches.

Wenn seit 2017 führende, als Politiker und Lobbyisten tätige Klimawandelskeptiker in wichtigen Positionen der republikanischen US-Regierung bzw. der Umweltbehörde gebracht wurden,

steht dies letztlich für den durchgreifenden Erfolg der Strategien der *Public Relations*, wie sie in der Folge von Edward Bernays zunächst noch unter dem Stichwort der Propaganda seit den 1930er-Jahren in den USA implementiert wurden. Das Menschenbild der Anhänger dieser Form von Öffentlichkeitsbeeinflussung ist nicht von der Auffassung rational erreichbarer Bürger geleitet, sondern vom Gedanken des Erfordernisses einer manipulativen Psychologie der Massen, die Bernays als unerlässliche Basis für den Erfolg von Demokratien ansah. Im Zuge dieser Entwicklungen lässt sich eine Escalation hin zu einem Glaubenskrieg um die jeweils »richtige Weltsicht« mit Anspruch auf Klimarealismus beobachten, der sich in zunehmend aggressiv geführten Disputen und Kommentaren entfaltet. Die Weltansichten der Klimawandelleugner aus Politik, Wirtschaft und PR stehen den Erkenntnissen der internationalen Klimawandelforschung, die in Forschungseinrichtungen und Universitäten produziert wird, hierbei diametral entgegen. Der Konflikt ist zu nicht weniger als einem Machtkampf um Wissen, Glauben, Wahrheit und Fakten avanciert, der im Kern darum geht, mit welcher Form von Politik und Wirtschaft zukünftig auf die Erdatmosphäre Einfluss genommen werden soll – und ob diese regulierend oder weiterhin ungebremst vorstattengehen soll.

»Was können wir wissen? Was sollen wir tun?« Diese beiden ersten Fragen aus Kants Reflexion über die Erkenntnis sind in der Debatte, die außerwissenschaftlich über den Klimawandel geführt wird, zentral. An diesem Punkt entspringt ein Ideologiekampf, der in Deutschland – anders als in Ländern wie Kanada, Australien oder den USA – zwar nur unterdrückt abläuft, aber dennoch einen wichtigen Kern trifft, der weder als Verblendung oder Minderheitenmeinung verharmlost oder verdrängt werden darf. Woher wissen wir, was wir wissen? Woher stammen die Informationen, die diejenigen, die nicht in die Klimaforschung involviert sind, erhalten? Und wie lässt sich entscheiden, wem zu glauben ist? Sind der Glaube bzw. Unglaube an den Klimawandel ideologisch – oder, wie es heute heißt, durch »Framing«

(Rahmungen) geprägt, das immer nur einen Teil der Welt erleuchtet, andere jedoch systematisch ausblendet, sodass es keine Möglichkeit gibt, die Weltsichten und Überzeugungen des einen oder anderen Lagers umzustoßen?<sup>381</sup> Ist es so wie beim Kreationismus, jener das erste Buch Moses wörtlich interpretierenden christlichen Glaubenshaltung, deren Anhängerschaft auch durch das höchste Maß an Rationalität, Beweiskraft und Logik nicht von den wissenschaftlich gewonnenen Erkenntnissen über die Erdgeschichte überzeugt werden kann, sondern diese als atheistische Ideologie abtut? Die Kommunikationsstrategien der Klimawandelleugner sind für die Diskussion der Klimawandelkommunikation besonders aufschlussreich, weil sich an den verhärteten Fronten dieses Kampfes um Überzeugungen, Autoritäten und Glaubensfragen zeigt, wie eng gegenwärtig Politik und Klimawandelforschung zusammenhängen. Denn die Erkenntnis vom Klimawandel mit all seinen Konsequenzen stellt eine große Herausforderung für Weltsichten und damit zusammenhängende Systemfragen dar, die sich z. B. darin unterscheiden, inwiefern wissenschaftliche oder ökonomische Weltbilder in Einklang gebracht werden können.<sup>382</sup>

Es sind die folgenden Fragen, die im Zentrum dieses Kapitels stehen: Gibt es etwas Spezifisches im Bildgebrauch der Medien, die dem Umfeld der Klimawandelleugner zuzurechnen sind (oftmals Skeptiker genannt)? Nach welchen Kriterien werden die Bilder ausgewählt? Welche Funktion spielen sie in klimawandelskeptischen Argumentationen? Wann wiederum werden Fotografien eingesetzt? Werden wissenschaftliche Grafiken gezielt gefälscht und verändert? Gibt es bestimmte Bildtypen, die vornehmlich eingesetzt werden, um die klimawandelskettische Argumentation zu untermauern? Zunächst ist es jedoch unerlässlich, die Definition des Wortes »skeptisch« in der Wortverbindung »klimawandelskettisch« bzw. »klimaskeptisch«, wie es oft synonym heißt, darzulegen.<sup>383</sup>

## »Klimaskeptiker« Was ist Skepsis?

Analysiert werden im Folgenden solche Grafiken, die von Autoren verwendet werden, die absichtlich und strategisch die anerkannten Ergebnisse begutachteter Klimaforschung mit Zweifeln übersähen. Diese Strategie wurde erstmals 1988 angewendet. Damals gab der Klimamodellierer und frühere Direktor des Goddard Institute for Space Studies, James E. Hansen, bekannt, dass ein vom Menschen verursachter Klimawandel mittels Messtechniken erkennbar sei und durch die Forschungen seines Instituts bewiesen werden könne. Im selben Jahr wurde der Weltklimarat von den Vereinten Nationen begründet, das Thema Klimawandel trat also aus der Wissenschaft in die Arena der Politik und an die Öffentlichkeit. Seitdem gibt es zahlreiche organisierte Kampagnen, die die Ursachen und Folgen des Klimawandels systematisch verunklären oder verleugnen, indem sie die Wissenschaften, die diese Erkenntnis hervorbringen, attackieren.

Die Kampagnen mit der größten Wirkung nahmen ihren Ausgangspunkt in den USA.<sup>384</sup> Die Strategie dieser Kampagnen ist bis heute auf das Ziel hin entwickelt, größtmöglichen Zweifel an der globalen Erwärmung vor allem in der »allgemeinen Öffentlichkeit« zu bewirken. Hierzu werden die Sichtweisen von wissenschaftlichen Minderheiten sowie Unsicherheiten in den Forschungen systematisch hervorgehoben. Auf diese Weise wird der Eindruck erzeugt, dass es für die Wissenschaft noch viele grundlegende und offene Fragen gäbe. Es ist hierbei der Begriff des »Cherry Picking« (also des Herauspickens der besten Rosinen aus dem Kuchen), der die Methode vieler Klimawandelleugner benennt: Bestimmte Nachweise und Erkenntnisse werden isoliert, indem Erkenntnisse, Belege oder Daten, die nicht ins Bild passen, ignoriert und außen vor gelassen werden.<sup>385</sup> Oft wird nicht nur die wissenschaftliche Forschung fälschlich wiedergegeben oder verzerrt. Eine verbreitete Strategie besteht auch darin, die involvierten Forscher selbst anzugreifen oder in

**ihrer Persönlichkeit abzuwerten, wodurch die Arbeit der Forscher gleich mit diskreditiert wird.**

Die hier untersuchten Beispiele sind von solchen Institutionen und Akteuren vorgebracht worden, die selbst keine Klimawandelforschung betreiben. Die öffentlichkeitswirksamsten Mitglieder dieser Institute sind weder selbst Klimaforscher, noch publizieren sie in begutachteten Fachzeitschriften, wo sie ihre Argumente überprüfen lassen müssten. Die Organisationen, für die sie arbeiten, sind zum Teil von der Energiewirtschaft oder liberalen Parteien finanziert bzw. stehen diesen sehr nahe. Die konservativ einflussnehmende Denkfabrik The Heartland Institute<sup>386</sup> beispielsweise spielt eine Schlüsselrolle im Bündeln von Aktionen, die den Klimawandel leugnen, zudem gibt die Organisation selbst wissenschaftlich erscheinende Klimaberichte heraus und organisiert regelmäßig sogenannte »Klimakonferenzen«, auf denen passende Wissenschaftler, aber vor allem Personen aus Wirtschaft, Politik und PR die klimawandelskeptischen Argumente zementieren. Die Hauptzielgruppen des Instituts sind Öffentlichkeit, Presse und Politik, weshalb es als *aktivistisch* bezeichnet werden muss, da es seine politischen Ziele durch besonders intensive Strategien durchsetzen will. **Seine Gegner sind nicht nur die Aktivisten vom anderen Lager (»Umweltaktivisten« oder »environmentalists«) wie Al Gore, sondern vor allem die anerkannte Klimaforschung, wie sie vom Weltklimarat der United Nations begutachtet wird.** Dass diese Forscher ins Visier geraten, liegt daran, dass sie aus der Sicht der Klimawandelleugner ihr Mandat überreizen, weil sie die Gesellschaft durch ihre Erkenntnisse nicht nur informieren, sondern auch warnen, also selbst »aktivistisch« agieren, d. h. für eine politische Agenda eintreten. Weil diese Forscher die Verantwortung für die politische Bedeutung ihrer Ergebnisse übernehmen, werden sie von Klimawandelleugnern mitunter »radical global warming alarmist[s]«<sup>387</sup> genannt, »global warming campaigners«, »global warmists« oder einfach »alarmists«, oder sogar als Klimakreuzritter (»climate crusaders«) beschimpft, während sich die

Klimawandelleugner als »climate realists« bezeichnen. Indem Forschung mit dem Vorwurf des Aktivismus versehen wird, werden die Ergebnisse der Forschung als tendenziöse »Propaganda« diskreditiert – also genau mit den Vorwürfen belegt, die auch für die Klimawandelleugner geltend gemacht werden.

**Der Streit ist ein Konflikt zwischen zwei grundlegend unterschiedlichen epistemischen Kulturen, die ihre Wahrheitsansprüche aus jeweils anderen Weltsichten ableiten.** Gleichzeitig ist die Frage von Skepsis, Glaube, Verleugnung und Ignoranz jedoch auch ein Beispiel dafür, wie die Probleme des Klimawandels mit ihren Fragen und Antworten auch im soziopolitischen Raum verortet sind. Aus diesem Grund können die politischen Probleme des Klimawandels auch nicht allein wissenschaftlich oder epistemisch gelöst werden. Das Spannungsfeld zwischen Wissenschaft und Politik, in dem die Forschung zum Klimawandel verortet ist, lässt sich im Rahmen dieser Untersuchung nur ansatzweise diskutieren.<sup>388</sup> Dieses Feld umfasst auch Bildfragen: Indem die vielfältigen Motive berücksichtigt werden, die die Protagonisten verfolgen, wenn sie die anerkannte Klimaforschung attackieren, wird die soziale Konstruktion des Wissens deutlich, das den Klimawandel verleugnet. Die häufigsten Motive, die hinter dieser Strategie stehen, sind politische Agendas, die auf kommerziellen Interessen bzw. dem Glauben an freie, unregulierte Märkte beruhen, also jene Agendas, für welche die Erkenntnis des Klimawandels die größte Bedrohung bedeutet.<sup>389</sup> Es ist hierbei interessant zu sehen, wie die jeweils gegnerische Seite mit dem Finger auf den anderen zeigt und behauptet, dass dieser in seinem Urteil voreingenommen sei und tief in ideologischer Verbrämung stecke. **Der gängige Vorwurf klimawandelskeptischer Stimmen gegenüber der etablierten Klimawandelforschung besteht darin, dass diese in Wahrheit links-politische Agendas, also linke Ideologien verfolge, die ihre »angeblich neutralen« Forschungen verzerre.**<sup>390</sup>

Die Unterscheidung zwischen Klimawandelleugnern und Klimawandelforschung gründet, oberflächlich betrachtet, auf der idealisierten Unterscheidung zwischen »solider Wissenschaft«

(sound science) und »Minderwissenschaft«<sup>391</sup> (junk science; junk = Müll, Ramsch). Die hier betrachteten Strategien der Klimawandel-  
leugner unterscheiden sich von der »gesunden« Skepsis, die jede Wissenschaft aufmerksam pflegen sollte. Skepsis ist ein Faktor, der jede Suche nach wissenschaftlicher Erkenntnis vorantreibt und somit fester Bestandteil der Klimawissenschaften.<sup>392</sup> Heute ist eine generelle skeptische Haltung mit den strengen Verfahren einer pluralistischen Begutachtung wissenschaftsintern umgesetzt. Im Prozess der Begutachtung, wie er vom Weltklimarat in besonders weitreichender Weise implementiert wurde, werden kontroverse Ergebnisse diskutiert und Unsicherheiten benannt. Doch egal wie hoch das Maß an gegenseitiger Prüfung ist, auch der Weltklimarat kann niemals zu hundert Prozent vorurteilsfrei sein, also vollkommen neutral und objektiv, da Forschung immer eine soziale Praxis ist. Forschung kann aber auch deshalb keine in allen Punkten hundertprozentige Gewissheit produzieren, da das Klima zudem ein äußerst komplexer und dynamischer Forschungsgegenstand mit zahlreichen Wechselwirkungen ist. Doch berühren die Unsicherheiten, die auf vielen Ebenen in der Klimawandelforschung bestehen, nicht die grundsätzliche Erkenntnis einer beobachtbaren, menschen-gemachten Klimaerwärmung, wie sie nach wie vor durch Klimawandelleugner bestritten wird. Während nämlich die generelle skeptische Haltung in den Wissenschaften bedeutet, »dass das gesamte Faktenmaterial berücksichtigt wird, bevor eine Schlussfolgerung gezogen wird«, lässt sich in klimawandelverleugnenden Argumentationen eine gegensätzliche Praxis beobachten.<sup>393</sup> Diese besteht, wie bereits erwähnt, darin, in der Manier des »Cherry Picking«, also der Rosinenpickerei, einzelne Stücke aus Beweisketten herauszugreifen. Die absichtliche Ignoranz der sogenannten »Klimaskeptiker« hat der australische Kognitionsforscher John Cook deshalb nicht als Skepsis, sondern als »Ignorieren von Fakten und wissenschaftlichen Erkenntnissen« beurteilt, die als Kehrseite der Lehre von der Erkenntnis im Rahmen einer »Agnotology« betrachtet werden muss.<sup>394</sup>

In den Händen von klimawandelverleugnenden Aktivisten erscheint Skepsis losgelöst von wissenschaftlichen Kernprozessen wie Überprüfen und Begutachten. Stattdessen wird Skepsis auf das Niveau einer bewusst irreleitenden Rhetorik gebracht. Eine der verbreiteten Strategien systematischer Verleugnung ist dabei »doubt-mongering«,<sup>395</sup> sinngemäß »Zweifel-Mache«, wie es Erik Conway und die Wissenschaftshistorikerin Naomi Oreskes in ihrer Studie zur Geschichte der Klimawandelskepsis in den USA erforscht haben. »Zweifel sind entscheidend für die Wissenschaft [...] – aber dadurch wird die Wissenschaft auch anfällig für Fehlinterpretationen, weil sich Unsicherheiten leicht aus dem Kontext reißen lassen und der Eindruck entstehen kann, dass alles ungeklärt ist.« Seit den 1980er-Jahren, als die Klimaforschung im Zuge der Entdeckung des Risikos eines anthropogenen Klimawandels ins Visier der Politik geriet, »begannen unterschiedliche Gruppen und Einzelpersonen die wissenschaftliche Evidenz herauszufordern, welche ihre kommerziellen Interessen oder ihre ideologischen Grundsätze störte.«<sup>396</sup>

Die Philosophin Anna Leuschner hat betont, dass »in öffentlichen Debatten wissenschaftliche Glaubwürdigkeit stets dann thematisiert [wird], wenn einerseits öffentliche Interessen betroffen sind und andererseits wissenschaftliche Unsicherheiten bestehen.«<sup>397</sup> Beides trifft auf die Klimawissenschaft zu. Von dieser wird erwartet, dass sie Wissen bereitstellt, auf dessen Basis zukünftige Risiken eingeschätzt werden können – dass also das erzeugte Wissen als Startpunkt für politische Entscheidungen und Handlungen dienen kann.<sup>398</sup> Die politische Relevanz des Klimawandelwissens geht einher mit der Beobachtung, dass Statistik als eine »Technologie des Vertrauens« dann höchst bedeutsam wird, wenn politischer Druck besteht und Glaubwürdigkeit nur schwer zu erreichen ist.<sup>399</sup> Damit zukünftige Risiken diskutierbar und verhandelbar werden, sind Politiker auf Zahlen angewiesen.<sup>400</sup>

Klimawandelleugner zielen auf »außerwissenschaftliche Glaubwürdigkeit«,<sup>401</sup> weshalb sich die Kampagnen der Klimawandelleugner maßgeblich auf die Beeinflussung der Massen-

medien konzentrieren. Journalisten wiederum verfolgen das Ideal eines ausgewogenen, balancierten Journalismus,<sup>402</sup> der beinhaltet, dass unterschiedliche Perspektiven dargestellt werden und nach Pro und Contra gesucht wird. Was die mediale Vermittlung angeht, kam es deshalb zu einer Verzerrung des Diskurses: Viele Medien haben in den letzten Jahren Klimawandelleugnern ebenso viel Platz für ihre Argumente eingeräumt wie den Klimawandelforschern, obwohl die Protagonisten der Klimawandelleugner eine sehr viel kleinere Gruppe ausmachen. Die medial verzerrte Repräsentation des Verhältnisses von Leugnern und Vertretern der Klimaforschung, die die Erkenntnis des Klimawandels stärken, hatte jedoch einen Effekt: Sie hat die wissenschaftlich validierte Erkenntnis, dass die globale Erwärmung menschengemacht ist und tatsächlich stattfindet, als eine immer noch offene Frage tief in viele Köpfe eingeschrieben – anstatt das Bild eines Konsensus, der es in der Forschung ist. Diese Beobachtung gilt nicht nur (wenngleich umso mehr) für den Journalismus eher konservativer und wirtschaftsorientierter Blätter (*Die Welt, Wallstreet Journal, BILD, Daily Mail, Fox News etc.*). Journalisten haben im gesamten Feld klimaskeptische Dispute behandelt, als seien diese wissenschaftliche Kontroversen. Die Wissenschaft und die Erkenntnis des anthropogenen Klimawandels funktionieren jedoch nicht wie ein »Zweiparteiensystem«: Auch wenn die wissenschaftliche Frage des anthropogenen Klimawandels bereits in den 1990er-Jahren entschieden wurde, präsentieren die Massenmedien diese bis heute als eine offene Frage, insbesondere in den USA, Australien und Kanada.<sup>403</sup>

Presse und Journalismus wurden durch diese Art der Berichtserstattung zum Teil willentlich, zum Teil unwillentlich zu Komplizen der Klimawandelleugner, indem sie dabei halfen, ein verzerrtes Bild der Klimawissenschaften zu generieren – was umso mehr für im Internet publizierte Äußerungen gilt. Denn für diejenigen, die ihr Wissen ausschließlich aus Presse und Internet beziehen – und das sind fast alle, die keine Klimaforschung betreiben –, ist es äußerst schwierig zu entscheiden, wem sie in

einem so komplexen Feld glauben sollen. Der Wissenschaftsjournalismus besitzt mithin eine nicht zu unterschätzende Macht.

Es ist die Berichtserstattung der Presse, die sich die Lobbyisten der Klimawandelleugner zum Ziel nehmen. Die Leugner haben dieses Ziel erreicht, wenn die außerwissenschaftliche Glaubwürdigkeit der etablierten Klimawissenschaften untergraben ist. Dies passierte beispielsweise, als 2009 die Emails von Wissenschaftlern des IPCC gehackt wurden und durch die Publikation dieser Emails auf klimawandelskeptischen Websites als »Climate Gate« Populärwissen wurde.<sup>404</sup> Dies geschah aber auch bereits 1994 in Form der persönlichen Attacken, denen sich der Klimaforscher Benjamin Santer ausgesetzt sah. Santer war leitender Autor des 8. Kapitels des zweiten IPCC-Berichts. Er wurde beschuldigt, schlechte Wissenschaft zu betreiben und bei seiner Zusammenfassung der Forschungen die Ergebnisse zu verfälschen.<sup>405</sup> Ähnliches gilt für 2013, als bei der Veröffentlichung des neuen IPCC-Berichts bekannte Klimawandelleugner und Lobbyisten überproportional mehr Sendezeit in britischen Medien erhielten als die Klimaforscher selbst.<sup>406</sup> Im März 2017 wurden zu einer in einem politischen Rahmen stattfindenden Anhörung mit dem Titel »Climate Science: Assumptions, Policy Implications, and the Scientific Method« vor dem House Committee on Science, Space and Technology gezielt drei tendenziell bzw. deutlich klimawandelskeptische Stimmen gegen einen einzigen Forscher, nämlich Michael E. Mann, eingeladen, dessen Ergebnisse in den Bericht der IPCC eingeflossen sind. Sie sollten den Stand des Wissens zum Klimawandel vor dem Komitee bezeugen (die Forscher mussten ein »Truth in Testimony« unterschreiben) bzw. vor dem Repräsentantenhaus in Zweifel ziehen.

### Die Bilder der Klimawandelleugner

Die Frage, die sich stellt, ist, ob die Technik der »Rosinenpickerei« und der irreführenden Darstellung Strategien sind, die sich auch

in den Bildern finden lassen. Klimawandelleugner machen Gebrauch von allen möglichen Medientypen, um ihre Botschaft zu übermitteln und um ausgewählte Beweisstücke zu präsentieren, die ihre Sichtweise unterstützen. Die häufigsten Argumente sind »Die Erwärmung hat aufgehört« oder »Die Sonne ist die Ursache der Erwärmung«. Diese Aussagen werden oftmals von Grafiken begleitet. Dabei sind klimawandelleugnerische Blogs im Internet ein sehr populäres Medium für die Verbreitung dieser Positionen. Mehrere der Blogs werben mit dem undurchsichtigen, jedoch offiziell wirkenden Siegel *Top 100 Science Blog* der soziale Netze-Organisations-App *Feedspot*. Neben einer beträchtlichen Anzahl von populärwissenschaftlichen Büchern, die in den letzten zehn bis fünfzehn Jahren erschienen sind, ist das Internet das Hauptorgan, um Zweifel infragen Klimawandel zu schüren und zu verbreiten.

Es sind vor allem zwei Gruppen von Bildern, die in klimawandelskeptischen Publikationszusammenhängen zu finden sind. Zum einen Fotografien, die ein Thema oder eine Geschichte illustrativ rahmen sollen wie beispielsweise Fotos großer Schneemengen, die mit dem Argument der Abkühlung des Klimas einhergehen, sowie andererseits Datenvisualisierungen mit einem deutlichen Schwerpunkt auf Kurvengrafiken.

Die Beispiele, die im Folgenden analysiert werden, stammen vor allem aus US-amerikanischen Medien sowie aus Deutschland. So wird der Bildgebrauch auf dem Blog »wattsupwiththat.com« betrachtet, der vom früheren Fernsehmeteorologen Anthony Watts geführt wird, sowie der Website »icecaps.us« (»International Climate and Environmental Change Assessment Project«), die 2006 vom Fernsehmeteorologen Joseph D'Aleo ins Leben gerufen wurde. Ein weiteres Beispiel ist das Buch *The Mad, Mad, Mad World of Climatism*, welches zu der Website »climatism.net« gehört und von dem Ingenieur, Politikberater und Geschäftsführer Steve Goreham publiziert wurde. Ein weiteres Beispiel ist das Buch *Die kalte Sonne. Warum der Klimawandel nicht stattfindet* vom bereits erwähnten Fritz Vahrenholt und von Sebastian Lüning, welches die prominenteste klimaskeptische

Publikation aus Deutschland ist. Und schließlich ein Bericht des Nongovernmental International Panel on Climate Change (NIPCC) von 2011, der eine Begutachtung der IPCC-Begutachtung darstellt und 2004 von einem der bekanntesten Klimawandelleugner, Fred Singer, initiiert wurde. Publiziert werden die Berichte von drei Organisationen, die alle dazu gegründet wurden, eine skeptische Haltung gegenüber der Klimawandelforschung in der Öffentlichkeit zu befördern – dem The Heartland Institute, dem Center for the Study of Carbon Dioxide and Global Change und dem Science and Environmental Policy Project. Alle diese Organisationen erhalten immer wieder großzügige Spenden der Erdölindustrie sowie vom Tabakproduzenten Philip Morris.<sup>407</sup>

In diesem Rahmen kann nur ein kleiner Ausschnitt des Bildgebrauchs klimawandelskeptischer Medien exemplarisch analysiert werden. Doch bereits die Analyse ausgewählter Einzelbeispiele aus so unterschiedlichen Medien lässt weitverbreitete Muster erkennen, die typisch dafür sind, wie in diesem Bereich visuell argumentiert wird. Die Beispiele können mithin nicht nur für ihre Herkunftslander, sondern auch für andere Länder Gültigkeit beanspruchen.

Um Antworten auf die gestellten Fragen dieses Kapitels zu finden, war es zudem nötig, eine idealisierte Auffassung von »korrekter« versus »inkorrekt« Wissenschaft zugrunde zu legen sowie eine ebenso holzschnittartige Unterscheidung von Experten und Laien zu treffen, die, von einer konstruktivistischen Warte aus betrachtet, nur eine heuristische Perspektive sein kann.

### Überlegungen zum Stellenwert statistischer Grafiken

In einem Zeitraum von einhundertsechsundsiebzig Jahren hat sich der Untere Mississippi um zweihundertsechsundvierzig Meilen verkürzt. Das ist im Schnitt nur ein Deut mehr als eineindrittel Meilen pro Jahr. Jeder

vernünftige Mensch, der nicht blind oder blöd ist, kann also sehen, dass der Untere Mississippi im Altoolitischen Silur – nächsten November sind es gerade einmal eine Million Jahre – über eine Million dreihunderttausend Meilen lang war und wie eine Angelrute über den Golf von Mexiko hinausragte.

Ebenso kann jeder sehen, dass der Untere Mississippi in siebenhundertzweiundvierzig Jahren nur noch eindreiviertel Meilen lang sein wird und Kairo und New Orleans ihre Straßen zusammenlegen und unter einem einzigen Bürgermeister und einer gemeinsamen Stadtverordnetenversammlung gemütlich weitermachen werden. Die Wissenschaft ist etwas Faszinierendes. Aus einer so geringfügigen Investition in die Fakten kann man eine so umfangreiche Rendite an Mutmaßungen beziehen.<sup>408</sup>

Dieses Zitat von Mark Twain, in welchem er die Fallstricke statistischer Wissenserzeugung an absurde Extreme führt, legt nahe, dass statistische Aussagen seit ihrer frühesten Anwendung für ihr Potenzial zur Verzerrung und Manipulation geächtet wurden. Mark Twain nannte sie deshalb auch »damned lies« – verdammte Lügen. Diese Einschätzung trifft insbesondere auf Kurven zu, die das zentrale Instrument sind, um statistische Daten zu visualisieren. Bevor also skeptische Grafiken beispielhaft analysiert werden, soll hier kurz auf die generellen Möglichkeiten eingegangen werden, mit denen irreführende Grafiken und Kurven hergestellt werden können – ganz unabhängig vom Thema, das sie behandeln.

Als statistische Methoden im 19. Jahrhundert Verbreitung fanden, wurde schnell erkannt, dass sie zahlreiche Möglichkeiten bieten, um im Gewand rationaler Zahlen unauffällig an ihrer Aussage zu feilen. Das Spektrum derartiger Techniken ist weit: Es reicht von leichten Verzerrungen (im Sinne einer Betonung einer bestimmten Lesart der Daten, ohne die Daten streng genommen zu fälschen) bis zur falschen Darstellung und Manipulation

(im Sinne von Täuschung). Typische Arten der Verfälschung bestehen z.B. darin, die Daten selbst zu »beschönigen«, bereits überholte Daten zu verwenden, den Mittelwert zu manipulieren, den Gang einer Kurve zu verändern, indem die Zeitachse komprimiert, gestreckt oder beschnitten wird, eine falsche Extrapolation für einen Trend anzuwenden oder einen verkürzten Horizont der Vorhersage zu wählen.<sup>409</sup> Derartige Methoden ermöglichen es, bevorzugte Argumente grafisch zuzuspitzen oder auch drastisch zu über- oder untertreiben.

Bis heute besteht das Problem, dass gekonnte grafische Manipulationen und Verzerrungen von Fachfremden nur sehr schwer erkannt werden können, während derartige Bilder gleichzeitig ein äußerst mächtiges Instrument der Wissensvermittlung sind.<sup>410</sup> Aus diesem Grund können beschönigende Strategien, die Daten oder ihre grafischen Darstellungen manipulieren, in vielen Grafiken gefunden werden, die politisch relevant sind wie Staatsausgaben, Arbeitslosenzahlen oder Aktienkursen.

Andererseits kann gefragt werden, was für Eigenschaften eigentlich eine Grafik »wissenschaftlich korrekt« erscheinen lassen. Der Prozess der Datenvisualisierung ist nicht beliebig, sondern obliegt Qualitätskriterien. Die wichtigsten Kriterien sind – folgt man der aktuell vermittelten Lehre in Handbüchern – die Leitbilder der Expressivität und der Effektivität. Expressivität, also Ausdruckskraft oder Bestimmtheit, hängt vom Grad ab, mit dem eine Visualisierung alle gegebenen Relationen zeigt, die sich in den Daten finden und auch nur diese zeigt.<sup>411</sup> Effektivität wiederum – die Wirksamkeit hinsichtlich des Verhältnisses von Mittel und Ergebnis – benennt die Verständlichkeit einer Grafik. Hier geht es um das bestmögliche Verhältnis von grafischer Darstellungsweise (Kurve, Karte, Komplexität) und Wahrnehmung, die je nach Thema und Daten unterschiedlich sein können.<sup>412</sup>

Wenn also Klimawandelleugner sich Grafiken bedienen, um wissenschaftliche Argumente sichtbar zu machen, müssen die Grafiken diese Anforderungen theoretisch ebenso erfüllen. Deshalb war es für die Analyse der hier betrachteten Grafiken

wichtig herauszufinden, ob die Daten, auf denen eine Visualisierung beruht, bereits verzerrt waren oder nicht, und schließlich, ob die Grafik dabei nachvollziehbar und verständlich ist, also einen lesbaren Sinn ergibt.

Eine Beobachtung besteht darin, dass es vor allem statistische Bilder sind, die in der Diskussion kommuniziert werden. Dies ist insofern interessant, da, auch wenn der Vorwurf von »Lügen mit Statistik« ein Gemeinplatz ist, gleichzeitig ein großer Glaube an die Präzision von Zahlen herrscht. Im Gegensatz zur generellen Anfälligkeit statistischer Grafiken für eine Vielzahl von Manipulationen wird Zahlenbildern deshalb – auch wenn dies dissonant erscheint – gleichzeitig eine generelle Präzision und Akkurateit zugesprochen. Diese Dissonanz schwingt seit dem Beginn statistischer Wissenserzeugung und -kommunikation mit. Als im 19. Jahrhundert Statistik zur Königsdisziplin avancierte, um wissenschaftliches Wissen zu produzieren, wurden Datengrafiken in der Praxis mit großer Glaubwürdigkeit und Überzeugungskraft belegt. Der Historiker Theodor Porter bezeichnete diesen Zusammenhang allgemein als »Trust in Numbers«, also einem Vertrauen auf Zahlen.<sup>413</sup> Seither stieg die Mathematik nicht nur zu einer Quelle neuen Wissens auf, sondern auch zu einer Strategie, um wissenschaftliche Autorität und Objektivität einzufordern. Dies führte »zu Prestige und Vorherrschaft von quantitativen Methoden in der modernen Welt«.<sup>414</sup> Rigorose Quantifizierung wurde zu einer Strategie des überpersönlichen Objektivitätsanspruchs geschärft, um Entscheidungen in einem politischen und administrativen Umfeld zu begründen. Je höher der Druck ist, der auf eine Entscheidung ausgeübt wird, umso besser ist es, wenn man seine Auffassung auf der Basis von Zahlen darlegen kann.<sup>415</sup> Auf diese Weise kann jede Person, die auf Zahlen und Datengrafiken verweist, auf die überpersönliche Autorität der Kurven und Zahlen vertrauen, auf die er oder sie zeigt, egal ob es sich dabei um die Wissenschaftler handelt, die die Zahlen hervorgebracht haben oder um jemanden, der die wissenschaftlichen Ergebnisse an die »breitere Öffentlichkeit«

kommuniziert. Das Zeigen auf eine Zahlengrafik ist zum modernen Weg geworden, Deutungshoheit zu beanspruchen.

Dies bedeutet keinen generellen Zweifel an Statistik, sondern die Notwendigkeit eines sehr gewissenhaften und vorsichtigen Gebrauchs und einer ebensolchen Rezeption, da Datengrafiken äußerst abstrakte Vehikel der Wissensproduktion sind. Insbesondere die Grafiken der Klimawandelforschung sind aufgrund ihrer Komplexität weder in ihrer Erzeugung einfach, noch in ihrer Rezeption. Indem Klimawandelgrafiken heute zu politischen Entscheidungshilfen avanciert sind, zeigt sich die Virulenz dieser Bilder: Sie vermögen es, Erkenntnisse und Entdeckungen auf eine Weise dazustellen, die, was Risikofragen anbelangt, konsequente Entscheidungen herbeiführen können. Es ist diese Eigenschaft von *decision-making-tools* (Entscheidungsinstrumenten), welche die bekanntesten Klimagrafiken kommunizieren, sei es der Hockey-Stick, der die rekonstruierten Klimadaten aus der Analyse von Eisbohrkernen, Sedimenten und Baumringen zeigt, oder die Szenarien möglicher Klimazukünfte.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Grafiken, die zu außerwissenschaftlichen Kommunikationszwecken produziert werden, zunächst an Komplexität einbüßen müssen. An diesem Punkt ist es korrekt, Aspekte wegzulassen, die auf Vorgänge verweisen, die erforderlich waren, um die Grafik anzufertigen. Grafiken zeigen nur die Ergebnisse, nicht aber die Prozesse, die zu einer Grafik geführt haben. Diese Prozesse können bei Bedarf in den wissenschaftlichen Abhandlungen nachgelesen werden. Die Zusitzung von Aussagen in Grafiken durch die Wahl einer Kurve, eines Datensets oder die Betonung mittels Farben ist hierbei eine gängige Praxis, die zunächst wenig über die Zuverlässigkeit der Grafik aussagt. Diese Praktiken gehören zur Rhetorik, in der jede Aussage steht und der auch keine Grafik entkommt. Diesen Aspekt zu bestreiten, um die Möglichkeit reiner Wissenschaft stark zu machen, wäre kurzsichtig.<sup>416</sup> Diese generelle rhetorische und damit immer auch politische Ebene von statistischen Bildern gilt nicht nur für die Bilder der

Klimawandelleugner, sie gilt im gesamten Feld der Klimavisualisierung. Es besteht jedoch ein fundamentaler Unterschied, wenn Klimawandelleugner »Rosinenpickerei« betreiben und nur Ausschnitte der Beweislage wiedergeben. An diesem Punkt schlägt Rhetorik in Manipulation um, wie an den folgenden Beispielen gezeigt werden kann.

### Beispiele klimawandelskeptischer Bilder

Es sind maßgeblich zwei Gruppen, in die sich klimawandelskeptische Bilder untergliedern lassen: Fotografien und Grafiken. Die meisten Grafiken sind computergenerierte Datenvisualisierungen. Fotografien, welche die ersten Beispiele dieses Abschnittes sind, werden entweder in der Funktion eines experimentellen Beweises, eines Analogieschlusses oder dazu verwendet, Klimawissenschaftler selbst in einer Weise zu zeigen, die die abgebildeten Personen diskreditiert.<sup>417</sup>

Als Beispiel für einen fotografischen Beweis lassen sich Bilder der wenigen Gletscher anführen, die nicht schmelzen, sondern wachsen. Ein solches Beispiel ist aber auch ein weitverbreitetes Video im Zeitraffer, welches die Effekte eines Anstiegs des Gehalts von CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre um 180 Prozent auf das Pflanzenwachstum zeigt – in diesem Fall das Wachstum einer Pflanze während 42 Tagen (Abb. 67). Heruntergebrochen auf die vereinfachte und überzeugende Kausalität einer allgemein nachvollziehbaren Erfahrung, sehen die Betrachter dieses Videos zwei Pflanzen im Vergleich unter den atmosphärischen Bedingungen von 450 ppm (was für ca. 2030 prognostiziert wird) und unter den Bedingungen von 1270 ppm (ein Wert, der für das Business-as-usual-Szenario RCP 8.5 auf der Erde für das Jahr 2100 berechnet wurde).<sup>418</sup> Die höhere Sättigung der Luft mit CO<sub>2</sub> lässt die Pflanze rechts in eindrucksvoller Weise schneller wachsen und suggeriert auf diese Weise zukünftig höhere Ernten und ein generell beschleunigtes Pflanzenwachstum.

Viele andere Argumente können mit diesem Video in Verbindung gebracht werden, welches die positiven Effekte des »gas of life« so plastisch ins Bild setzt.<sup>419</sup> Die Wirksamkeit dieses filmischen Arguments, das mit dem Gestus eines Experiments inszeniert wurde, besteht in der sichtbaren Evidenz (»Pflanzen wachsen besser mit mehr CO<sub>2</sub>«), gepaart mit der radikalen Ausklammerung aller übrigen Effekte der Zunahme von CO<sub>2</sub> in der Erdatmosphäre. So wird z. B. die Eigenschaft von CO<sub>2</sub> als Treibhausgas ignoriert, aber auch der Umstand, dass der anthropogene Klimawandel nicht allein einen Anstieg von CO<sub>2</sub> bedeutet, sondern mit zunehmender Erwärmung, Dürren und Extremwetterereignissen einhergeht, die dem Wachstumseffekt von CO<sub>2</sub> auf den Prozess der Fotosynthese entgegenwirken. Das Argument des Lebensgases und die filmische Inszenierung wirken jedoch leicht verunsichernd, da sie nachvollziehbare Beweise auf einer direkten Wahrnehmungsebene zur Schau stellen, die mit der Evidenz von Alltagserfahrungen präsentiert werden. Der Analogieschluss sägt Zweifel an der Erkenntnis von CO<sub>2</sub> als »Klimakiller«, indem die Behauptung im Raum steht, dass, wenn mehr CO<sub>2</sub> für die Pflanzen gut sei, dies auch gut, d. h. natürlich, für die Menschen sein müsse.

Analogieschlüsse lassen sich vor allem in Form von Fotografien finden, die mehr oder weniger als rahmende Illustrationen von Argumenten im wörtlichen Sinn fungieren – diese Illustrationstechnik ist in allen Medien verbreitet. In klimawandelskeptischen Medien werden in diesem Sinne beispielsweise immer wieder Fotos des letzten schneereichen Winters eingesetzt (»Erwärmung findet nicht statt!«) oder unberührte Schneefelder und Eisschollen, wie sie im arktischen Ozean treiben. Diese sollen die Stabilität der Temperaturen illustrieren, indem sie visuell mit der Diagnose der globalen Erwärmung in Widerspruch stehen.<sup>420</sup> Bilddokumente dieser Art vermögen es jedoch nicht, die Unterscheidung von Wetter und Klima als Statistik vom Wetter zu treffen; auch unterscheiden sie nicht zwischen regionalen und globalen Effekten, wie es für die Klimaforschung

so wichtig ist. Weil diese Unterscheidungen nicht den Alltags erfahrungen entsprechen, lassen sich so recht einfach grundlegende Zweifel an dem komplexen Klimawandelwissen säen.<sup>421</sup>

Als Beispiel für die Methode, Klimaforscher zu diskreditieren, können Blogseinträge über einen kürzlich erschienenen wissenschaftlichen Artikel des Klimaforschers James E. Hansen herangezogen werden. Diese wurden durch ein Pressefoto von Hansen bei seiner Festnahme 2010 während eines politischen Protestes gegen eine neue Öl-Pipeline durch die USA illustriert – ein Ereignis, das ohne Verbindung zum Inhalt von Hansens Artikel steht.<sup>422</sup> Vorrangiges Ziel in der Zusammenstellung dieser Ereignisse ist es, Zweifel an der Neutralität eines sehr prominenten Klimaforschers aufkommen zu lassen und auf diese Weise seine wissenschaftlichen Erkenntnisse selbst in Verruf zu bringen. Deshalb, so wird suggeriert, muss man sich gar nicht erst mit den Details seiner wissenschaftlichen Analysen befassen. Die Strategie folgt der etablierten Taktik, nicht die Botschaft, sondern den Überbringer einer Botschaft zu attackieren und so von der Botschaft abzulenken.<sup>423</sup> Der Angriff gründet aber auch auf der unhinterfragten Unterscheidung von Fakten und Werten bzw. von Wissenschaftler und Individuum – eine Grenzziehung, die im Kontext von Forschungen, die gesellschaftliche Risiken betreffen, sehr fragil geworden ist, da sie politische Fragen berührt.<sup>424</sup> Hier zeigt sich der Anspruch an Wissenschaftler, diese dürften einzig neutrale Orte des Sprechens wählen, müssten sich jedoch ansonsten unpolitisch und wertneutral verhalten.

Ein weiteres Beispiel dieser Art entstammt dem Blog von Anthony Watts. Dieser stellte eine forensische »Studie« mit der Satellitenansicht von *Google Maps* zur Ausstattung von Hausdächern mit Fotovoltaik-Anlagen an, indem er angeblich die Wohnadressen von mehreren US-amerikanischen Klimaforschern recherchierte. Sechs Fotos von villenartigen Wohnhausdächern aus der Adlerperspektive ohne Voltaikanlagen stellte er auf seinem Blog 2016 online und versah diese mit gelben Pfeilen und Kommentaren (Abb. 68). Dass die Häuser keine

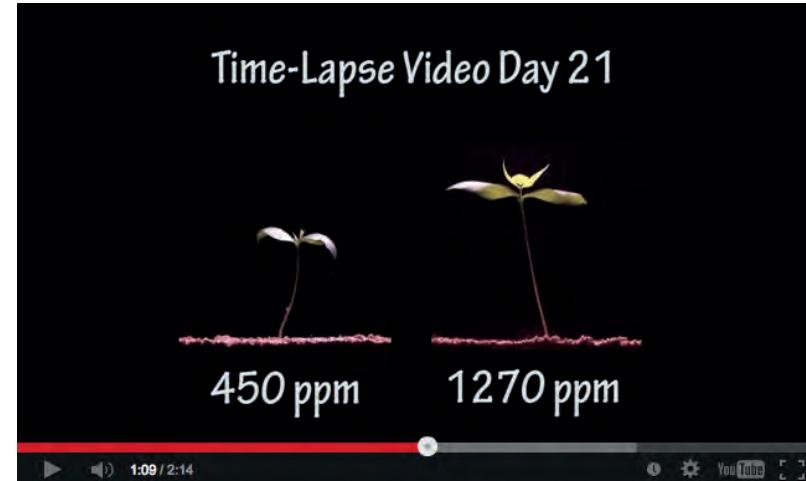


Abb. 67: Still aus einem Video, das die Wirkung von CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Luft auf das Pflanzenwachstum zeigt.



Abb. 68: »Klimawissenschaftler sind glaubwürdiger, wenn sie ihren Worten Taten folgen lassen.« Gezielte Verunglimpfung von Klimaforschern, hier eine kommentierte Satellitenaufnahme vom klimawandelskeptischen Blog *Watts Up With That?*, die angeblich das Wohnhaus eines Klimaforschers zeigt, der keine Voltaikanlage installiert hat (2016).

Voltaikanlagen installiert hatten, führte Watts als Beweis für die krasse kognitive Dissonanz der Klimaforscher an: »Sie lassen ihren Worten keine Taten folgen.«<sup>425</sup> Der Eintrag endet mit einem Foto von Watts eigenem Haus, welches Solarkollektoren installiert hat, geht jedoch nicht darauf ein, dass er in der Wahl der Häuser in jedem einzelnen Fall falsch lag und die Forscher tatsächlich Photovoltaik installiert haben, wobei eigentlich diskutiert werden müsste, was die Entscheidung eines Klimaforschers für ein Energiesystem über die Glaubwürdigkeit seiner Forschung genau aussagt.

Ein besonders drastisches Beispiel, bei dem die Strategie, Wissenschaftler zu diskreditieren, und ein entsprechender Analogieschluss kombiniert wurden, ist eine Werbekampagne aus Chicago aus dem Jahr 2012.<sup>426</sup> Die Kampagne wurde vom konservativen Think Tank The Heartland Institute ausgerichtet. Auf großflächigen Werbetafeln sah man das unrasierte Gesicht des Neo-Ludditen und Serienmörders Ted Kaczynskis (der »Unabomber«) kurz nach seiner Festnahme neben dem Satz »I still believe in global warming. Do you?« (Ich glaube noch an den Klimawandel. Sie auch?). Der ehemalige Mathematikdozent Ted Kaczynski hatte seit Ende der 1970er-Jahre zahlreiche ökologisch motivierte Attentate, drei davon tödlich, auf führende Kräfte der Flugindustrie sowie Professoren aus technischen Bereichen verübt, um damit gegen die zunehmende Technisierung der Gesellschaft zu protestieren. Indem er als Vertreter derjenigen angeführt wird, die an den anthropogenen Klimawandel *glauben*, werden Klimaforscher und Serienmördern in Verbindung gebracht, die gesellschaftlich als »Irre« ausgemustert gehören. In der Pressemitteilung reklamierte der Präsident des Heartland Instituts: »Die prominentesten Verfechter des Klimawandels sind keine Wissenschaftler. Es sind Charles Manson, ein Massenmörder, Fidel Castro, ein Tyrann, und Ted Kaczynski, der Unabomber. Zu den Alarmisten der Erderwärmung gehören auch Osama bin Laden und James J. Lee.«<sup>427</sup> Viele der Sponsoren des Heartland Instituts stoppten als Reaktion auf

diese Kampagne ihre finanzielle Unterstützung und kündigten die Zusammenarbeit auf. Daraufhin setzte das Institut die Kampagne sogleich ab. Im Kommentar zu dieser Entscheidung wird der naheliegende Vorwurf der Gegner vorweggenommen und um 180 Grad gewendet: »Diese provokante Werbetafel war von vornherein als Experiment gedacht. Und nach nur 24 Stunden haben wir das Ergebnis: Sie hat Aufmerksamkeit erregt. Die Werbetafel war bewusst provokativ, weil wir den Spieß umdrehen und die Taktiken der Klimaalarmisten mit entgegengesetzter Aussage gegen sie verwenden wollten.«<sup>428</sup> Der außerwissenschaftliche Kampf um den Glauben oder Unglauben an den Klimawandel als menschlich verursachter Tatsache wird heruntergebrochen auf eine Frage der Propaganda, wobei es bezeichnend ist zu sehen, dass eine Taktik der Guerillakommunikation der Linken (die Methode der Überidentifikation) für die Rechten in der Tat nicht zu funktionieren schien.

Typischerweise versehen Fotografien in klimawandelskeptischen Medien eine Geschichte mit einem emotionalen Rahmen. Diese Praxis entspricht der generellen Methode in Nachrichtenmedien, Bilder als Aufmerksamkeitspunkte zu verwenden, die das Interesse der Leserschaft wecken. Das Hauptziel in klimawandelskeptischen Medien besteht jedoch darin, visuell einen offensichtlichen Gegensatz zur Erkenntnis der globalen Erwärmung zu erzeugen oder anerkannte Klimaforscher als moralische Personen zweifelhaft erscheinen zu lassen, wodurch ihre Forschung an Glaubwürdigkeit verliert.

### Klimawandelskeptische Datenvisualisierungen

Wie jedoch setzen klimawandelskeptive Medien Datengrafiken wie Kurven und Karten ein? Grundsätzlich ist zu beobachten, dass Datenvisualisierungen sehr verbreitet sind. Dabei haben Thomas Nocke, Georg Feulner und die Autorin fünf Klassen unterschieden:<sup>429</sup>

1. Die korrekte Reproduktion einer aktuellen wissenschaftlichen Grafik wird in einen anderen Bewertungsrahmen gestellt. Die Reproduktion ist exakt, auch die Ergebnisse werden richtig dargestellt. In dieser Weise werden üblicherweise Grafiken eingesetzt, um bestehende Unsicherheiten und Diskussionen in der Forschung hervorzuheben im Sinne von »Es gibt keinen Konsens« oder »Die Unsicherheiten sind immens« oder aber: »Es gibt zu viel Konsens, deshalb muss die Wissenschaft entweder tendenziös sein oder sie folgt einer Verschwörung«.
2. Fehlinterpretation von korrekten Grafiken: Wissenschaftlich korrekte Grafiken werden aus dem Kontext gerissen oder in einer Weise interpretiert, die den Schlüssen aus dem Original widersprechen.
3. »Rosinenpickerei« von überholten Forschungsergebnissen: Absichtliche Auswahl von nicht mehr aktuellen, überholten Grafiken bei gleichzeitiger Interpretation in einem Sinne, der den generellen Konsens der Klimaforschung widerlegen soll. Teile dieser Technik nutzen Methoden der »Rosinenpickerei«.
4. Klassische »Rosinenpickerei«: das Unterdrücken von Beweisen und Erkenntnissen; die Betrachter der Grafiken werden fehlgeleitet, indem solche Grafiken produziert und präsentiert werden, die auf strategisch ausgewählten Daten beruhen und die der Erkenntnis des anthropogenen Klimawandels widersprechen. Klassische Beispiele sind die Auswahl von solchen Orten und Regionen, die im Gegensatz zu anderen Regionen eine Abkühlungstendenz aufweisen oder die bewusste Auswahl von solchen Zeitperioden, in denen es wenig Erwärmung oder sogar eine leichte Abkühlung gab (z. B. von Klimawandelereignissen in der Vergangenheit). Zu den Strategien der »Rosinenpickerei« gehören Übertreibung (z. B. von vergangenem Klimawandel),

Untertreibung (z. B. im Vergleich der gegenwärtigen Erwärmung zur langen Klimgeschichte) oder das Weglassen von solchen Teilen der Originalgrafik, die dem gewünschten klimaskeptischen Argument widersprechen. Parallelisiert werden diese Methoden oftmals mit Techniken der visuellen Verstärkung (z. B. indem Kurven farbig zusätzlich hervorgehoben werden); oder aber es werden Größen gezeigt, die sich nicht direkt vergleichen lassen (Birnen mit Äpfeln vergleichen, wie z. B. Wetter und Klima), um Betrachter irrezuleiten.

Bei all diesen Strategien gibt es verschiedene Grade der Manipulation und Täuschung. Die Grafiken werden wiederum den inzwischen etablierten Argumenten der Klimawandelleugner angepasst, die hier ebenfalls kurz dargestellt werden müssen.<sup>430</sup> Diese lassen sich folgendermaßen klassifizieren:

1. Es gibt keine Klimaerwärmung/die Erwärmung ist gestoppt/es wird kälter: Die Temperaturmessungen der Vergangenheit sind nicht repräsentativ, weil sie durch den Effekt der städtischen Hitzeinseln verzerrt sind. Seit 1998 gibt es keine weitere Erwärmung, wir steuern stattdessen auf eine neue Eiszeit zu.
2. Die Erde wird wärmer, dies aber ist ein natürlicher Vorgang. Das Klima hat sich bereits in der Vergangenheit immer wieder verändert; Erwärmungen werden durch die Sonne verursacht/durch kosmische Strahlung; die Treibhausgase, die Menschen erzeugen, sind ein vernachlässigbarer Faktor im Vergleich zu den natürlichen Kräften.
3. Nur ein kleiner Teil der Erwärmung ist durch Emissionen bedingt/die Erwärmung wird sehr gering sein: Der Hockey-Stick ist falsch, denn während der mittelalterlichen Warmzeit war es wärmer als heute; CO<sub>2</sub> ist nur ein sehr schwaches Treibhausgas; die Klimasensitivität

- wird überschätzt, weil negative Rückkopplungseffekte nicht bedacht werden.
- Die globale Erwärmung findet statt und es sind die Menschen, die diese verursachen, dies jedoch wird gute Folgen haben: Die Pflanzen werden besser wachsen, die vorhergesagte Häufung von Stürmen und Extremwetterereignissen sind übertrieben.

Im Folgenden werden Bildbeispiele für jedes der Argumente analysiert. Oftmals, so hat sich in der Analyse gezeigt, handelt es sich bei den Grafiken der Klimawandelleugner um nachgezeichnete Grafiken der Klimawandelforschung, die jedoch um neue Daten ergänzt wurden. In der Analyse gilt es also durch Vergleiche genau festzustellen, welche Teile in welcher Weise und mit welchem Ziel verändert wurden. Am häufigsten werden Grafiken eingesetzt, die nicht im strengen wissenschaftlichen Sinne falsch sind, die aber dennoch ein irreführendes Bild der Klimawandelforschung zeichnen. Diese Beobachtung ist wenig überraschend, da es den in der Mehrzahl männlichen Autoren ja darum geht, wissenschaftlich zu erscheinen und in wissenschaftlicher Manier einen Gegenbeweis zu präsentieren, der möglichst bereits auf den ersten Blick die Forschung zur globalen Erwärmung konterkariert. Obsolete Grafiken genauso wie Grafiken in der Strategie des »Cherry Picking« säen Zweifel in der Öffentlichkeit deshalb so erfolgreich, weil es einen generellen Respekt vor den Zahlen und Schaubildern von Experten gibt.<sup>431</sup> Gleichzeitig ist es ohne Hintergrundwissen kaum möglich, auf den ersten Blick zu entscheiden, ob ein Ergebnis durch fundierte Wissenschaft erzielt wurde. Darüber hinaus steigert es die Glaubwürdigkeit eines Arguments, wenn Grafiken ursprünglich aus begutachteten Forschungen entnommen wurden – auch wenn diese nun in einer dem intendierten Sinn gegensätzlichen Weise verwendet werden.

### Beispiele von Kurvengrafiken

Ein Beispiel für die Strategie des Falschzitierens stammt aus den späten 1980er-Jahren, als die Erkenntnis des Klimawandels in die politische Arena einzog. Bereits 1989 ließ das Marshall Institute ein sogenanntes »White Paper« zirkulieren, das Klimaforscher angriff, um ihre politikrelevante Botschaft zu schwächen. Der Bericht wurde 1990 in Form einer kleinen Broschüre publiziert, die den Titel trug *Global Warming: What does the Science Tell us?*. Auch wenn die Autoren dieser Broschüre behaupteten, die Forschungen zur globalen Erwärmung in unvoreingenommener Weise wissenschaftlich einzuschätzen, repräsentierte der Bericht tatsächlich eine äußerst tendenziöse Sicht der Forschung. Er wurde erfolgreich verbreitet, indem das Marshall Institute seine Broschüre direkt an zahlreiche einflussreiche Politiker des Weißen Hauses sowie an Mitglieder des Amts für Kabinettsangelegenheiten verteilte. Oreskes und Conway, die diesen Fall ausführlich untersuchten, fanden heraus, dass »der Bericht eine entscheidende Wirkung hatte und dazu führte, dass die positiven Impulse [in Bezug auf die Erderwärmung], die in der Bush-Administration entstanden waren, eingestellt wurden.«<sup>432</sup> Das Hauptargument des Berichts bestand darin, dass es keine direkte Korrelation von CO<sub>2</sub> und Temperaturen gäbe, wie sie sich im parallelen Verlauf von Kurven abzeichnete – dies jedoch ist eine zentrale Erkenntnis der Klimaforschung seit Svante Arrhenius (1896), die mit der Forschung von Hansen erstmals empirisch belegt wurde. Indem die Autoren nun die Kurven ausklammerten, die diese Korrelation zeigten, ließ sich ein anderes Argument anführen: Eigentlich sei es die Sonne, die die Erwärmung verursache. Dies gehe einher mit der Beobachtung, dass die Sonnenflecken während der letzten zwanzig Jahre zugenommen hätten.

Die Illustration, die im Bericht verwendet wurde, um diese Argumentation zu untermauern, bestand aus einer abstrakten Kurvengrafik (Marshall Bericht, Abb. 69). Die Temperaturkurve verläuft im Zickzack und kontrastiert die sanft ansteigende

Kurve, die die Emission von Treibhausgasen nachzeichnet. Das visuelle Argument, das die zwei Kurven bilden sollen, besteht in der Unterschiedlichkeit ihres Verlaufs: Die Kurvenkonturen passen offensichtlich nicht wie zwei Puzzleteile zusammen. Die Originalgrafik stammte aus einem Artikel von jenem James Hansen, der seit Ende der 80er-Jahre immer wieder durch die Klimawandelleugner öffentlich angegriffen wurde. Sein Artikel im *Science Magazine* hatte die politische Sorge einer Klimaerwärmung überhaupt erst losgetreten.<sup>433</sup> Was Hansen durch den Vergleich mehrerer Kurven zeigen konnte, war, dass trotz vulkanischer Effekte der Abkühlung und trotz Veränderungen in der Sonnenstrahlung letztlich nur der anthropogene Einfluss auf das Klima blieb, mit dem sich der Temperaturanstieg der letzten Jahrzehnte erklären ließ. Er konnte also die natürlichen von den anthropogenen Einflüssen auf das Klima unterscheiden (Abb. 70).

Das Marshall Institute jedoch zitierte Hansens Erkenntnisse absichtlich falsch, indem die Autoren aus dem Kurvenvergleich nur ein einziges Bildfeld selektierten und dieses mit kleinen Veränderungen reproduzierten. Durch diese selektive Zitierweise konnten sie die Argumentation Hansens umkehren, sodass ihre Sichtweise als Resultat der Studie stand: Die Erwärmung ist ein natürlicher Effekt der Sonnenflecken, auf den die Menschen keinen Einfluss haben.

Wie wurde die Grafik aus einer Perspektive der Visualisierung verändert und was implizierte dies? Die Temperaturachse und die CO<sub>2</sub>-Kurve wurden so eingetragen, dass sie auf dem gleichen Level und im selben Jahr (1880) beginnen (bei null). Die neue Anordnung der Kurven macht nun das gegenteilige Argument evident, dass die Temperaturen unabhängig vom CO<sub>2</sub>-Anstieg verlaufen. Die Veränderung der Grafik muss absichtlich vorgenommen worden sein; sie zeigt die skeptische Interpretation von Hansens Forschungsergebnissen, die sie angeblich zitiert.<sup>434</sup>

Die Technik, die Kurve von den übrigen Kurven frei zu stellen und damit auf die Vergleichsfunktion zu verzichten, war sehr suggestiv: »Es hatte den Anschein, als würden sie von Gutachtern

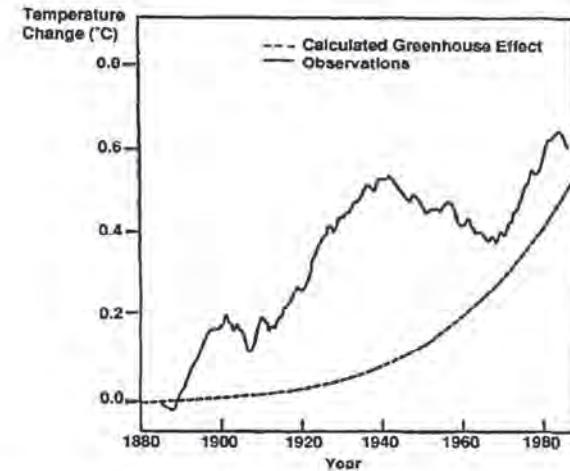


Fig. 1. Comparison between observed global average temperature and calculations by Hansen et al.<sup>2</sup> These are based on a computer simulation of the greenhouse effect. The dashed line indicates the calculated temperature increase caused by carbon dioxide increases since 1880. The solid line indicates the observed temperatures for the same period. The zero point in the calculated curve has been adjusted to agree with observations for the 1880s, since nearly all the anthropogenic greenhouse warming occurred subsequent to that time. Both curves show a 0.5°C rise over the 100-year interval. However, the observed temperatures, unlike the calculations, show a rapid rise in the first 50 years followed by a decrease from 1940-1970.

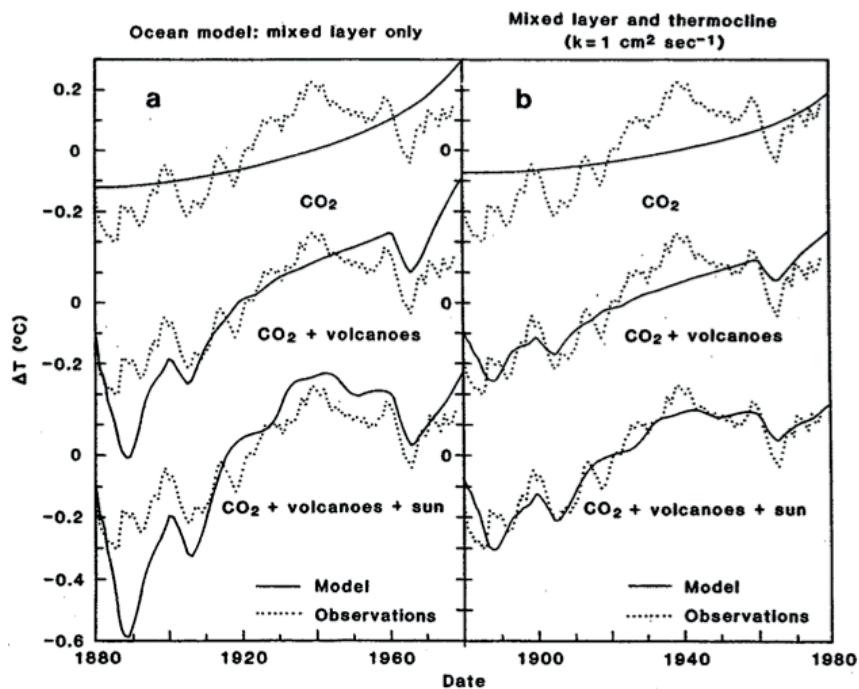


Abb. 70: Originalgrafik von J. Hansen, auf der Abb. 69 basiert. Hansens Artikel im *Science Magazine* 1981 stellt einen ersten systematischen Nachweis des anthropogen verursachten Klimawandels dar, da er natürliche Faktoren von menschlich verursachten Faktoren trennen konnte. Jastrow et al. griffen allein die Kurve oben links für ihren Bericht heraus und veränderten diese.

geprüfte wissenschaftliche Ergebnisse verwenden.«<sup>435</sup> Die Autoren hatten auf eine Methode zurückgegriffen, die in ihrer unterschwellig beeinflussenden Rhetorik sehr verbreitet ist, nämlich nur Teile eines Arguments und dieses ohne seinen ursprünglichen Kontext zu zitieren. Gleichzeitig zeigt dieses frühe Beispiel die Schlüsselfunktion von Zeitreihengrafiken in der Klimaforschung – wenn jemand mit dem Finger auf eine wissenschaftliche Kurve weisen kann – oder besser auf die Korrelation von Kurven, die dadurch Kausalität beanspruchen, ist das Argument in der Regel überzeugend. Laien haben kaum eine Chance, diese Kausalität zu hinterfragen.

Eine Grafik visualisierte zwei Jahre später ein ähnliches Argument. Auch sie zeigt die Sonnenenergie im Einklang mit den erwärmten Temperaturen. Bis heute taucht diese immer wieder in klimawandelskeptischen Medien auf, weshalb sie ein Beispiel für die Verwendung obsoletter wissenschaftlicher Grafiken ist. 1991 publizierten Knud Lassen und Eigil Friis-Christensen einen Artikel, der behauptete, dass es eine »verblüffend genaue Übereinstimmung« zwischen den Sonnenzyklen und den Temperaturen auf den Kontinenten der Nordhalbkugel in der Periode von 1860 bis Mitte der 1980er-Jahre gäbe (Abb. 71). Die Längen von Sonnenzyklen sind die variierenden Längen der ungefähr elfjährigen Sonnenaktivitätszyklen, die aufgrund von Sonnenflecken und anderen Faktoren zurückverfolgt werden können. Die ähnlichen Kurvenverläufe, so schlossen die Autoren, seien der Beweis für den maßgeblichen Einfluss der Sonne auf das Klima. Diese Erkenntnis wurde durch viele Forscher aus mehreren Gründen, wie den Inkonsistenzen beim Glätten der Sonnenenergikurve, bezweifelt. 1999 schließlich zog Lassen selbst den Richtigkeitsanspruch seiner Schlussfolgerungen zurück. Die neue Abbildung zeigt die aktualisierte Fassung der Kurve, die den unabhängigen Verlauf von Sonnenenergie und Temperaturen nach 1970 deutlich zeigt (Abb. 72).

Trotz der gut bekannten Fakten in der Diskussion dieser Frage taucht die Version der Grafik von 1991 bis heute in klima-

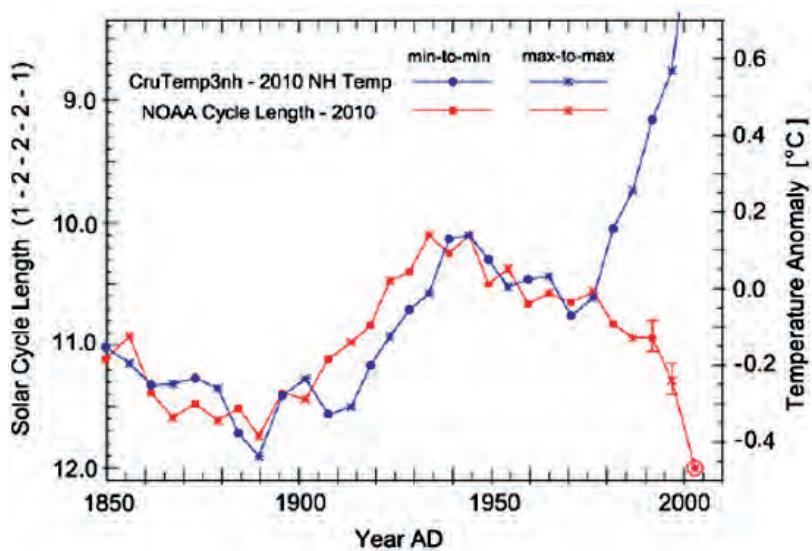
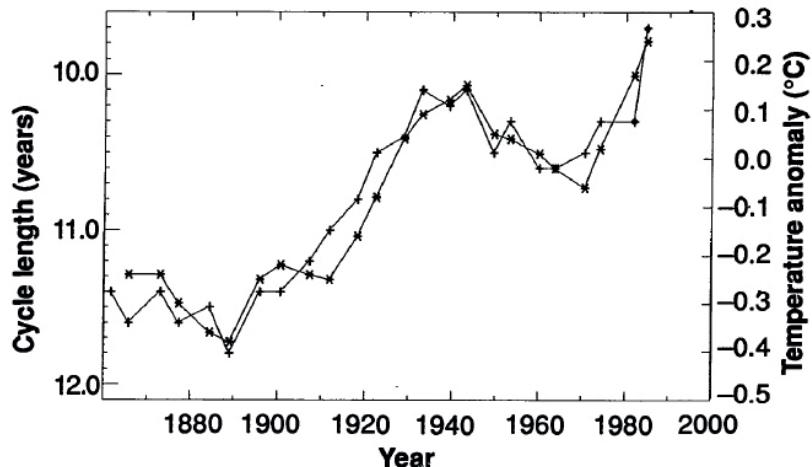


Abb. 71: Friis-Christensen und Lassen: *Length of the Solar Cycle*. Kurvengrafik aus ihrem ersten Artikel über den Zusammenhang vom Sonnenfleckenzzyklus und den Temperaturen auf der Erde, *Science Magazine*, 1991.

Abb. 72: Lassens revidierte Fassung der Kurve aus dem Jahr 1999.  
Hier ist keine Korrelation zwischen Sonnenfleckenzzyklus und den Temperaturen mehr für die Phase des anthropogenen Klimawandels ablesbar.

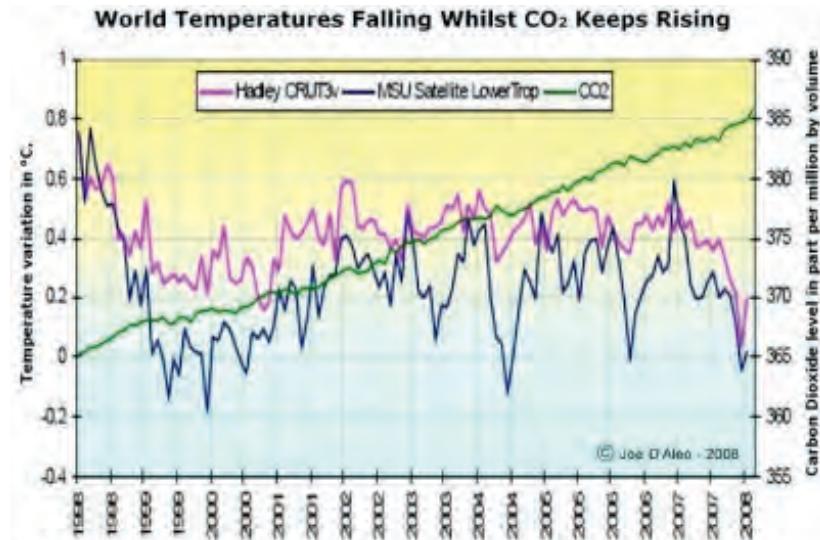


Abb. 73: Joseph D'Aleo: »Die globale Erwärmung ist den letzten 15 Jahren zum Stillstand gekommen.« Durch die absichtliche Wahl eines begrenzten Zeitausschnitts sieht es so aus, als pausiere die Klimaerwärmung in der Kurve.

wandelskeptischen Medien auf. Eine über zwanzigjährige Forschung, die inzwischen überholt ist, wird nach wie vor angeführt, um zu beweisen, dass es die Sonne ist und nicht die Emissionen von Treibhausgasen durch Menschen, die den gegenwärtigen Klimawandel bewirkt. Die Kurve erschien z. B. im klimaskeptischen Blog *Watts Up With That?* von Anthony Watt in einem Eintrag von 2011.<sup>436</sup> Das Beispiel zeigt einmal mehr das grundsätzliche Potenzial von Grafiken und ihrer mächtigen Eigenschaft, als »immutable mobiles« zu fungieren – was für bedrucktes Papier gilt, ist ebenso gültig für digitale Bilder: Wissenschaftliche Grafiken werden als unerlässliches Vehikel eingesetzt, um die Argumente der Klimawandelleugner zu verbreiten. Durch Bilder kann Wissen erfolgreich von einem Rezipienten zum nächsten getragen werden und von einem Netzwerk ins nächste (mobile),

während das Bild seine signifikante Gestalt beibehält (immutable). Der simple Vorgang von Copy und Paste multipliziert grafische Argumente, selbst wenn sie überholt sind. In der Sphäre von Blogs können derartige Bilder wie Untote weiterleben, losgelöst von allen weiteren wissenschaftlichen Entwicklungen, zumal das Internet das Weiterleben derartiger Bilder noch verstärkt.

Mit einer weiteren Gruppe von Zeitstrahlgrafiken wird seit wenigen Jahren das Argument verbreitet, die Klimaerwärmung pausiere tatsächlich seit dem Jahr 1998. Die Grafiken, die diese Sichtweise untermauern sollen, basieren auf der Methode, den Gang einer statistischen Kurve signifikant abzuwandeln, indem man den angezeigten Zeitraum verkürzt. Dies gelang, indem die globalen Temperaturdaten der Kurve so gewählt wurden, dass sie im El-Niño-Jahr 1998 beginnen. Zudem wurden Messungen weggelassen, die die große Erwärmung in der Arktis belegen. In Abb. 73 ist eine frühe Version dieses grafischen Arguments zu sehen, die von Joseph D'Aleo stammt.<sup>437</sup>

Der Zuschnitt der Daten soll visuell evident machen, dass sich trotz ansteigender Treibhausgase unerwarteter Weise ein negativer Trend für den Temperaturverlauf abzeichnet. Die Grafik gibt dabei globale Klimadaten eines Daten-Sets des renommierten britischen Hadley Centers wieder, des »Had-Crut4«-Daten-Set, jedoch mit dem Startpunkt im Jahr 1997. Abermals wird der langfristige Trend einer Kurve – in diesem Fall der Anstieg der Temperaturen – verzerrt, wodurch die Kernaussage der Daten in ihr Gegenteil verwandelt wird.

Die Grafik bedient offensichtlich alle Standards einer wissenschaftlichen Grafik. Auch wenn sich für einen Laien abermals nicht erkennen lässt, welche Forschungen der Kurve zugrunde liegen, vermag die Grafik Glaubwürdigkeit zu erzeugen. Auch die Farbgebung der Kurve ist auf die neue Argumentation einer verbreiteten Farbpsychologie des Wetters abgestimmt. Im Hintergrund markiert ein Farbwechsel von Hellblau nach Gelb den Bereich um 0,2°C; die stetig ansteigende CO<sub>2</sub>-Spur des industriellen Zeitalters wiederum ist mit einem gesunden und

optimistischen Grün gezeichnet. Der Verlauf der Temperaturkurve vor blauem Hintergrund unterstützt die Wahrnehmung einer Abkühlung der Temperaturen in den letzten fünfzehn Jahren.

2013 wurde der Verlauf dieser Kurve sogar zum Gegenstand einer Plakataktion auf Großwerbetafeln am Rand von Autobahnen in den USA. Die Kampagne wurde vom Committee for a Constructive Tomorrow (CFACT) initiiert (Abb. 74), einer 1985 gegründeten öffentlichkeitswirksamen, auf politische Einflussnahme ausgerichteten Organisation, die die Perspektive auf Umweltthemen aus dem Blickwinkel der freien Marktwirtschaft mit drastischen Mitteln der PR betreibt. Zu dieser Umkehrung des Propaganda-Arguments passt, dass CFACT seit Kurzem eine Broschüre mit dem Titel »How to talk to a climate alarmist«, auf Deutsch »Wie redet man mit einem Klimaalarmisten«, vertreibt, die Argumentationsrichtlinien für eine Diskussion mit den »Häretikern«, also denjenigen, die der Klimaforschung vertrauen, zusammenfasst.

Die Plakatwände zeigen die Temperaturkurve kommentiert mit dem Satz: »Eine unbequeme Wahrheit, Mr. Gore. Seit 16 Jahren keine globale Erwärmung!« Die Verantwortlichen der Kampagne spielen in ihrer Pressemitteilung auf die Mittel der Propaganda an, mit der sie hier jedoch die Klimaforschung beschuldigen: »Wenn Sie sich auf Medienberichte nicht verlassen können, zeigen Sie die Fakten da, wo sie gesehen werden müssen. Bekämpfen Sie die Propaganda mit Fakten!«<sup>438</sup>

Eine ähnliche Version dieser Kurve wurde 2012 von der britischen Tageszeitung Daily Mail publiziert, die bekannt für ihre klimawandelskeptische Berichterstattung ist. (Abb. 75) Die Zeitung druckte eine Grafik aus einem Bericht der Met Office nach, dem staatlichen Wetterbüro von Großbritannien. Die Kurve zeigt global gemittelte Temperaturen für die kurze Periode von sechzehn Jahren von 1997 bis 2012. Indem die Ausgangstemperatur von 14,5 Grad Celsius und die Temperatur am Ende dieser Zeitspanne, ebenfalls 14,5 Grad Celsius, durch eine horizontale Linie verbunden werden, wird die erwünschte

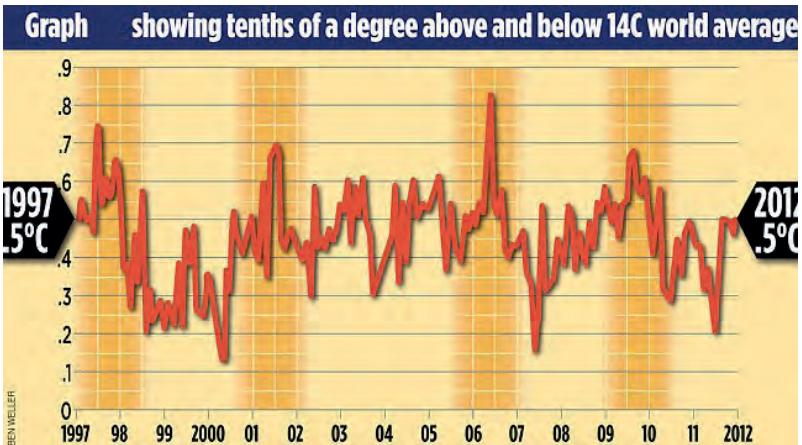


Abb. 74: Plakat-Aktion vom Committee for a Constructive Tomorrow (CFACT), USA, 2013.

Abb. 75: Daily Mail Online, 16. Oktober 2012: »Die globale Erwärmung hat vor 15 Jahren aufgehört, und dieses Diagramm beweist es.«

Interpretation dieser Grafik zusätzlich betont: Die globale Erwärmung habe sich entgegen aller (falschen) Erwartungen seit 1997 stabilisiert, sie habe »1997 ein Plateau erreicht und ist seit 16 Jahren stabil«, wie der Autor der Zeitschrift schreibt.<sup>439</sup>

Um den Anforderungen einer großflächigen Werbetafel gerecht zu werden, wurde die Kurve von allen Beigaben befreit, die eine wissenschaftliche Grafik normalerweise nachvollziehbar machen, wie Achsen, Referenzen oder Bilduntertitel. Die Kurve funktioniert hier gemäß den Sehgewohnheiten der allgemeinen Öffentlichkeit, d. h. der Gewöhnung daran, Klimakurven zu lesen. Sie ist in einen kollektiven Symbolismus von »normalistischen Kurvenlandschaften« (Jürgen Link) übergegangen.<sup>440</sup> Eine rote Kurve wird sogleich als Fieberkurve der Welttemperatur erkannt.

Abermals ist dies ein Beispiel für die Fehlinterpretation von nur ausschnitthaft wiedergegebenen Daten. Um dies klarer zu illustrieren, zeigt Abb. 76 die offizielle Kurve des Met Office für eine sehr viel längere Zeitspanne (beginnend 1850) und das ganze Bild der Daten.

Abgesehen davon, dass die Kurve des Met Office durch die verkürzte Zeitspannenwahl auf den klimawandelskeptischen Bildern konterkariert wird, sind die Daten-Sets des Met Office auch dafür bekannt, dass sie einen weniger deutlichen Erwärmungstrend zeigen. Aus historischen Gründen beinhalten sie keine Temperaturdaten der Polarregionen, weshalb die Daten-Sets des Met Office den Messungen anderer internationaler Klimadatensätze in diesem Teil nicht entsprechen. Dies jedoch ist eine Information, die man kaum bei außerwissenschaftlichen Betrachtern dieser Kurve voraussetzen kann, weswegen die Wahl dieser Grafik als neues Kernargumentum, um Zweifel an den generellen Forschungen des IPCC zu säen, besonders geschickt ist. Deshalb wird sie gegenwärtig von Leugnern als maßgebliche Kontroverse innerhalb der Klimaforschung präsentiert.

Umso interessanter ist, dass es inzwischen oft exakt dieselben Datenvisualisierungen sind, auf die Klimawandelskeptiker wie Klimaforscher zeigen, wenn sie ihre jeweiligen Argumentationen

untermauern möchten. Die Argumentation von Anthony Watts, der die Kurven eines Artikels zur Erwärmungspause aus der Zeitschrift *Nature*<sup>441</sup> auf seinem Blog im Detail zitiert, besteht darin, dass der Temperaturanstieg allein auf das El-Niño-Phänomen zurückgeführt werden müsse. Diese Sichtweise bringt ihn zu der Behauptung, dass trotz eines Anstiegs der Kurven die Erwärmung, global betrachtet, eigentlich pausiere. Die Autoren des *Nature*-Artikels lägen mithin vollkommen falsch, wenn sie aus ihrer Analyse zahlreicher Kurven einen fortwährenden Erwärmungstrend ableiteten.

Eine ebenfalls weitverbreitete Grafik illustriert die Einschätzung, dass der Klimawandel kein Problem für die Menschen darstellen wird, da es auch schon in der Vergangenheit Veränderungen des Klimas gab, die unabhängig vom Menschen waren. Die verwendete Verblendungstechnik ist hierbei eine Kombination aus »Cherry Picking«, grafischer Untertreibung und dem Weglassen von Teilen, wobei die Argumentation auf einen beruhigenden Relativismus abzielt. Eine besonders populäre Version findet sich in Abb. 77.

Die Kurve basiert auf den Auswertungen von Eisbohrkernen aus Grönland, bei denen eine Isotopenanalyse vorgenommen wurde. Mit chemischen Analysen lassen sich wie bei einem Klimaarchiv Temperaturen chronologisch ableiten, was erlaubt, die Temperaturen der Nordhalbkugel zu rekonstruieren. Diese Untersuchung wurde unter anderem durch den Klimaforscher Christian Schönwiese betrieben, dessen Grafik der Ausgangspunkt für zahlreiche Kurven wurde, die in klimawandelskeptischen Medien Verbreitung finden.<sup>442</sup> Die Analyse dieser Grafik ist besonders anspruchsvoll. Es sind mindestens vier Aspekte, die beachtet werden müssen – die unzureichende Referenz auf die Originalquelle, die Verschleierung der Tatsache, dass eine lokale Messreihe nicht für die globalen Temperaturen einstehen kann, die Unterdrückung der Temperaturveränderungen in den letzten Jahrzehnten sowie die subjektiven Techniken der Hervorhebung.

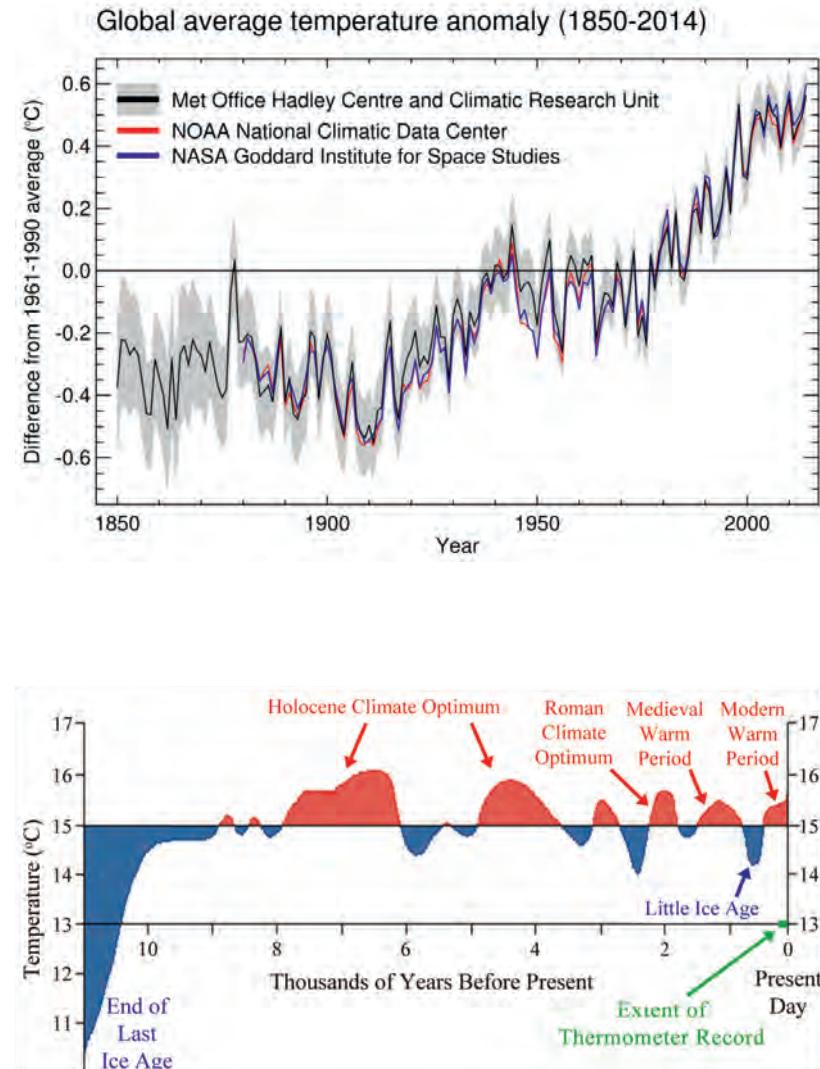


Abb. 76: Offizielle vom Met Office veröffentlichte Fassung (2013), mit integrierten NOAA NCDC- und NASA GISS-Temperaturdaten.

Abb. 77: Rekonstruktion der Temperaturen der letzten 12.000 Jahre der Nordhemisphäre, publiziert von Steve Goreham, ebenfalls basierend auf Christian-Dietrich Schönwieses Grafik aus dem Buch *Klimaänderungen*, 1995. vgl. Abb. 66.

Erstens fällt bei den vielen Reproduktionen dieser Kurve auf, dass in den meisten klimawandelskeptischen Medien der Verweis auf die Originalforschung nur sehr schwer zu finden und zudem fehlerhaft angegeben ist. Die komplizierte Referenzkette wurde an anderer Stelle verfolgt.<sup>443</sup> Die Angabe von Quellen wird zwar als Prinzip beherzigt, aber in der schlampigen Ausführung für den äußersten Anschein von Wissenschaftlichkeit bloß simuliert. Dass die Originalgrafik von Schönwiese stammt, ließ sich nur durch intensive, fast detektivische Spurensuche herausfinden. Die nachlässige Arbeit mit Quellen und Zitaten kann für den generellen Arbeitsstil klimawandelskeptischer Medien stehen, die oftmals die grundsätzlichen Regeln und Techniken wissenschaftlichen Arbeitens wie Transparenz, Überprüfbarkeit und Zuverlässigkeit verletzen – was jedoch im außerwissenschaftlichen Bereich oft unerkannt bleibt, da derartige Fehlinformationen für Rezipienten, die selbst keine Experten im Bereich der Klimaforschung sind, nur sehr schwer nachvollziehbar oder belegbar sind.

Zweitens vernachlässigen die Autoren, die diese Grafik verwenden,<sup>444</sup> die Aussage, dass die Temperaturrekonstruktion auf einem einzigen Eisbohrkern in Grönland beruht und deshalb nicht repräsentativ für globale Temperaturen herangezogen werden kann. Die drastischste Verzerrung in der Grafik besteht jedoch darin, dass in der Version von Schönwiese aus dem Jahr 1995 die Temperaturveränderungen der Gegenwart und nahen Zukunft gar nicht enthalten sind. Die jüngste Erwärmung geht nämlich weit über die historischen Warmzeiten der letzten 1.200 Jahre hinaus – was in der Grafik, dem Kriterium der Expressivität folgend, sichtbar sein sollte. In Gorehams Version (Abb. 77) jedoch sind Teile der gegenwärtigen Erwärmungsphase in so kleinem Maßstab eingezeichnet, dass man sie nicht erkennen kann, was wiederum das Kriterium der Effektivität verletzt. Die Werte liegen so nah an der rechten Achse und sind so gestaucht, dass nicht mehr unterscheidbar ist, ob hier bereits der Rahmen der Grafik beginnt oder noch die Kurve zu sehen ist. Bei Vahrenholt und Lüning (2012) ist die Erwärmung wiederum gar nicht

sichtbar. Die Kurve endet mit einem Kurvensegment für das letzte Jahrhundert, das auf der Kurve von Schönwiese aus dem Jahr 1994 beruhen könnte, welche jedoch bereits durch Schönwiese selbst überholt und durch die Version aus dem Jahr 1995 ersetzt wurde. Der fehlende Temperaturanstieg in all diesen Grafiken für die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts könnte aber einer Konvention der paläoklimatischen Forschung geschuldet sein, die mit »present day« üblicherweise das Jahr 1950 meint – in diesem Fall wäre der weitere Verlauf der Kurve für die Paleoklimatografie nicht signifikant, jedoch im außerwissenschaftlichen Kontext von gegenwärtigen Klimawandelfragen auch nicht »effektiv« im weiter oben definierten Sinn der Verständlichkeit.

Wenn also klimawandelskeptische Medien eine solche Kurve aus dem Forschungsgebiet der Paläoklimatologie adaptieren, begünstigen sie Fehlinterpretationen oder nehmen diese bewusst in Kauf. Die Grafiken lassen den Teil der Kurve weg, der die Erwärmung der letzten Jahrzehnte anzeigt, ohne auf diese Verkürzung hinzuweisen, wodurch die relativierende Botschaft der Grafik betont wird. Abbildung 77 ist eine extreme Version dieser Grafik, da die Autoren Vahrenholt und Lüning die Achse darin vom »present day« ins Jahr »2000« verschoben haben, was entweder die Ignoranz der bestehenden Forschung oder aber eine absichtliche Täuschung bedeutet. Auffällig sind die bunten Betonungen des Kurvenverlaufs oberhalb bzw. unterhalb einer Achse von 15 Grad Celsius, da diese farbig in Rot und Blau ausgemalt wurden. Rote Farbtöne markieren Warmzeiten, blaue Ausmalungen zeigen kältere Perioden an. Auf diese Weise zeichnet sich in das Bild, dass es in der Vergangenheit zahlreiche Warmzeiten gab. Die Wahl der 15-Grad-Celsius-Linie wiederum wird keiner statistischen Größe gerecht, sondern steht für die willkürliche Auswahl einer Referenztemperatur durch die Autoren, mit der das Argument eines »normalen« Klimawandels visuell inszeniert wird. So finden Klimawandelskeptiker im periodischen Hin- und Herpendeln der Kurve die Bestätigung dafür, dass Business-as-usual keine Katastrophe sein kann – und dass alles, was

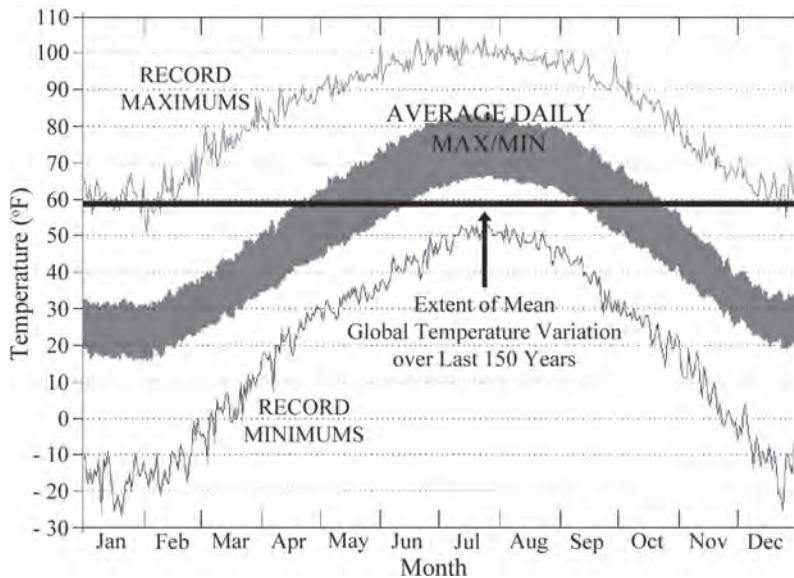


Abb. 78: Äpfel mit Birnen vergleichen: Der Anstieg mittlerer globaler Temperaturen (die schwarze, horizontale Linie) wird mit dem lokalen Wetter in Chicago ins Verhältnis gesetzt (statistische Werte für die Zeit von 1872 bis 2008), inklusive Wetterextremen.

heute gemessen und beobachtet wird, im Rahmen dessen steht, was bereits bekannt ist. Ein Handlungsauftrag an die Politik lässt sich aus diesen Kurven nicht ableiten.

Die letzte Abbildung, die hier besprochen werden soll, ist abermals der Kategorie des »Cherry Picking« zuzuordnen, nutzt dabei aber zudem die Technik der Übertreibung und einen Vergleich zwischen Äpfeln und Birnen. Sie stammt aus dem bereits erwähnten Buch von Goreham aus dem Jahr 2010 (Abb. 78).

Die Grafik setzt die Temperaturverläufe eines Ortes inklusive Wetterextremen mit den globalen Temperaturen ins Verhältnis. Auf den ersten Blick scheint die Grafik eine große Bandbreite von Informationen zu liefern. Auf den zweiten Blick zeigt sich aber, dass hier die globale Durchschnittstemperatur in Relation zu einer jährlichen Temperaturverteilung einer einzigen

Wetterstation gesetzt ist. Die unterschiedlichen Wissensobjekte Wetter und Klima werden hierbei vermischt, wobei der Vergleich deshalb intuitiv ist, weil er dem eigenen Erleben von Wetter vor Ort eine Evidenz im globalen Rahmen zuweist. »Normalerweise beträgt die jährliche Temperaturschwankung in Chicago 100 Grad Fahrenheit (37,8°), von -5° F (-20,6°) bis etwa 95° F (35°). Im Vergleich dazu ist das Ausmaß der Schwankung der globalen Mitteltemperatur in den letzten 150 Jahren minimal.«<sup>445</sup> Wenn das Wetter einer einzelnen Stadt nicht dem vorhergesagten Klimawandel folgt, so der Kurzschluss, muss das Konzept der globalen Erwärmung insgesamt zweifelhaft sein. In der Argumentation zeigt sich aber auch die Komplexität des abstrakten Konzepts einer »globalen Erwärmung«, das nur wissenschaftlich Sinn macht, gleichzeitig jedoch missverstanden werden kann als ein Konzept, das jedes Klima an jedem Ort beispielsweise um konstant 2 Grad Celsius erwärmt.

### Fazit: Glaube nur, was du siehst?

Es war insbesondere die berühmte »Hockey-Stick-Grafik« aus dem Bericht des IPCC von 2001, die immer wieder unter Verdacht einer bewussten Datenfälschung gestellt wurde. Dieser Vorwurf erhielt eine neue Bedeutung, als Klimawandelleugner 2008 den aufgebauschten, geschickt eingefädelten Fall »Climate Gate« schufen, um die politische Stimmung des nächsten Klimagipfels zu beeinflussen. Das durch Watergate vorstrukturierte skandalöse Narrativ einer politischen Affäre, die damals den Missbrauch von Macht im Namen der Pressefreiheit offenbarte und eine Vertrauenskrise auslöste, wird hierbei geschickt mit dem »Einbruch« in die Email-Kommunikation der Klimaforscher gleichgesetzt. Die Titel der zahlreichen, zu Beginn dieses Kapitels angeführten Bücher wie *Klimalüge* oder *Klimaschwindel* bis hin zu »climate hustle« sind hierbei aufschlussreich. Wenn das Argument der Lüge oder Fälschung im Raum steht, dann ist

es schon fast egal, ob sich der Vorwurf mittelfristig als gerechtfertigt erweist – wer öffentlich am Pranger steht, wird das Stigma des Verdächtigen auch im Falle einer später erwiesenen Unschuld nicht mehr los. Im Fall der angezapften Emails aus dem Klimaforschungsinstitut in East Anglia, Großbritannien, wurde der Ruf der Klimaforschung nachhaltig beschädigt, indem den Forschenden bewusste Trickserei und damit Fälschung und Lüge vorgeworfen wurde, auch wenn sich die Vorwürfe später als unbegründet erweisen sollten. In der Wirkung war dies egal – der Ruf der Klimaforschung wurde vor der wichtigen Klimakonferenz in Kopenhagen erfolgreich beschädigt und die Presse musste sich mit diesem Fall besonders auseinandersetzen.

Bilder in klimawandelskeptischen Medien spielen eine wichtige Rolle zur Unterstützung typischer Argumentationen und zum Säen von Zweifeln an der anerkannten Klimaforschung. Am häufigsten sind hierbei Fotografien, Zeitstrahlgrafiken und vereinzelte Cartoons anzutreffen, die nicht im Rahmen dieses Abschnitts behandelt wurden. Für viele Schlüsselargumente der Klimawandelleugner spielen wenige, immer wieder reproduzierte Zeitstrahlgrafiken eine zentrale Rolle. Sie fassen Gegenargumente zum anthropogenen Klimawandel im Gewand wissenschaftlicher Ergebnisse zusammen und zielen auf diese Weise auf Glaubwürdigkeit. Nur wenige Grafiken in klimawandelskeptischen Medien sind tatsächlich gefälscht. Die verbreitete Taktik ist die des »Cherry Picking« – die auch viel effektiver ist als eine plumpe Fälschung, weil sie für außerwissenschaftliche Betrachter viel schwieriger nachweisbar ist.

Die meisten der Bilder sind sehr einfach zu verstehen – komplexe Grafiken sind in klimawandelskeptischen Publikationen extrem selten. Einfache Zeitstrahlgrafiken (meist mit zwei Komponenten) erfüllen im Gegensatz dazu das Kriterium der Prägnanz, also des Verstehens auf einen Blick. Auch außerwissenschaftliche Rezipienten haben so das Gefühl, die wissenschaftliche Debatte verstehen zu können. Zeitachsenmanipulation ist eine zentrale Strategie, um die Daten in Richtung

der gewünschten Aussage auf Evidenz zu trimmen, sei es durch das Weglassen von jüngsten Ergebnissen oder globalen Daten oder aber durch das Verschleiern einer Tendenz durch die Wahl eines verkürzten Darstellungszeitraums.

Im drastischen Gegensatz dazu steht die Vielfalt an grafischen Methoden, wie sie in den Klimawissenschaften Einsatz findet. CO<sub>2</sub> und Temperaturen sind auch hier die »Kronzeugen« der Forschung, darüber hinaus spielen aber auch viele andere Klimawandelfolgen und -ursachen wie Meeresspiegelanstieg, Extremwetterereignisse oder Treibhausgase eine wichtige Rolle. Diese werden in der Reduktion auf die Grundlagenforschung des Klimawandels jedoch von den skeptischen Positionen systematisch ausgeblendet.

Dass Karten so selten verwendet werden, liegt eventuell daran, dass diese in der Kausalkette des Argumentationsstranges erst später, aufbauend auf den wissenschaftlichen Grundlagen des Klimawandels, Bedeutung erlangen. Wer überzeugend darlegen kann, dass es den Klimawandel gar nicht gibt, benötigt keine Darstellung von veränderten Meeresspiegeln, Extremwetterhäufigkeiten und von der geografischen Verteilung der Erwärmung. Ebenso auffällig ist jedoch, dass Unsicherheiten in den Bildern der Klimawandelleugner so gut wie gar nicht dargestellt werden. Auch dies steht im Gegensatz zur Klimaforschung, in der diese Ungewissheiten eine große Rolle spielen. Hier ließe sich schlussfolgern, dass Unsicherheiten die Komplexität einer Grafik erhöhen, was die Wirkung abschwächt, aber auch, dass die Grafiken der Skeptiker in der Regel nicht aus eigenen Forschungen hervorgehen. Bilder von Zukünften, die in den jüngsten Berichten des Weltklimarats eine so wichtige Bildgruppe darstellen, gibt es in klimawandelleugnenden Medien scheinbar nicht. Dies liegt wohl daran, dass Klimawandelskeptiker in der Regel Klimamodelle und Computersimulationen als vertrauensunwürdigen Verblendungszusammenhang einschätzen, da sie auf der kausalen Verbindung von CO<sub>2</sub> und Temperatur aufbauen (diese Skepsis unterscheidet sich drastisch von der ebenfalls

existierenden Skepsis der Klimaforscher gegenüber den Modellen, denen ein anderes Kapitel dieses Buches gewidmet ist). Weil diese Quelle des Wissens generell zurückgewiesen wird, können auch Zukunftsprognosen keine Rolle spielen.

Dabei sind sich die Grafiken der Klimawandelskeptiker und der Klimaforschung auf den ersten Blick sehr ähnlich. Allerdings gibt es weniger unterschiedliche Typen von Datenvisualisierungen in klimawandelskeptischen Medien und sie sind weniger komplex. Vornehmlich werden Grafiken eingesetzt, die Daten auf einem Zeitstrahl anordnen, wobei die dargestellten Perioden oftmals zu kurz sind, um einen langfristigen Trend des Klimas zu zeigen (ca. drei Jahrzehnte oder weniger); in den Darstellungen paläoklimatischer Daten wiederum werden Daten verzerrt oder die jüngsten Daten weggelassen, um das Bild eines »normalen Wandels« nicht zu stören. Erst in der Kontextualisierung und Deutung der Grafiken wird deutlich, dass sie aus vollkommen widersprüchlichen Epistemologien resultieren.

Es ist nicht einfach, zu erkennen, ob man es mit einer Grafik aus dem Kontext der Klimawandelleugner zu tun hat. Wer herausfinden möchte, ob eine Grafik in einem strategischen Sinne Skepsis verbreiten soll, muss nicht nur ihre Botschaft oder den Inhalt genau hinterfragen, sondern auch die Zuverlässigkeit des Botschafters (also die Autoren, Institutionen, Geldgeber, Verlage, z.B. beim *Desmogblog*, der die Lebensläufe bekannter Klimawandelleugner-Lobbyisten sammelt) und dann die Argumente mit anderen Quellen vergleichen, deren Glaubwürdigkeit ebenfalls hinterfragt werden müssen. Dies ist jedoch äußerst schwierig und langwierig, da das Internet üblicherweise einander nahestehende Ansichten verbindet und nicht konträre – wer also klimawandelskeptive Einträge verfolgt, landet meistens auf weiteren klimawandelskeptischen Webseiten. Außerdem werden diejenigen, die aufgrund ihrer politischen Haltung und Lebenseinstellung bereits zu den Klimawandelleugnern gehören, nur sehr schwer von ihrer Sicht der Dinge abzubringen sein. Hier stellt sich die Frage, ob ein Überzeugen der »Häretiker« überhaupt möglich ist.

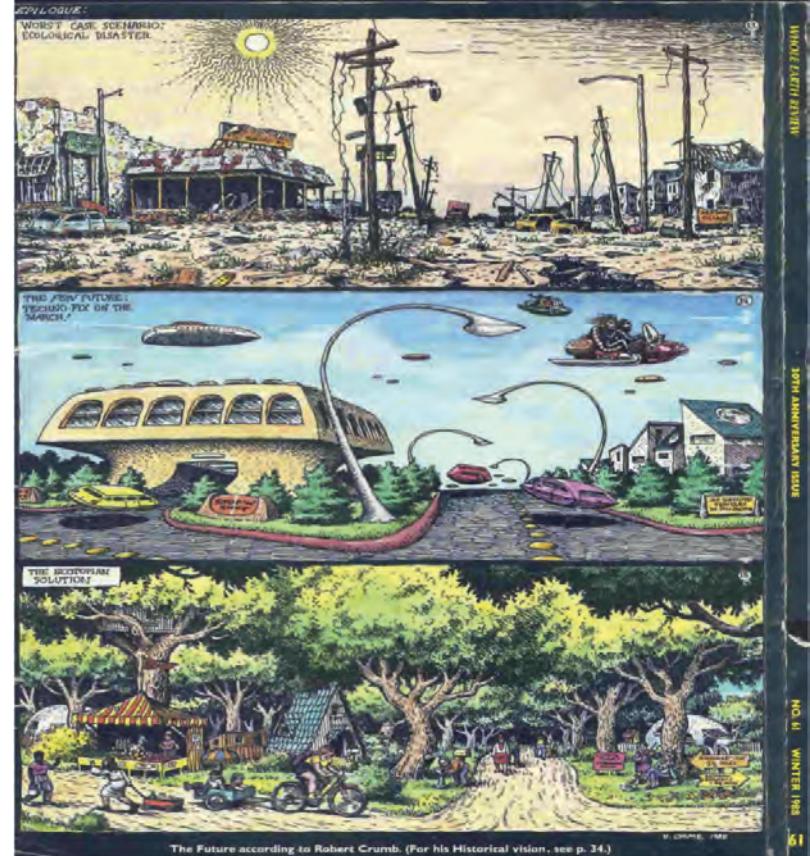


Abb. 79: Die drei ergänzenden Panels des eine Seite umfassenden Cartoons *A Short History of America* von Robert Crumb, 1997 publiziert in *Co-Evolutionary Quarterly*, 1981 koloriert und um die drei Zukunftsszenarien ergänzt: 1. Worst-case-Szenario, ökologische Katastrophe, 2. Die fröhliche Zukunft: Die Hightech-Lösung grifft um sich, 3. Die ökotopische Lösung.

## Das zukünftige Gesicht der Erde

### Zukunftsbilder des Weltklimarats zwischen Utopie und Dystopie

Im Jahr 1979 erschien im US-amerikanischen Magazin *Co-Evolutionary Quarterly* ein zweiseitiger Comicstrip mit dem Titel *A Short History of America* (Abb. 79).<sup>446</sup> Auf nur zwölf Bildfelder komprimierte Robert Crumb kommentarlos die Veränderung Nordamerikas seit der Ankunft der Europäer bis in die Gegenwart der 1970er-Jahre. Die Bilderzählung beginnt mit dem Blick auf eine unberührte Waldwiese, die in den darauffolgenden Panels sukzessive in eine Verkehrslandschaft umgewandelt wird, in der rauchende Züge, Landstraßen, Straßenbahnen, Oldtimer und schließlich die Cadillacs der 70er-Jahre das Bild bestimmen. Der letzte Baum verschwindet im neunten Panel zugunsten von neuen Straßenlaternen, Ampeln, Telefondrähten und Werbeschildern.

Zwei Jahre nach dem ersten Erscheinen wurde der Comic koloriert und Crumb fügte seiner Erzählung drei weitere Bildfelder hinzu. Diese sind hier von besonderem Interesse, da sie drei prototypische Zukunftsvisionen besonders eindringlich veranschaulichen. Die erste Version trägt den Titel »Worst case scenario, ecological disaster« (Worst-case-Szenario, ökologische Katastrophe). Sie knüpft am deutlichsten an die vorherigen Panels an. Die Straßenkreuzung ist nun nach einer ökologischen Katastrophe zu sehen. Hier ist die Geschichte des modernen Lebensstils an ihr Ende gekommen – die Drähte an den Strommasten sind gerissen, die Straße ist von Schutt bedeckt, der Himmel ist gelb, die Zivilisation liegt in Ruinen und es scheint kein Leben mehr zu geben. Die zweite Vision heißt »The fun future: Techno-Fix on the march« (Die fröhliche Zukunft: Die Hightech-Lösung greift um sich). Bunte Autos fliegen am blauen Himmel über geschwungene futuristische Häuser, die in sauber geplanten Vorgärten stehen. Der *Homo Faber* hat

alles im Griff. Die dritte Version zeigt »The ecotopian solution« (Die ökotopische Lösung). Die Bewohner dieser Zukunft verzichten auf alle strom- und spritbetriebenen Geräte; sie leben wieder im Wald, der in seinem üppigen Wildwuchs an die Wälder vor der Invasion der Europäer erinnert – die Prinzipien von Evolution und Wachstum haben sich in dieser Zukunft ins Phantasma biologischen Wachstums einer bunten Urzeitkommune verkehrt.

Crumps Alternativen möglicher Zukünfte setzen die drei maßgeblichen Zukunftsvorstellungen prägnant ins Bild, die sich aus der Geschichte der Moderne und ihres wissenschaftlichen und technischen Fortschritts ableitet. Die prophezeiten Zukunftsoptionen, die dieser Geschichte entwachsen, sind entweder katastrophaler Kollaps, Technikoptimismus – also das grenzenlose Wachstum, das unermüdliche Erfinden neuer technischer Lösungen des *Homo Faber* – oder aber das Prinzip von Schrumpfung, Verzicht und Umkehr; alle drei Visionen erscheinen plausibel und haben ihre Anhänger je nachdem, wie über »die Natur« gedacht wird: entweder als gutmütige oder unberechenbare, zerbrechliche oder duldsame Natur.<sup>447</sup> Auch die heutigen, vierzig Jahre später entstandenen Zukunftsimaginationen einer Welt im Klimawandel – so die hier vertretene These – entfalten sich immer noch innerhalb der Typologie dieser drei schemenhaften Visionen – woraus sich zum Beispiel die frappierende Ähnlichkeit des Set-Designs einer Szene aus der Verfilmung von *The Road* (2009) mit Crumps Panel der ökologischen Katastrophe erklären ließe.

Im Zentrum dieses Kapitels steht die Frage, wie der Weltklimarat (IPCC) ein Bild möglicher Zukünfte zeichnet. In der Semio logie von Karten, Schemata und Diagrammen fasst er in den Berichten für politische Entscheidungsträger (Summaries for Policy Makers, SPM) zentrale Erkenntnisse und Argumente zusammen. In jedem der Berichte der drei Working Groups (WG I-III) sind ca. zehn Grafiken eingebunden. Mit ihrer Auswahl wird beansprucht, das gegenwärtig relevanteste Wissen über

den Klimawandel und seine Risiken darzustellen. Die Relevanz von Zukunftsbildern in diesem Kontext zeigt sich im hohen Anteil dieser Bilder, die Zeiträume in der Zukunft darstellen. In den zusammenfassenden Klimaberichten von 2014 und 2015 thematisieren über ein Drittel der Grafiken mögliche Zukünfte. In den Berichten für die politischen Entscheidungsträger schlägt sich insofern nieder, wie Klimaforschung zum Produzenten von Zukunftswissen avanciert ist.

Im Folgenden wird mit Hilfe von bild- und kunsthistorischen Methoden kritisch untersucht, was für ein Bild von Zukunft in der Klimaforschung wissenschaftlich konstruiert wird – aber auch, was diese Bilder in einem größeren Rahmen besagen; dabei werden mit Hilfe von Bildvergleichen Bezüge zu kulturellen und religiösen Vorstellungen und Bildern von Zukunft hergestellt, da die Auffassung leitend ist, dass auch in den wissenschaftlichen Zukunftsbildern tradierte Vorstellungen von Zukunftsvisionen, die tief im kollektiven Imaginären verankert sind, an die Oberfläche drängen. Zunächst stehen jedoch allgemeine Fragen im Fokus wie nach der Geschichte der Zukunft, nach den begrenzten Möglichkeiten, sich überhaupt Zukünfte vorzustellen, und nach allgemeinen Zukunftskonzepten in den Klimawissenschaften, die im Rahmen von Wahrscheinlichkeit und Risiko angesiedelt sind.

### Ikonografie und Zeit der Zukunft im Bild

Betrachtet man Fotografien, die Klimawandel darstellen, lassen sich diese in die Kategorien von Spuren und Vorboten einteilen. Diese Kategorisierung hat die Politologin Kate Manzo innerhalb einer ikonografischen Analyse der Motive von vor allem Fotografien vorgenommen.<sup>448</sup> Für Spuren stehen Fotografien wie die von Eis- und Gletscherschmelze, als Vorboten gelten die Dokumentationen von Extremwetterereignissen und ihre Folgen wie der Hurrikan *Sandy*, die Auswirkungen von Hitze- und

Trockenphasen oder Fluten. Derartige Bilder bieten einen Ausblick auf die veränderten Muster, Ausmaße und zunehmenden Häufigkeiten zukünftiger Wetterereignisse.

Manzos Einteilung lässt sich nicht nur auf Fotografien, sondern auch auf Informationsbilder wie Karten und Grafiken übertragen. Spuren wären hier die Grafiken, die Klimageschichte mittels Mess- und Proxydaten zeigen, Vorboten die Karten bereits vergangener Extremwetterereignisse. Doch sind Spuren wie Vorboten in der Vergangenheit angesiedelt. Die von den Klimawissenschaften entworfenen Zukunftsszenarien wiederum, die hier im Fokus stehen, deuten zwar wie Vorboten auf zukünftige Klimafolgen hin, sie tun dies jedoch mit den Medien und Mitteln der Szenarienbildung und der Projektion; anders als die Fotografie besitzen sie kein indexikalisches Verhältnis zu Ereignissen einer bereits eingetretenen Realität. Die Spur der Zukunft in der Gegenwart muss mit anderen Methoden entziffert und erforscht werden als die dokumentarische Spur von Ereignissen in der Vergangenheit. Da ein direkter Zugriff auf die Zukunft unmöglich ist, werden Zukunftsbilder im Modus der Fiktion, des Entwurfs und der Modellierung erzeugt.

Die folgende Analyse von Grafiken, die mögliche Zukünfte zeigen, ist von drei Ausgangsbeobachtungen geleitet, die alle auf den instrumentellen Charakter von Bildern verweisen. Erstens ist die Zukunft selbst unsichtbar: Bilder, die mögliche Zukünfte in Szene setzen, sind eine wichtige Möglichkeit, Zukünfte vorstellbar zu machen – selbst wenn diese Bilder nur Stützen für die Imagination sein können. Dass ein direkter Blick auf die Gefahrenlage des Klimawandels unmöglich ist, liegt nicht nur an dem bereits dargelegten, generellen Sichtbarkeitsproblem von Klima und Klimawandel, sondern an seiner zeitlichen Struktur, die Geschichte, Gegenwart und Zukunft gleichermaßen umfasst. Das besondere Interesse am Klimawandel verschob nämlich den Fokus der Klimatologie vom »mittleren Zustand der Atmosphäre über einem bestimmten Erdort« von der Gegenwart in die Zukunft.<sup>449</sup> Das Sprechen vom Klimawandel hat »nur noch die

*Zeit des Klimas*« im Blick.<sup>450</sup> Zweitens sind die Klimaszenarien als Vorstellungen von Zukunft zentral, weil sie das Diskutieren von erstrebenswerten Zukünften, aber auch von hinnehmbaren Risiken und Ängsten auf soziopolitischer Ebene überhaupt erst ermöglichen: Sie fungieren als »decision-making-tools«, also als Entscheidungsinstrumente.<sup>451</sup> Drittens sind die Bilder aber auch in einem generelleren Sinne bedeutsam, da sie potenziell die Macht besitzen, über die Vorstellungen auch die Wirklichkeit selbst zu verändern. Eva Horn schlägt deshalb mit Isak Winkel Holm vor »zu fragen, wie Zukunftsfiktionen in die Wirklichkeit eingreifen und welche Formen sie anbieten (und historisch angeboten haben), um Wirklichkeit wahrzunehmen und zu strukturieren.«<sup>452</sup> Die Vorstellungen vom Realen, so Horn im Rückgriff auf Slavoj Žižek weiter, sind von Vorstellungen von einer verborgenen Struktur durchsetzt, die durch Phantasmen strukturiert werden. »Diese populären Phantasmen, so Žižek, strukturieren, was wir für wahrscheinlich, für möglich, für erwartbar, für authentisch halten; sie prägen die imaginären Schemata, nach denen Wirklichkeit wahrgenommen und interpretiert wird.«<sup>453</sup> Derartige Phantasmen gestalten dann nicht nur die Wahrnehmung dessen, was sie zeigen, sondern über die Rückkopplungseffekte zwischen Wahrnehmung, Vorstellungsbildung und Wirklichkeit beeinflussen sie auch die Zukunft selbst. Diese Beobachtung gilt gegenwärtig insbesondere für die Bilder des Klimawandels: Bilder möglicher Klimazukünfte werden zur Blaupause für Zukunftsvorstellungen, gleichzeitig sind diese Vorstellungen limitiert, da sie nur innerhalb bereits bestehender Strukturen gedacht werden können.

Im Fall des Klimawandels müssen die Spuren der Zukunft in der Gegenwart aus der Vergangenheit entschlüsselt werden. Es ist der Begriff der Latenz (lat. verborgen sein), der hier bedeutsam wird. Der Klimawandel ereignet sich nicht plötzlich, sondern entwickelt sich verzögert, langsam und schleichend zwischen den Polen »schon« eingetretener Klimawandelfolgen und »noch nicht« eingetretenen, aber erwarteten Ereignissen.

In Analogie zur verzögerten Verbindung von Ursachen und Wirkungen – zeitlich wie räumlich – werden der Klimawandel und seine Folgen als »slow violence« (Rob Nixon), also einer sich langsam entfaltenden Gewalt bezeichnet.<sup>454</sup> Das heute ausgestoßene Treibhausgas CO<sub>2</sub> wird noch in vielen Jahrzehnten das Klima bestimmen; was heute an Erwärmung registriert wird, ist durch die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Vergangenheit verursacht. Aufgrund dieser Struktur lässt sich der Klimawandel jedoch auch als »Katastrophe ohne Ereignis« (Eva Horn) fassen, bei der es gilt, die verborgenen, noch schlummernden Gefahren abzuschätzen. Die »kommende Katastrophe [erhebt] immer den Anspruch, etwas bereits *in der Gegenwart Gegebenes* zutage treten zu lassen [...]. Die Katastrophe holt dieses heimlich Drohende aus der Latenz. Sie ist der ›Ernstfall‹, in dem sich plötzlich das ›wahre Gesicht‹ all dessen zeigt, was als Gefahr *immer schon* gelauert hat.«<sup>455</sup>

Die Spuren und Vorboten des Klimawandels sind Zeichen einer Latenz. Wie bei einer Krankheit, deren Symptome noch nicht vollständig sichtbar sind, weil ihre Auswirkungen mit Verzögerung eintreten, oder aber wie bei der christlichen Vorstellung vom Reich Gottes, das sich aus einem unscheinbaren Saatkorn erst langsam realisiert, ist die Saat oder der Virus des Klimawandels bereits Teil der Realität, die sich in der Zukunft immer deutlicher entfaltet. Die Szenarien der Klimaforschung vermögen in dieser Betrachtung nicht weniger als die noch verborgenen Auswirkungen experimentell in die Zukunft zu entfalten und für die Vorstellung vorwegzunehmen.

### Geschichte der Zukunft

Auch Zukunftsvorstellungen haben eine Geschichte. Insofern können historische Zukunftsvorstellungen bis weit in die Gegenwart hinein wirksam sein. Ein wichtiges Zukunftsbild und Grundschema der christlichen Futurologie besteht aus der Vorstellung des Endgerichts. In einem Triptychon aus dem 15. Jahrhundert

mit dem Titel *Jüngstes Gericht* sieht man auf der rechten Klapp-tafel eine besonders drastische Darstellung des Gangs der Verdammten in die Hölle (Abb. 80). Das großformatige Altarbild stammt von Hans Memling, der es als Auftragsarbeit für eine Kapelle in Italien malte, die von der Familie Medici gestiftet wurde.<sup>456</sup> Während die Menschen, die für das Paradies ausgewählt wurden, im linken Seitenflügel geordnet und ohne Kleider die Treppen zum Himmelstor hinaufschreiten, werden die Verdammten im rechten Flügel von mehreren Teufeln in die brennende Tiefe gestoßen. Ihre fallenden Körper formen ein Chaos aus verbogenen Gliedmaßen und von Schmerz und Entsetzen entstellten Gesichtern. Es sind die Rottöne des Höllenfeuers, die den rechten Bildteil beherrschen – sie symbolisieren die ewig vernichtende Kraft des Feuers.<sup>457</sup>

Heute sind es die Bildwelten der Statistik und Kartografie, die Bilder von Zukünften zeichnen. Als repräsentatives Beispiel können die sogenannten »brennenden Welten« der Klimawissenschaften gelten, die mögliche Temperaturentwicklungen global bis ins Jahr 2100 demonstrieren (Abb. 99). Obwohl diese Karten ein gänzlich anders gewonnenes Wissen als die Bilder der christlich-prophetischen Zukunftslehre darstellen, vermag sich – so die hier verfolgte These – über die glutrote Färbung des Planeten die wissenschaftliche Farbsemantik mit Vorstellungen von Endgericht, Apokalypse und Zeitenende auf vielschichtige Weise zu vermischen. Die Überlagerung von Endzeitvorstellungen lässt sich am metaphorischen Spitznamen »Burning Worlds« ablesen, unter dem diese Bildform inzwischen in kommerziellen Bild-datenbanken wie Getty Images zu finden ist, der aber auch der Titel für Science-Fiction-Literatur mit Klimaerwärmungsnarrativ wurde. Das kollektive Imaginäre der im Rahmen abrahamitischer Religionen geprägter Betrachter sieht in den brennenden Welten Hinweise auf ein Weltenende, das jedoch in keinem heils geschichtlichen Rahmen mehr steht.

Dass Zukunftsvorstellungen eine Geschichte haben, machte Reinhart Koselleck in seinem 1979 erschienenen Buch *Vergangene*

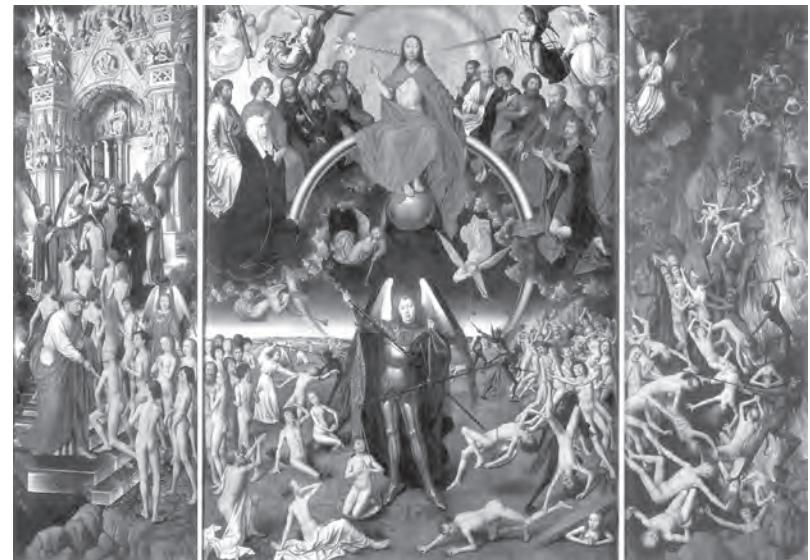


Abb. 80: *Das Jüngste Gericht*. Triptychon für einen Altar von Hans Memling. Die auferstandenen Toten halten je nach Lebensführung entweder Einzug nach Jerusalem (die Erreteten, links) oder werden in die Hölle gestürzt (die Verdammten, rechts). Entstehung zwischen 1467 und 1471, 360 × 90 cm, Nationalmuseum Danzig.

*Zukunft* erstmals zu einem breiten Forschungsthema. In diesem Rahmen betrachtete der Historiker die Zukunftsvorstellungen vergangener Gesellschaften in Europa. Koselleck analysierte, wie sich Begriffe und Vorstellungen von Zukunft sowie Hoffnungen und Ängste vor der Zukunft vom 16. Jahrhundert bis zur Französischen Revolution entwickelten. In der historischen Betrachtung wird deutlich, wie stark sich jeweils verändert hat, was und wie über Zukunft gedacht wird – aber auch, wie die Vorstellungen von Zukunft seit dem 18. Jahrhundert eine zunehmend konkrete und auf das Diesseits ausgerichtete Bedeutung erhielten. Gleichzeitig legt die Geschichte der Zukunft offen, wie auch die Autorität der Zukunftsvorkünder wechselte: Waren es zunächst noch kirchliche Institutionen, die ein Monopol auf Zukunftsvisionen und Glaubwürdigkeit besaßen, so mussten sie diese Autorität zunehmend mit den säkularisierten Institutionen des Staates und

den politischen Ideologien (bei denen Zukunftsversprechungen ebenfalls eine große Rolle spielen) sowie den – in der Regel staatlich finanzierten – Wissenschaften teilen.<sup>458</sup>

Kosellecks Geschichte der Zukunft endet mit der Revolution im 18. Jahrhundert. Doch wie müsste diese Geschichte seit der Aufklärung bis in die Gegenwart weitergeschrieben werden?<sup>459</sup> Welche Entwürfe, welche Institutionen traten seither hervor und fanden Beachtung, wenn es darum ging, Zukunftsentwürfe zu entwickeln?

Innerhalb solch einer Geschichte müsste untersucht werden, wie in den letzten zweihundert Jahren die Wissenschaft mit ihrem historisch entwickelten Objektivitätsanspruch in den meisten Fragen die Deutungshoheit übernahm und wie die Wissenschaften zum Warnsystem der Gesellschaft für Risikofragen wurde.<sup>460</sup> Auch müsste gezeigt werden, wie neue Zukunftsängste zutage traten und in vielen Gesellschaften an die Stelle religiöser Bestrafungsszenarien sowie politischer Utopien rückten. Für eine neue Form von Zukunftsängsten steht aber auch die Vorstellung eines geologischen oder klimatischen Weltenendes, eines Endes der Natur, das als finales Ende der Menschheit imaginiert wird, wobei der Historiker Joachim Radkau der Umweltbewegung eine besonders auffällige Fülle an Zukunftsperspektiven zuspricht.<sup>461</sup> Die Vorstellungen eines sich zukünftig wandelnden Klimas verlaufen wiederum zunächst getrennt von »der Umweltbewegung«. Ihre Geschichte beginnt bereits im frühen 19. Jahrhundert mit den literarischen Phantasien einer zunehmenden Abkühlung der Erde, angeregt durch die frappierend kalten Ausnahmejahre nach dem Ausbruch des Vulkans Tambora 1816 und 1817 mit den Folgen von Hungersnöten.<sup>462</sup> Überhaupt bestand die vorherrschende Vorstellung eines Klimawandels bis in die 1930er-Jahre in einer drohenden Abkühlung oder Vereisung der Erde. So warnte Ende des 19. Jahrhunderts der Klimatologe Eduard Brückner Landwirte und Politiker, nachdem er die Auswirkungen der Eiszeit untersucht hatte, vor einer bevorstehenden Abkühlung des Klimas, für die er in den Wettermessungen sowie

in planetarischen Konstellationen Anzeichen eines 35-jährigen Klimazyklus sah.<sup>463</sup> Der geologische Befund früherer Eiszeiten brachte das mächtige Bild eines vormals vereisten Europas auf und machte damit die Instabilität von Landschaften und ihren Klimaten denkbar. In diesem Sinne wurde die Eiszeit seit 1900 zum festen Bestandteil der Vorstellungswelt einer dramatisch veränderlichen Erde. Mit dem Bild eines stabilen Klimas räumten Autoren wie Wilhelm Bölsche in ihren auflagestarken populärwissenschaftlichen Werken auf, wenn sie die Erde während der Eiszeit plastisch wie in einem Reisebericht nach einer Katastrophe schilderten. Sie erzählten von »einer Erde ohne uns«, vom »Schrecken [der] Weltoberung« einer »beginnenden Ganzvereisung«, die so stark war, dass man sie vom Weltall aus hätte sehen müssen, sowie vom »Weltwinter, der alles vernichtete«. Sie beschworen aber auch bereits das zukünftig mögliche Zusammenbrechen der »Warmwasserheizung« des Golfstroms.<sup>464</sup> Im Sinne einer kosmischen Begründung des Erdklimas ließe sich nicht zuletzt auch die außerhalb der Wissenschaften entworfene Welteislehre des Ingenieurs und Hobbyastronomen Hanns Hörbiger anführen. Die pseudowissenschaftliche Glazialkosmogonie, die mit der postfaktischen Lehre von Chemtrails zu vergleichen ist, brachte es bezeichnenderweise seit den 1910er-Jahren und später unter den Nationalsozialisten zu großer Popularität – sie befeuerte die Phantasien einer klimatisch veränderten Erde.<sup>465</sup>

Die Vorstellungen eines sich erwärmenden Klimas als ungewollter Nebeneffekt menschlicher Tätigkeiten wiederum fanden erst nach 1960 Eingang in Romane im Feld des Science-Fiction, auch wenn Svante Arrhenius in Nachfolge von John Tyndall und anderen bereits am Ende des 19. Jahrhunderts den Einfluss der Zusammensetzung der Atmosphäre untersucht und insbesondere den Zusammenhang von steigenden CO<sub>2</sub>-Emissionen und Treibhauseffekt modellhaft erforscht hatte. Doch blieb dieser Zusammenhang lange stark bezweifelt und bis in die 1960er-Jahre wenig erforscht. Erst mit den stetig vermehrten CO<sub>2</sub>-Messungen

in der Atmosphäre durch Charles D. Keeling wurde die Frage drängend, ob nicht vielleicht doch eine erwärmende Wirkung mit zunehmendem CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre möglich sei. Jules Verne ließ das Thema eines durch Geo-Engineering veränderten Weltklimas in den Roman *Sans dessus dessous* (1889) münden. Es ist nicht bekannt, ob der Schriftsteller J. G. Ballard die Ideen für seine Klima-Science-Fiction, die ihn zum Begründer des Genres »Cli-Fi« machten, aus diesen Forschungen zog. Frühe Beispiele sind *The Wind from Nowhere* (1961) und *The Drowne d World* (1962) oder sein Roman *The Burning World*, der später in *The Drought* (1964) umgetitelt wurde. In diesen Romanen wird erstmals Thema, wie eine Klimaerwärmung mit Meeresspiegelanstieg die menschliche Gesellschaft verändert.

Betrachtet man Zukunftsvorstellungen, die im Rahmen einer allgemeinen Ökologie und der menschlichen Einwirkungen auf diese stehen, wird deutlich, dass ein Grundschema des ökologischen Erzählstrangs bereits in den frühesten Publikationen angelegt war, der »den Menschen« als ökologischen Faktor ins Zentrum stellte. In seinem noch während des zweiten Weltkriegs begonnenen populärwissenschaftlichen Buch *Our Plundered Planet* (1948) entwickelte beispielsweise Fairfield Osborn, Sohn eines Geologen und Paläontologen, die Idee einer Menschheit, die ihre eigenen natürlichen Grundlagen zerstört, indem er den überirdischen Blick aus dem Universum auf das kostbare, lebendige »Earth-home« der Fotografie *Blue Marble* von 1972 aus der Apollo 17 vorwegnahm.<sup>466</sup>

Ein Kapitel trägt den Titel *New Geologic Force: Man*.<sup>467</sup> Hier beschreibt Osborn die langfristige Zerstörung der Böden insbesondere in den USA, die mit der raschen Entwaldung und den Stürmen der »Dust Bowl« die ökologischen Folgen der massiven Bodenbewirtschaftung erfahren hatten.<sup>468</sup> Die Weiterentwicklung dieser Zerstörung in die Zukunft mutet einerseits wie die Blaupause für Robert Crumbs Vision von der ökologischen Katastrophe an; gleichzeitig bahnt sich hier eine radikale Neubewertung des menschlichen Handelns auf der Erde, der

menschlichen »Agency on the Earth«<sup>469</sup> als geologischem Faktor an. Dies ist letztlich als Vorgriff auf die »Human Agency in the Anthropocene« zu bewerten. Denn die damals aufgebrachte Vorstellung vom Menschen als geologischer Kraft skizzierte bereits den in den letzten Jahren aufgebrachten geologischen Begriff des »Anthropozäns«, des das Holozän ablösenden Zeitalters, in welchem die menschliche Einwirkung auf die Erde als geologischer Faktor messbar wird. Das Anthropozän jedoch scheint nicht mehr in der Zeitform Futur, sondern als Futur II auf, da es unentrinnbar »einen Rückblick des Menschen auf sich selbst nach seinem Ende impliziert«.<sup>470</sup>

Waren Publikationen wie die von Osborn noch ein Randphänomen, so drängte in den 1950er- und 1960er-Jahren eine Vielzahl neuer Publikationen in den Vordergrund, die aber erst um 1970 zur »ökologischen Revolution« führten – einem neuen Bewusstsein, das aus einem Schub von neuen Erkenntnissen ökologischer Wechselwirkungen und darin implizierter Weltbilder hervorging.<sup>471</sup> Die Kassandrarufe, die vor einem Ende der Natur warnten, wurden lauter; sie waren Thema auflagesterkraker Publikationen. Neben *Stummer Frühling* (1962) von Rachel Carson waren es vor allem global angelegte Titel wie *The Limits of Earth* (1953), *The Challenge of Man's Future* (1954), *Die Bevölkerungsbombe* (1968), *The Doomsday Book* (1970) oder *Das Selbstmordprogramm. Zukunft oder Untergang der Menschheit* (1971). Diese Bücher erörtern zahlreiche Begründungen für den Kollaps der Systeme und den Untergang der Menschheit, wobei das wirkmächtigste Narrativ seit den 1940er-Jahren bis zum Ende des kalten Krieges wohl das Bild eines nuklearen Winters nach einem möglichen Atomschlag war.<sup>472</sup> Wenn dieses Bild heute von anderen Drohkulissen verdrängt wurde, obgleich die Möglichkeit eines Atomschlags immer noch gegeben ist, zeigt sich darin vor allem die wandelbare Mythomotorik und Ökonomie von Zukunftsvorstellungen.

Bereits viele der genannten Autoren extrapolierten die von Thomas R. Malthus bereits 1798 entwickelte Perspektive einer

exponentiellen »Bevölkerungsexplosion« im Rahmen ökologischer Grenzen in die Zukunft. Schließlich erschien 1972 der Bericht des Club of Rome mit dem Titel *Die Grenzen des Wachstums*, für den die Autoren gemeinsam mit dem MIT das Computermodell »World3« konzipiert hatten, mit dem Wachstumsfragen zum Gegenstand globaler Berechnungen wurden.<sup>473</sup> An die Seite der Technikeuphorie des Wirtschaftswunders und der großen Agrarrevolution trat, vornehmlich in den kapitalistisch geprägten Ländern, das kritische Nachdenken über die ökologischen Systemgrenzen eines beschleunigten Wachstums und führte zur Erkenntnis einer unauflösbar Dissonanz der verschiedenen Systemrealitäten.

Die Erkenntnis des »anthropogenen Klimawandels« verdichtete sich in eben jener Zeit, jedoch zunehmend Ende der 1970er-Jahre, zu einer immer festeren Gewissheit.<sup>474</sup> Diese Erkenntnis begann regionale Umweltzerstörungen wie Bodenerosion, Luft- und Wasserverschmutzung oder das Sterben der Arten mit der globalen und atmosphärischen Metanarration einer drohenden Klimakatastrophe einzurahmen und sie mitunter sogar zu überlagern; zu den Themen des Umweltschutzes trat ein Projekt mit planetarischem Ausmaß. Fortan ging es nicht mehr allein um die vergleichsweise kleinskaligen, in der Regel nationalen Fragen von Natur- oder Umweltschutz, sondern entsprechend um die Herausbildung einer globalen Politik zum Schutze des Klimas – eine Politik der Atmosphäre und des Ökosystems der Erde.

Im Unterschied zu den Themen des Umweltschutzes konnte der Klimawandel in den frühen Jahren der Erkenntnis noch nicht mit beobachteten *Hot Spots* des Wandels, eindrucksvollen Beweisen und alarmierenden Fotos von durch klimatische Veränderungen zerstörten Landschaften aufwarten. Stattdessen waren es abstrakte Linien, die im Gerüst durrer Grafiken anstiegen und welche die unsichtbaren Messungen von CO<sub>2</sub> in der Luft und Temperaturen mit der Theorie des Treibhauses korrelierten. Die Kurven und Karten besaßen jedoch eine Schlüsselrolle

für »die Vergegenwärtigung, die Inszenierung des Weltrisikos«.<sup>475</sup> Im Fluchtpunkt ihrer Linien – und zunächst nur dort – wurde eine noch unsichtbare und verborgene Zukunft imaginierbar, die ihren Ausgangspunkt in wissenschaftlichen Erkenntnismethoden nahm.

### Mit dem Rücken zur Zukunft

Wie lässt sich Zukunft überhaupt vorstellen? Und wie weit in die Zukunft lässt sich blicken? Der Bericht *Die Grenzen des Wachstums* des Club of Rome von 1972 kann als einer der ersten Versuche gelten, Zukünfte mit Hilfe eines Weltmodells als Computersimulation in die künftigen Jahrzehnte zu berechnen. Mit dem am Massachusetts Institute of Technology entwickelten »World3«-Programm modellierten die Forscher des Club of Rome die Wechselverhältnisse zwischen menschlichen Tätigkeiten und Ökosystemen. Für ihr System verwendeten sie hierzu die fünf Variablen Bevölkerungswachstum, Industrie, Umweltverschmutzung, Lebensmittelproduktion und Ressourcenverbrauch.<sup>476</sup> Mit diesen Hauptprotagonisten des Erdgeschehens brachten sie die globale ökologische Erzählung einer möglichen Zukunft inklusive menschlicher Faktoren erstmals in Form eines auf Zahlen und Formeln gegründeten Modells. Das auflagenstarke Buch kann deshalb als eine der ersten Veröffentlichungen gelten, die Zukunftserzählungen im Rahmen statistischer Berechnungen skizzierte und diese als wissenschaftlich hergestellte Erkenntnis und Warnung an die breite Öffentlichkeit kommunizierte.

Am Beginn des Buches, das zahlreiche Kurvengrafiken und Feedback-Schemata beinhaltet, steht eine Grafik, die den Titel »Aussichten für die Menschheit« trägt (Abb. 81). Sie ist für den hier verfolgten Zusammenhang interessant, weil sie die generelle Problematik von Zukunftsvorstellungen hinterfragt. Die nüchterne Grafik veranschaulicht, wie schwer es jedem Menschen fällt, sich das eigene Leben über eine größere Zeitspanne

### Aussichten für die Menschheit

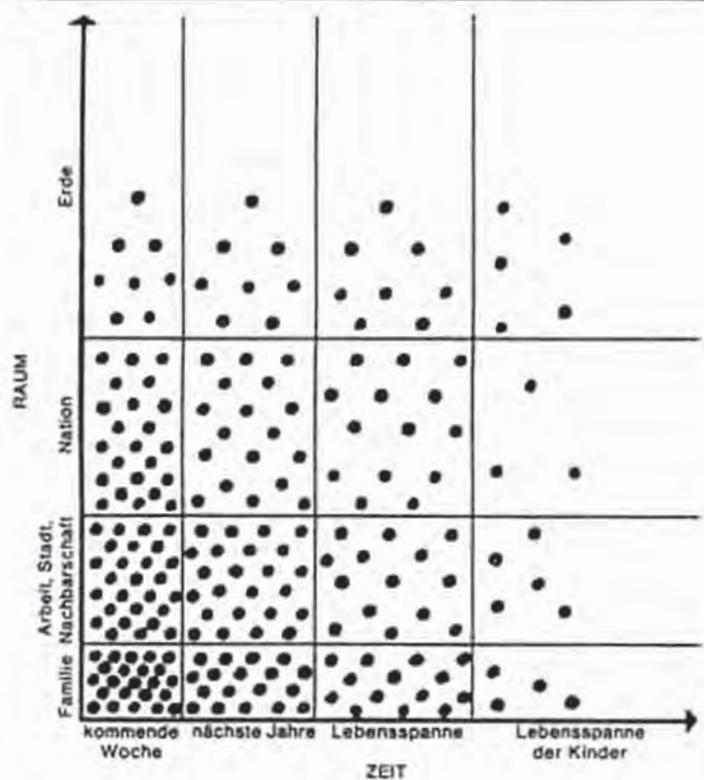


Abb. 81: *Aussichten für die Menschheit*. Grafik aus dem Bericht *Grenzen des Wachstums*, des Club of Rome von 1972. Die Möglichkeit, sich Zukünfte vorzustellen, nimmt analog zu Zeit und Raum ab.

und einen größeren Raum vorzustellen. Das Bild, das die Autoren des Buches wählten, nutzt die gängige Sprache mathematischer Koordinationssysteme, um das Zusammenspiel von Zeit und Raum beim Blick in die Zukunft hervorzuheben. Die x-Achse markiert die Zeit, die y-Achse durchmisst den sozialen und geografischen Raum. Während das erste Segment (»Familie/ kommende Woche«) von 23 schwarzen Punkten dicht ausgefüllt erscheint, sind die fernsten Bereiche (Nation bzw. Erde/Lebensspanne der Kinder) hingegen recht leer (3 bzw. 5 Kreisformen).

Für die Aussage der Grafik scheint es unwichtig, was genau die einzelnen Punkte bedeuten und wie ihre Anzahl entschieden wurde – worauf es ankommt, ist die graduelle Unterscheidung zwischen leer und gefüllt. In der abnehmenden Dichte des Punkt-musters gewinnt die Sichtweise Form, dass es Menschen im Alltag generell schwerfällt, sich ihre eigene Zukunft außerhalb des Lokalen, also im Meso- und Makrobereich, vorzustellen; eine zeitliche Distanz verstärkt dieses Zusammenspiel zusätzlich. Grob gesprochen gilt, je weiter eine Vorstellung vom eigenen Standpunkt entfernt ist, desto weniger Vorstellungen gibt es; hier wechseln aber auch die Methoden und die Institutionen der Vorhersage – denn Staaten und Nationen, ebenso wie die Weltgemeinschaft, können Vorhersagen mit anderen Mitteln produzieren als Einzelpersonen, sie verfügen beispielsweise über Simulationen im Computer.

Mit der Grafik *Aussichten für die Menschheit* wird so die anthropologische Konstante behauptet, dass Menschen ein generelles Defizit in ihrem Vermögen haben, sich ihre eigene Zukunft auszumalen. Dies ist ein Grund, der professionelle, wissenschaftliche Methoden der Prognose erforderlich macht. Die Autoren des Berichts vom Club of Rome nutzten die Aussage der Grafik *Aussichten der Menschheit* mithin als Argument dafür, den Mangel menschlicher Vorstellungskraft mit den neuen Methoden der Computersimulation zu überwinden. Dieses Argument ist seither eine Begründung für die teuren Weltmodelle, die Zukunft im Computer berechnen. Die Simulation von Szenarien erscheint als Königs- aber auch als einziger Weg, um mit dem

kühl-rationalen Auge der wissenschaftlichen Methoden in eine Zukunft zu blicken, auch wenn diese niemals vollkommen scharf gezeichnet sein kann. Seit die ersten Forscher die Politik von ihren Erkenntnissen informierten, wird deutlich, dass ein Wissen über die Klimazukunft nur über Mittelsmänner und -frauen und ihre Instrumente möglich ist. Andere Möglichkeiten gibt es nicht. Aus diesem Grund sind sie die heutigen »heiligen Experten«, die mit ihren explorativen Simulationsorakeln im Computer die möglichen Gänge des Planeten in die Zukunft weissagen.

### Zukunftsbezüge in den Klimawissenschaften

Von welchem Begriff von Zukunft gehen die Klimawissenschaften aus? Die zukünftigen Entwicklungen des Klimawandels haben insbesondere im Rahmen der Sachstandsberichte der zwischenstaatlichen Einrichtung des Weltklimarats ihren Platz. Der Weltklimarat der Vereinten Nationen (IPCC) ist heute eine jener wissenschaftlichen Autoritäten, die Glaubwürdigkeit für ihre Prognosen beanspruchen können; derartige Institutionen wurden in den heutigen Risikogesellschaften zum dominanten Organ der Vorhersage.<sup>477</sup> In einem mehrstufigen Peer-review-Verfahren führen die Arbeitsgruppen des IPCC die intensiven Forschungen und Ergebnisse im Feld zusammen. Dabei besitzen die für den IPCC tätigen Forscher das Mandat, die Folgen des Klimawandels auf Umwelt und Gesellschaft abzuschätzen, Vermeidungsstrategien zu prüfen und mithin Handlungs- und Planungswissen für politische Entscheidungsträger bereitzustellen. Die Voraussicht möglicher Klimazukünfte ist von *politischer* Relevanz, weil es darum geht, auf der Basis heutigen Wissens Entscheidungen für das Wohl der Gesellschaft von morgen zu treffen.<sup>478</sup> Zukunft wird im Rahmen von Risikoeinschätzungen betrachtet. Dabei zeigen die Forscher mögliche Gefahren und Bedrohungen in ihrer Wahrscheinlichkeit auf – und weisen in der Konsequenz auf die Erfordernisse von politischen Entscheidungen hin. Aus diesem Grund

ist die Trennlinie zwischen »policy prescriptive« (Politik vorschreibend) und »policy relevant« (politisch relevant) nicht einfach zu ziehen, auch wenn der IPCC dem Anspruch nach »bloß« relevantes Wissen wertneutral darstellen möchte.<sup>479</sup> Der Weltklimarat ist mit seinen Berichten ein Organ auf der Schwelle zwischen Wissenschaft und Politik; gegenwärtige Klimaforschung ragt mit ihren Fragen und Erkenntnissen weit in die Politik hinein.<sup>480</sup>

Innerhalb der Klimawissenschaften lässt sich das Konzept der Zukunft von dem des Risikos kaum trennen, beide sind direkt aufeinander bezogen. Zukunftsanalyse wird als Risikoabschätzung betrieben, das Morgen erscheint im Rahmen des Risikos, also im Rahmen von erwartetem Schaden, Eintrittswahrscheinlichkeit und Nutzen. Der zukünftige Klimawandel scheint im Konzept des Risikos und der Wahrscheinlichkeitstheorie vollständig aufzugehen,<sup>481</sup> geht es doch darum, einen »gefährlichen« Klimawandel zu vermeiden oder zu wissen, wo und wann dieser eintreten könnte, um Gesellschaften besser anpassen zu können. Die erwarteten Schäden der Risikoanalyse sind wiederum eng mit dem Konzept der Vulnerabilität verbunden, dem sich der Weltklimarat mit einer seiner drei »Working Groups« widmet. Vulnerabilität bezeichnet die Anfälligkeit eines Systems, aber auch seine Sensitivität und Anpassungsfähigkeit.

Die Wahrscheinlichkeitstheorie kommt in der Klimaforschung dort zum Zuge, wo es um mögliche Zukünfte geht, also darum, das sichere Grundlagenwissen vom Treibhauseffekt zusammen mit vielen anderen Variablen in die Zukunft zu projizieren. Die gegenwärtig vorherrschende Kulturtechnik, mit der klimatische Zukünfte vorhergesagt werden, basiert auf Klimasimulationen.<sup>482</sup> Für die Klimamodelle, vereinfachte Systemzusammenhänge, die mittels Gleichungen programmiert werden, werden mehrere Szenarien mit ihren jeweils eigenen »Storylines« entworfen. Sie sind das Ergebnis computerbasierter Modellierungen von komplexen Erdsystemen, die den Status von »*in-silico* Experimentalsystemen«<sup>483</sup> besitzen und das Wissen vieler Forschungsgebiete vereinen.

Die computergestützten Modelle der Klimasimulationen sind der Projektor, der die Szenarien an die weiße Wand des Klimakinos projiziert – dies ist Thema des Kapitels *Ikonografie der Klimamodelle*. Doch ist das Wissen, das aus den Klimasimulationen hervorgeht, nicht einfach zu bewerten. Den grundsätzlich prekären Charakter dieses Wissens fasste der Klimamodellierer Steve Schneider in der Metapher einer Glaskugel, die Wissen mit Sehen gleichsetzt, das bereits im Kapitel zuvor Thema war. »Metaphorisch betrachtet besteht unser Dilemma darin, dass wir in eine sehr schmutzige Glaskugel schauen müssen; doch die schwierige Entscheidung ist, wie lange wir noch das Glas putzen wollen, bevor wir gegen das, was wir darin zu sehen glauben, etwas unternehmen.«<sup>484</sup> Dieses Dilemma ist trotz höherer Auflösungen, neu integrierter Systemzusammenhänge und anderen Verbesserungen zur Klimamodellierung fester Bestandteil der Klimasimulation. Ein sicheres Wissen, einen ungetrübten Blick in die Zukunft, kann es nicht geben, weshalb ein Wissen darüber gefragt ist, wie sicher oder unsicher bestimmte Projektionen sind und wie sicher man sich wiederum über die Unsicherheiten sein kann.<sup>485</sup>

An dieser Stelle muss der generell fiktionale Charakter jedes Zukunftsentwurfs betont werden. Dieser gilt auch für die Wahrscheinlichkeitstheorie, also für jedes Zukunftsszenario aus dem Computer. Wie die Philosophin Elena Esposito darlegte, ist die Wahrscheinlichkeitstheorie der moderne Weg, um mit einer unsicheren Zukunft umzugehen;<sup>486</sup> sie wurde seit dem 18. Jahrhundert als ein Verfahren entwickelt, um die Zukunft zu berechnen. Die Szenariotechnik der Klimateissenschaften kommt aus der militärischen Strategieentwicklung, wo diese Methode gezielt als Imaginationshilfe entwickelt wurde, um die Auswirkungen bestimmter Entscheidungen zu untersuchen.<sup>487</sup> Das Wahrscheinliche hat jedoch den Status des Fiktionalen, weil die Theorie der Wahrscheinlichkeit »eine kohärente Welt auf der Grundlage ausdrücklich imaginärer Prämissen« konstruiert.<sup>488</sup> Wenn also bestimmte Bevölkerungsentwicklungen, Ressourcenverbräuche oder Politiken der Einsparung in die Storylines der Szenarien

einfließen, besitzen diese einen fiktionalen, hypothetischen Charakter, egal wie plausibel sie erscheinen. Denn die Wahrscheinlichkeitstheorie weiß, dass mögliche Zukünfte niemals nach Plan ablaufen.<sup>489</sup> Es ist jedoch gerade der fiktionale Status des Wahrscheinlichen, der die Theorie funktionieren lässt, »[...] nur deshalb bietet es uns jene Orientierungsmöglichkeiten, die die »reale Realität« nicht zu bieten hat.«<sup>490</sup> Szenarien dienen als imaginatives Instrument, das mögliche Zukünfte in die Gegenwart holt und sie als Vorstellungen diskutierbar macht, sei es als wünschenswerte Zukunft (Best case) oder zu vermeidendes Schreckbild (Worst case). Die Technik ist »ein experimentelles Erzählen, das hypothetische Wirklichkeiten entwirft, die ihrerseits dazu dienen, Handlungsoptionen narrativ ›auszuprobieren.‹«<sup>491</sup>

Liest man die Literatur zu den jüngsten für den IPCC entwickelten Szenarien, den vier Gruppen von *representative concentration pathways* (RCP), wird deutlich, dass das Konzept der Zukunft hier als ein eben solches imaginatives Instrument konzipiert ist, um über die Gegenwart nachzudenken. Dabei steht der Begriff der »future projection« im Zentrum. In den wiederholten Abgrenzungen zu Begriffen wie »Prognose« und »Vorhersage« wird deutlich, dass den Autoren die generelle Tendenz bewusst ist, dass die Aussagen, die Klimamodellierer im Modus der Wahrscheinlichkeit machen, leicht mit einer Prophezeiung (der einen Zukunft) verwechselt werden. Die Szenariotechnik zielt jedoch ausdrücklich nicht auf Vorhersage der *einen* zukünftigen Realität, sondern auf eine Bewertung mehrerer möglicher Zukünfte im Vergleich. »Das Ziel der Arbeit mit Szenarien ist es nicht, die Zukunft vorauszusagen, sondern die Ungewissheiten besser zu verstehen, um Entscheidungen fällen zu können, die bei einer Vielzahl möglicher Zukünfte Bestand haben.«<sup>492</sup> Die Szenarien werden hierbei als Urteile der besten Experten gerechtfertigt, die plausible Verläufe von Zukunft entwerfen und einschätzen.<sup>493</sup>

Die verschiedenen Szenarien fungieren demnach als explorative und heuristische Imaginationstechniken, um ein ernstes, globales Gedankenspiel in der Zukunft durchzuspielen. Die

Zukunft der meisten Szenarien im zusammenfassenden IPCC-Sachstandsbericht endet wiederum bereits im Jahr 2100. Mit diesem Zeithorizont, der die Lebensspanne der heute geborenen Kinder umfasst, so die Autoren der RCP-Szenarien, seien die Szenarien besser auf ihre »end users« ausgerichtet, also auf die Entscheidungsträger der Politik.<sup>494</sup>

Im Gegensatz zu den wahrscheinlichkeitstheoretischen Konzepten möglicher Zukünfte im Plural ist das singuläre Konzept »der Zukunft« eine Vorstellung, die sich Berechnungen entzieht und deshalb auch nicht mit wissenschaftlichen Methoden imaginiert werden kann. Im Gegensatz dazu baut die Begründung der klimawissenschaftlichen Zukünfte auf einem »Trust in Numbers« (Vertrauen auf Zahlen) auf.<sup>495</sup> Es ist die mathematische Disziplin der Statistik, die für die Klimaszenarien die historisch gewachsene Schlüsselrolle spielt. Die Statistik wiederum ist seit dem 19. Jahrhundert die ultimative Disziplin, wenn es darum geht, Wissen für die Politik verwertbar zu machen. Mit rigoroser Quantifizierung gehen Glaubwürdigkeit und Überzeugungskraft einher, die Zahlen sind also nicht nur eine Quelle neuen Wissens, sondern auch eine Strategie, um politisch schwierige Entscheidungen zu begründen, da Zahlen dieses Wissen in einer überpersönlichen Weise rechtfertigen.<sup>496</sup> Es ist die Inszenierung einer Zukunft aus Zahlen, die bei den Kurven und Karten des IPCC im Zentrum steht.

### Im Triptychon der Szenarienkurven

Es macht einen Unterschied, ob Zukünfte im Bild durch Wege netze oder in der Metapher des Scheinwerfers dargestellt und gedacht werden. Die Metapherntheorie hat gezeigt, dass Rahmungen maßgeblich mitbestimmen, wie über einen Gegenstand gedacht wird, also ob Zukunft als gangbarer oder unwägbarer Weg betrachtet wird oder aber als eine Erkenntnis, die im erhellenen Strahl einer Lampe Form annimmt.<sup>497</sup> Es sind diese beiden

Bildordnungen, die im Hintergrund der meisten Klimaszenarien stehen, wobei die Mehrzahl Kurvengrafiken sind, die das Denken durch die Metapher der Projektion strukturieren, während eine kleinere Gruppe von Szenario-Grafiken die Metapher der Pfade nutzt, wodurch sie in Richtung politischer Entscheidungen und menschlicher Handlungen verweist. Diese Unterscheidung lässt sich insbesondere an zwei Grafiktypen aus unterschiedlichen Working Groups des Weltklimarats zeigen, die in deren zusammenfassenden Sachstandsberichten (SPM) veröffentlicht wurden.

Der besondere Stellenwert der Kurvengrafik zeigt sich darin, dass sie in mehreren Versionen in den zusammenfassenden Berichten des Weltklimarats zur »physikalischen Basis« des Klimawandelwissens sowie zu »Impacts, Adaption, and Vulnerability« 2014 abgebildet ist. Für das Schaubild wurden die vier repräsentativen Szenariengruppen der sogenannten *representative concentration pathways* (RCPs) auf zwei reduziert, um die maximale Bandbreite zu zeigen, in welcher sich alle Szenarien bewegen (Abb. 82). Die rote Kurve des Szenarios mit dem hoch dosierten Treibhausgas-Pfad, benannt als Szenario »RCP 8.5«, stellt den stetigen Anstieg der globalen Temperaturen dar, wenn Wachstum und Ausbeutung der Systeme im bisherigen ungebremsten Stil weitergehen (»rise«). Die ansteigende Signatur der Kurve verläuft in der Gestalt der zahlreichen Wachstumskurven einer »great acceleration« (wie Bevölkerungswachstum, Ressourcenverbräuche), sie folgt dem Verlauf der Extrapolation. Dagegen abgesetzt wird die blaue Linie des mildernden Szenarios mit dem Namen »RCP 2.6«. Dieses entwirft einen stark gebremsten Verbrauch von CO<sub>2</sub>, der aufgrund rigoroser politischer Entscheidungen erzielt werden könnte. Die Signatur dieses Szenarios ist eine Kurve, die nach einem kurzen weiteren Anstieg abgebremst wird und ihre Richtung in die Waagrechte eines Nullwachstums auf Höhe von ca. 2 Grad Celsius einpegelt (»peak and decline«). Worst case und Best case sind hier in den Farben Rot und Blau gegenübergestellt.

Die Grafik ermöglicht es, Gegenwart und mögliche Zukünfte in einem Langzeitrahmen einzuschätzen. Wie das Triptychon

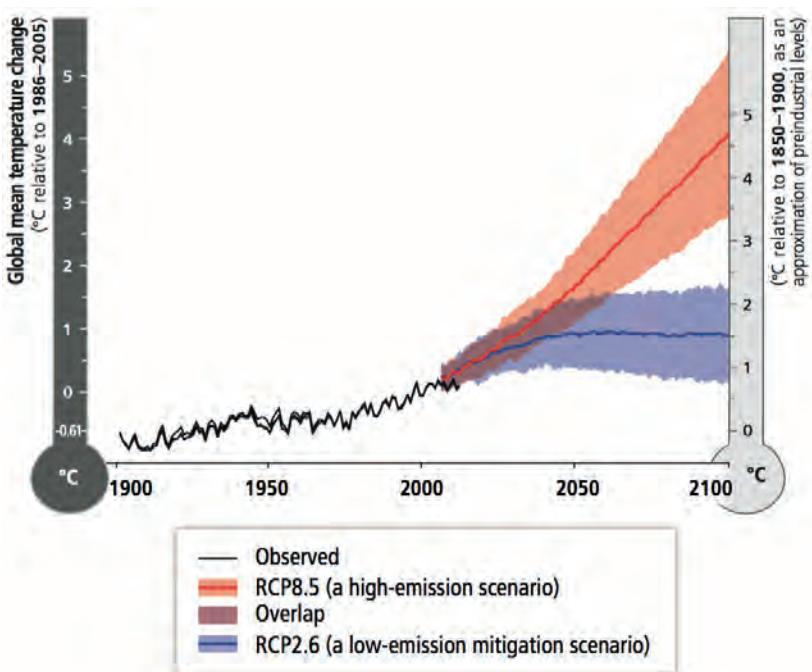


Abb. 82: Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft in einer Grafik. Visualisiert sind mögliche Anstiege der globalen Durchschnittstemperaturen bis 2100. Die schwarze Linie beruht auf Messungen der Vergangenheit, die rote und blaue Linie mit dem wachsenden Korridor zeigt das Spektrum möglicher Zukünfte. Diese beruhen auf den auch in Abb. 99 dargestellten Szenarien RCP 2.6 und RCP 8.5. Im Bericht *Impacts, Adaption, and Vulnerability* wird die Kurve von zwei Thermometern gerahmt und neben ihr steht eine weitere Grafik, die die unterschiedlichen Auswirkungen und Risiken der Szenarien einschätzen lässt.

von Hans Memling konfrontiert dieser spezielle Bildtyp die Betrachter mithin mit einem hybriden Raum, der gleichzeitig von Geschichte, Gegenwart und Zukunft, aber auch von unterschiedlichen Wissensbedingungen bewohnt wird.<sup>498</sup> Der erste Kurvenabschnitt gibt das Klima im historischen Zeitraum von 1900 bis ungefähr 2012 wieder. Hier visualisiert die Kurve weltweite Wettermessungen. Die etwas zittrigen Linien durch die Klimageschichte sind schwarz und weichen an wenigen Stellen gering voneinander ab. Für die Temperaturen der Zukunft kann es jedoch keine Daten geben – der relativ feste Grund der historischen Daten wird hier verlassen, die Linien führen in den Raum der Theorie. Das Wissen, das diese Kurven in diesem Abschnitt mit sich führen, ist mit Methoden der Klimasimulation und der Szenarienbildung gewonnen. Diese andere Kategorie des Wissens zeigt sich am blauen und roten Korridor, der die Kurve ab diesem Punkt mit einem Unsicherheitsspektrum einfasst, das zunimmt, je weiter die Kurve in die Zukunft reicht.

Doch bleibt das Zukunftswissen auf das Archiv vergangener Klimadaten bezogen. Die Geschichte des Klimas ist in den Klimasimulationen der Zukunft aufgehoben. Die Bedeutung der Klimageschichte für die Imagination möglicher Zukünfte wird darin deutlich, dass für die Evaluation der Modelle die Messungen der Vergangenheit benutzt werden, um zu testen, ob die Modelle funktionieren; nur wenn es das Modell im Testlauf vermochte, die Klimageschichte adäquat wiederzugeben, lässt man das Modell in die Zukunft »laufen«. Ein Vergleich mit der Imagination persönlicher Zukunftsvorstellungen, die, wie die Kognitionsforschung herausgefunden hat, immer aus bereits Erlebtem zusammengefügt werden, verdeutlicht die generelle Begrenztheit von Zukunftsentwürfen.<sup>499</sup> Die bereits dokumentierten Beobachtungen schreiben zusammen mit dem Verständnis vergangener Klimaereignisse an den Zukunftsentwürfen mit. Einen anderen Baukasten für Zukunftsvisionen gibt es nicht. Die Zukunft wird erinnert, sie projiziert sich aus der Erfahrung, dem eigenen Verständnis von Geschichte und den darauf aufbau-

enden Erwartungen an die Zukunft. Die Thermometer wiederum, die am rechten und linken Rand der Kurven die y-Achse ersetzen und die jeweils einen anderen Nullpunkt zeigen, spiegeln die Politik der Atmosphäre.<sup>500</sup> Bei der Wahl von Referenzpunkten wird nämlich letztlich über die Höhe der Kosten entschieden, mit denen sich Nationen am Klimaschutz beteiligen sollen.<sup>501</sup>

Um der Frage, wie Zukunft in derartigen Grafiken vorgestellt wird, weiter nachzugehen, kann die Szenariengrafik mit der Taschenlampenmetapher verglichen werden, die in der Futurologie benutzt wird, um das Konzept von Zukunft und ihrer Planbarkeit ins Bild zu setzen (Abb. 83).<sup>502</sup> Diese optisch strukturierte Metapher funktioniert intuitiv, da sie an der konventionellen Vorstellung eines Blicks in die Zukunft als Weg nach vorne ansetzt. Die These ist, dass diese Vorstellung im Hintergrund von Kurven wie denen von Klimazukünften liegen, umso mehr als *Future Projections* wörtlich als »Zukunftsentwurf« oder »Zukunftsscheinwerfer« betitelt werden. Mit derartigen optischen Metaphern wird Wissen zum aufgeklärten Produkt einer Beleuchtung.

Im Taschenlampenbild der Futurologie erscheint die Zukunft sogar als eine zumindest visuell »überraschungsfreie« Zone. Die kegelförmige Strahlkraft der Lampe verdeutlicht zweierlei: Einerseits symbolisiert sie, dass nur sichtbar wird, was ins Licht der Lampe fällt und somit ein Bereich des Nichtwissens und der Unvorstellbarkeit mit angelegt ist. Gleichzeitig veranschaulicht die Form des Kegels, dass das Wissen von der Zukunft umso ungewisser wird, je weiter diese entfernt ist. Der größte Radius wiederum markiert den Raum aller *möglichen* vorstellbaren und wahrscheinlichen Zukünfte. In diesen Leuchtkegel sind drei weitere Kegel eingeschachtelt. Der kleinste Kreis im Zentrum des Leuchtkegels symbolisiert die wahrscheinlichen Zukünfte. Ein mittlerer Kreis markiert einen erweiterten Rahmen, der plausible Zukünfte umfasst. Der etwas verrutscht vom Zentrum liegende Kreis schließlich ist mit »bevorzugte Zukünfte« betitelt; sein Leuchtkegel bildet eine Schnittmenge mit den drei übrigen Leuchtkegeln. Was die Taschenlampenmetapher mit

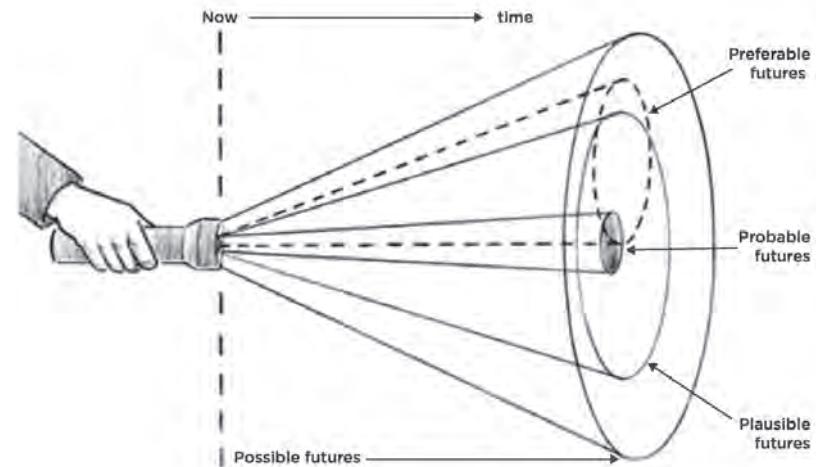


Abb. 83: Die Zukunft als Lichtkegel. Taschenlampenmetapher der Futurologie mit der Unterscheidung von möglichen Zukünften, wahrscheinlichen Zukünften, erwünschten Zukünften und plausiblen Zukünften aus einer Publikation der Organisation Nesta, 2013.

der angedeuteten Hand ebenfalls verdeutlicht: Der eigentliche Betrachterstandpunkt liegt an der Stelle desjenigen, der oder die die Taschenlampe in der Hand hält und den Weg vor sich ausleuchtet. Es ist diese Transferleistung des Betrachterstandpunktes in das Bild, das derartige Darstellungen verlangen.

Auch die beiden auffächernden roten und blauen Linien der RCP-Szenarien in Abb. 82 können als ein in die Zukunft leuchtender roter bzw. blauer Leuchtkegel einer Taschenlampe gedacht werden, der Wahrscheinlichkeits- und Möglichkeitsräume beleuchtet. Was dabei erkennbar wird: In der Komprimierung der Weltgeschichte auf wenige Zentimeter der Zeitachse verbirgt sich in der roten Linie einerseits die Katastrophe; andererseits zeigen die Kurven kein katastrophisches Ereignis, das sich als plötzlicher Abfall oder Anstieg zeigen würde. Stattdessen erwärmt sich die Erde kontinuierlich und schleichend in der (überraschungsfreien) Gestalt der Extrapolation. Die Ereignishaftigkeit

des anthropogenen Klimawandels bzw. seine Anomalie zeigt sich erst in anderen Grafiken und in anderen Zeitachsenmanipulationen wie in der geologischen Tiefenzeit auf einer Zeitachse von 600.000 Jahren, die die Klimawechsel der Erdgeschichte als Auf und Ab einer Linie erfahrbar machen.

Auch wenn der IPCC bei dem Vergleich der RCP-Szenarien auf eine explizite Bewertung im Sinne von »bevorzugten Zukünften« verzichtet, werden die beiden Szenarien durch die Farbgebung intuitiv und implizit bewertet. In der vielschichtigen, intuitiven Farbsymbolik von Rot und Blau, wie sie vielen Klimagrafiken gemeinsam ist, ist auch hier der Worst case in rot markiert.<sup>503</sup> Im Kontext dessen, was die Klimagrafiken bedeuten, symbolisiert Rot gleichermaßen Hitze und Gefahr in der Entwicklung zu einem stark veränderten Planeten, selbst wenn die Farbe streng genommen nur zur besseren Differenzierung gewählt wurde. Im Gegensatz dazu symbolisiert die blaue Kurve das Bild einer moderaten und visuell ungefährlichen Veränderung.<sup>504</sup> Im Vergleich der beiden Szenarien wird implizit deutlich, dass Business-as-usual der Worst case ist. Hier lässt sich an Walter Benjamins Bestimmung des Katastrophischen anschließen, das er – aus der Perspektive vor dem Zweiten Weltkrieg – im technischen Fortschritt begründet sah. »Der Begriff des Fortschritts ist in der Idee der Katastrophe zu fundieren. Daß es ›so weiter geht, ist die Katastrophe. Sie ist nicht das jeweils Bevorstehende, sondern das jeweils Gegebene.‹<sup>505</sup> Die Möglichkeit, das Gegebene zu durchbrechen, sah er nur in unvorhersehbaren Ausnahmeständen. »Die Rettung hält sich an den kleinen Sprung in der kontinuierlichen Katastrophe.«<sup>506</sup> Um ein »normales«, d. h. gewohntes Klima zu sichern, sind massive Verhaltensänderungen nötig. Indem aber die Realität sukzessive dem Verlauf der gestern noch zukünftigen Kurve folgt, sich also die Temperaturen mit jedem Bericht ein Stück weiter auf der roten Linie nach oben bewegen, offenbart sich die tragische Erkenntnis, dass es bislang keinen »Sprung« aus dem kontinuierlichen Wachstum des CO<sub>2</sub>-intensiven Lebensstil gibt.

Bereits 1956 betonte Lewis Mumford in dem Konferenzband *Man's Role in Changing the Face of the Earth* die Gefahr bei der Erzeugung statistischer Kurven für die Zukunft als statistische Illusion.

Um diesen Punkt zusammenzufassen: Die Zukunft ist kein unbeschriebenes Blatt, und sie ist kein offenes Buch. Die aktuelle Auffassung, man müsse nur die bestehenden Trends messen und in größerem Maßstab die unsere heutige Gesellschaft beherrschenden Kräfte und Institutionen in die Zukunft projizieren, um ein treffendes Bild der Zukunft zu präsentieren, beruht auf einer anderen Art Illusion – der statistischen Illusion. Diese Methode überwiegt gegenüber den Elementen in der Gegenwart, die beobachtbar und messbar und dem Anschein nach einflussreich sind, und lässt viele andere Elemente, die verborgen, angemessen, irrational sind, unberücksichtigt.<sup>507</sup>

An dieser Stelle stellt sich die Frage, was der Blick auf die Zukunftskurven für Zukunftsimaginationen jenseits der abstrakten Linien freisetzt. Denn was die projizierten Klimawandelszenarien für die Menschen bedeuten, davon zeichnen die Grafiken nur ein diffuses Bild. Inwiefern diese abstrakten Temperaturkurven wie die Lebenslinien einer Hand ein für die Zukunft der Menschen bedeutsames Wissen beinhalten, zeigt sich jedoch an einem Kommentar, den der Generalsekretär der World Meteorological Organisation Michel Jarraud auf einer Presseveranstaltung machte, als die neuen Berichte des Weltklimarats 2013 vorgestellt wurden. Er kommentierte die neuen Szenarien mit dem denkwürdigen Satz: »Die jetzt geborenen Kinder werden den letzten Teil der Kurve sehen.«<sup>508</sup>

Aber was für Menschen werden diejenigen sein, die den Klimawandel am Ende des 21. Jahrhunderts »sehen«, also erfahren? Was weiß der Mensch über sich selbst im Entwurf dieses

Szenarios jenseits seiner Produktion von Treibhausgasen? Ob die blaue Kurve – gedacht mit Robert Crumb – nur innerhalb des radikalen Entwurfs der »Ecotopia« realisierbar ist oder diese mit einem »Techno Fix« einhergeht, also mit allen technischen Mitteln zur Einsparung von CO<sub>2</sub> oder den Wundermitteln des Geo-Engineerings, ist ebenso unklar wie das Narrativ eines »ecological disaster«, das der roten Linie innezuwohnen scheint (Abb. 84). Innerhalb der beiden rot und blau aufgespreizten Szenarien sind letztlich all diese Möglichkeiten sowie natürlich ihre Mischformen denkbar, sie bleiben also äußerst abstrakt. Hier entsteht eine Spannung, denn die Storylines basieren ja auf politischen Szenarien, ihnen wohnt die Annahme einer grünen Politik bzw. eines weiterhin grenzenlosen Wachstums inne. Doch müssen die Erzeuger der Szenarien hierzu keine politischen Utopien entworfen haben, die erklären würden, mit welcher Politik eine Gesellschaft denn die jeweilige Kurve beschreiten würde, also welche politischen und gesellschaftlichen Verhältnisse denn genau zu einer 2-Grad-Erde oder einer 5-Grad-Erde führen.

Deshalb liegt es außerhalb des Rahmens, den diese Temperaturkurven abbilden können, was genau das Wissen der Kurven für die Zukunft der Menschen bedeutet. Schließlich ist das menschliche Dasein durch das Klima bestimmt, wie der japanische Philosoph Watsuji Tetsuro (1889–1960) behauptet, der diesen Gedanken zum Bestandteil seiner Philosophie des menschlichen Daseins gemacht hat.<sup>509</sup> Die Datenkurven jedoch klammern die Erzählung eines sozialen Zustandes von Menschen an bestimmten »Erdorten« aus, über den sie innerhalb ihres Liniengerüsts nichts offenbaren (können).

Wenn Augustin Berque im Rahmen seiner ontologischen Betrachtung zur Verbindung von Mensch und Geografie sagte, dass das Menschsein bedeute, geografisch zu sein (»Der Mensch ist ein geografisches Wesen. Sein Sein ist geografisch. [...] und notwendigerweise bestimmt durch eine bestimmte Beziehung zu dem, das den Gegenstand der Geografie darstellt«<sup>510</sup>), vermögen über diesen Zusammenhang vielleicht eher die Karten

Auskunft zu geben, die mögliche Klimazukünfte innerhalb ihrer geografischen Entfaltung visualisieren. Da die Implikationen rot gefärbter Erdkarten jedoch auf vielen Ebenen komplex sind und die Frage des Weltbildes hinzukommt, ist diesen Karten unter dem Titel *Kosmogramme des Anthropozäns* ein eigenes Kapitel gewidmet. Vorerst lässt sich anhand einer Schlüsselgrafik des Berichts der Working Group II (»Impacts, Adaption, Vulnerability«) die Metapher der Pfade zur Strukturierung von Zukunftsbildern weiter erörtern.

### Kartografien der Angst

An dieser Stelle kann abermals die Pressekonferenz des Weltklimarats hinsichtlich der in ihr eingesetzten Bilder betrachtet werden. Zu diesem Anlass, bei dem der Weltklimarat 2013 seinen fünften Bericht zum Weltklima präsentierte, wurden ausgewählte Grafiken an die Wand projiziert, die für die Forschungskondensate des Berichts und ihre politische Relevanz stehen können. Thomas Stocker, Vorsitzender der Working Group I (»The Physical Basis«) kommentierte eine rot gefärbte Weltkarte mit dem Satz: »Hier sehen Sie die Ansicht der Oberfläche unseres Planeten mit Blick auf die Atmosphäre. Sie ist rot. Die Welt erwärmt sich. Der Trend, den Sie sehen, ist deutlich mit Rot markiert.«<sup>511</sup> (Abb. 85) Indem Stocker unentschieden ließ, ob er mit der roten Beschreibung das Antlitz der Erde selbst oder die Datenlandschaft der Kartografie meint – mithin den Unterschied zwischen Zeichen und Bezeichnetem auf der Sprachebene verwischte – betonte er die kartografische Evidenz in ihrer Aussagekraft für die Wirklichkeit. »Cartographies of danger« (Karten der Gefahr) vermischen sich mit »Landscapes of Fear« (Landschaften der Angst).<sup>512</sup>

Neben den Szenario-Kurven möglicher globaler Klimazukünfte sind es elliptisch geformte Weltkarten, die die erwarteten Klimaveränderungen der gekoppelten Atmosphäre-Ozean-Modelle in ihrer Verteilung im geografischen Raum

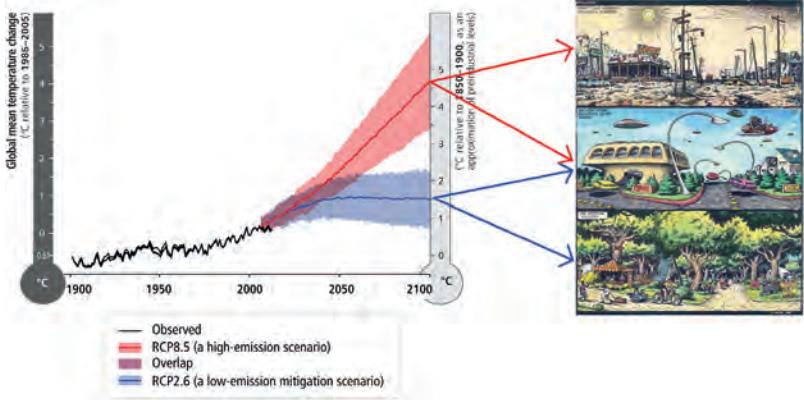
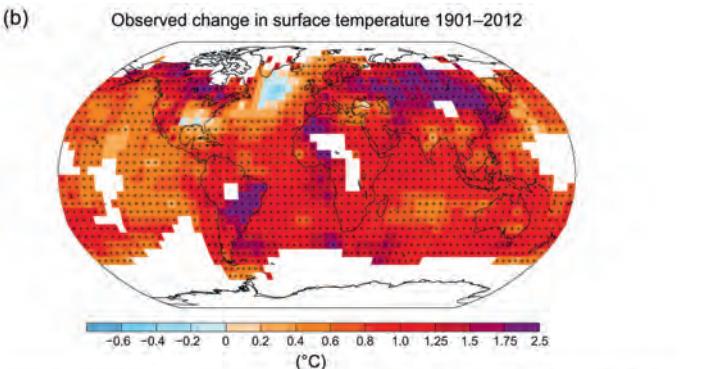


Abb. 84: Collage aus Abb. 82 und 79.



**Figure SPM.1** | (a) Observed global mean combined land and ocean surface temperature anomalies, from 1850 to 2012 from three data sets. Top panel: annual mean values. Bottom panel: decadal mean values including the estimate of uncertainty for one dataset (black). Anomalies are relative to the mean of 1961–1990. (b) Map of the observed surface temperature change from 1901 to 2012 derived from temperature trends determined by linear regression from one dataset (orange line in panel a). Trends have been calculated where data availability permits a robust estimate (i.e., only for grid boxes with greater than 70% complete records and more than 20% data availability in the first and last 10% of the time period). Other areas are white. Grid boxes where the trend is significant at the 10% level are indicated by a + sign. For a listing of the datasets and further technical details see the Technical Summary Supplementary Material [Figures 2.19–2.21; Figure TS.2].

Abb. 85: »Das Gesicht der Erde«. Beobachtete Temperaturveränderungen der Oberfläche 1901 bis 2012 von -0,6 bis +2,5 Grad Celsius werden in den Farben Blau, Orange, Rot, Gelb und Magenta markiert. Weiße Bereiche zeigen an, wo die Daten nicht robust genug für eine Aussage waren.

veranschaulichen. Die Berichte des Weltklimarats sind seit 2001, als sie erstmalig in Farbe gedruckt wurden, durchsetzt von roten eiförmigen Planteten, die mit jedem Bericht ein wenig röter werden.<sup>513</sup>

Die am Beginn des Kapitels bereits thematisierte Grafik (Abb. 99) aus dem zusammenfassenden IPCC-Bericht der Working Group I von 2013 zeigt zwei derartige Weltkarten mit farblich gefüllten Konturlinien im Vergleich, sie wird noch einmal im folgenden Kapitel Thema. Sie veranschaulichen abermals die zukünftig möglichen Veränderungen der Temperaturen anhand der beiden Szenarien RCP 2.6 und RCP 4.5. Hier jedoch sind die Erwärmungsszenarien nicht als *zeitlicher* Ablauf in Form einer Kurve (Abb. 82) dargestellt, sondern als »Klimatografie« in ihrer räumlichen Verteilung der Oberflächentemperatur (2081 bis 2100 im Verhältnis zu 1986 bis 2005). Die räumliche Verteilung der Wärmeszenarien bringt aber die regionale Politik des Klimas deutlicher ins Bild als die abstrakte Kurve, da sie die Daten an Orte zurückbindet und nicht nur den Wert einer »globalen Temperatur« darstellt.

Die Farblegende basiert auf sogenannten Falschfarben (Farben, die vom natürlichen Farbeindruck abweichen), ihre Codierung ist jedoch dem intuitiven Verständnis der Farben Blau (kühl) und Rot (heiß) angepasst. Der Farbverlauf zeigt ein Spektrum von -2 bis +12 Grad Celsius. Auf das dunkelste Rot folgt ein leuchtendes Rosa, welches die höchsten Temperaturanstiege markiert. Die Farbe Rosa ist signifikant: So wie bislang nicht erreichte Rekordtemperaturen von 54 Grad in Australien seit Sommer 2013 mit einem neuen grellen Magenta kariert werden,<sup>514</sup> hat auch der Weltklimarat diese Farbe als wirksamen Transporteur ihrer Botschaft verstanden: Um zu verdeutlichen, dass die Werte den bisherigen Rahmen möglicher Szenarien abermals sprengen, wurde dies mit der artifiziell anmutenden Farbe Magenta visuell als neue Realität markiert. Diese Realität enthüllt kartografisch die neue Normalität der Anomalie, bei der der Rekord zum Gewöhnlichen geworden ist.

An dieser Stelle gilt es noch einmal die erste Grafik im zusammenfassenden IPCC-Bericht der Working Group I zu betrachten, die die Erde in allen Schattierungen zwischen Rot, Orange und Violett zeigt und die Thomas Stocker als »Face of the Earth« (Antlitz der Erde) bezeichnete (Abb. 85). Waren bislang nur die zukünftigen Erden rot, so wird hier erstmals eine Karte präsentiert, bei der *bereits die Gegenwart* rot und rosa ausgemalt ist. Mit der Farbe Rot jedoch wird die Anwesenheit der Zukunft bereits in der Gegenwart – die Realität des Klimawandels im Heute – betont. Der Klimawandel ist bereits sichtbar, die Erde ist bereits eine »Burning World«. Gleichzeitig knüpft Stocker mit der Betitelung der Karte als »Face of the Earth« an eine lang zurückreichende Geschichte menschlicher Einflüsse auf das Bild der Erde an, für die das Buch *Man's Role in Changing the Face of the Earth* (1956) stehen kann. Die Vorstellung eines »Gesichts der Erde« ist mit dem Eintrag menschlicher Spuren in dieses Gesicht eng verbunden. Zum Gesicht der Erde gehören seit dem Klimawandel nicht mehr nur sichtbare Veränderungen oder Zerstörungen von Böden, sondern auch die unsichtbare Temperatur.

Die Komplexität, die der IPCC den außerwissenschaftlichen Rezipienten seiner Berichte zumutet, zeigt sich immer wieder an den vielfältigen Darstellungsweisen von Unsicherheit, die in den letzten Jahren in diesem Feld entwickelt wurden. Diese erschließen sich in der Regel nicht aus dem Bild allein, sondern sind nur mit weiteren Lektüren interpretierbar. So markieren die weißen Flächen, ähnlich den weißen, von Seeungeheuern bewohnten Regionen frühneuzeitlicher Karten, jene Regionen, für die aufgrund der Datenlage eine gesicherte Aussage über den genauen Temperaturanstieg bis heute unmöglich erscheint.<sup>515</sup>

## Blau ist die Hoffnung Möglichkeitsräume und Lebenswege

Den Einfluss der visuellen Metapher des Lebensweges für die Rahmung von Zukunftsvorstellungen zum eigenen Werdegang machte der US-amerikanische Künstler Mike Kelley zum Thema einer als Diptychon angelegten schwarzen Acrylmalerei mit dem Titel *The Past and the Future* (Abb. 86). Das obere Bild zitiert eine gängige Vorstellung von Zukunftsvorstellungen mit einem strahlenden Horizont, zu dem eine gerade, ebene Straße in einen Sonnenaufgang führt. Doch neben dem Abklatsch dieser hoffnungsfrohen Zukunftsvision zeigt er das, was beim Blick nach vorne im Rücken bleibt. Unter dem Titel *The Past* zeigt das zweite Bild den bereits begangenen Pfad, der sich in der Beschreitung Schritt für Schritt in einen ungesicherten, verschlungenen Trampelpfad durch den Matsch verwandelt hat. Die Gegenüberstellung entlarvt so die klischeehafte Chiffre und zwangsoptimistische Vorstellung einer immer besseren, verheißungsvollen Zukunft, welche die Sicht in den Rückspiegel überdeckt. Sie regt aber auch dazu an, die Zukunft und die Vergangenheit als Bilder einfach auszutauschen.

Es ist das Bild eines Wegenetzes, das auch eine Grafik aus dem *Summary for Policy Makers* der Working Group II (»Impacts, Adaption, Vulnerability«) bemüht. Sie entwirft ein von den Szenarien grundlegend verschiedenes Bild von der Zukunft, das hier näher betrachtet werden soll. Mit ihm wird versucht, einen Möglichkeitsraum mit Pfaden für Entscheidungen aufzuspannen. Die Physik der Erde wird im Rahmen dieser Grafik nicht nur mitsamt der anthropogenen und systemischen Ursachen des Problems, sondern auch der Lösung bildlich in die Hände der Menschen, d. h. der politischen Entscheidungsträger gelegt. Während die bislang diskutierten Bildtypen auch schon Teil der früheren Berichte waren, ist die Grafik mit dem Titel »Opportunity space and climate-resilient pathways« (Möglichkeitsraum und klimaresiliente Pfade) eine neue Bildfindung, die eine globale Politik in Zeiten des Klimawandels einfordert (Abb. 87).

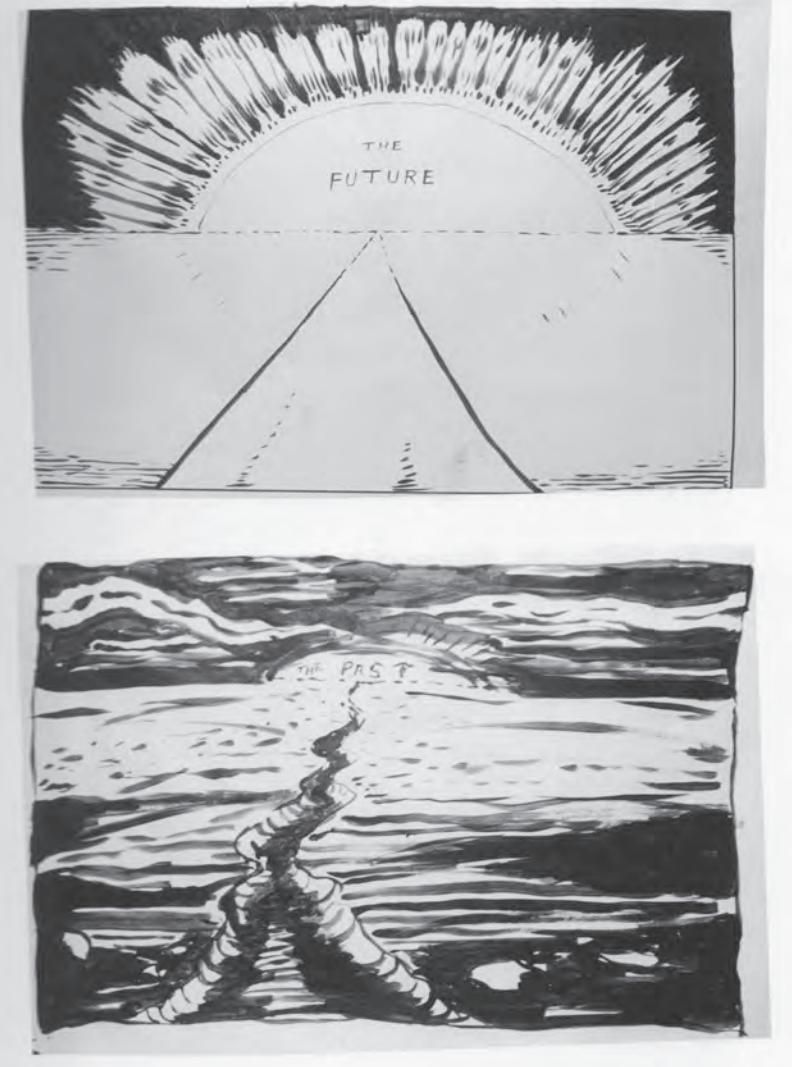


Abb. 86: Mike Kelley, *The Past and The Future*, Acrylfarbe auf Papier, zwei Teile, jedes 45,7 × 61 cm, 1980.

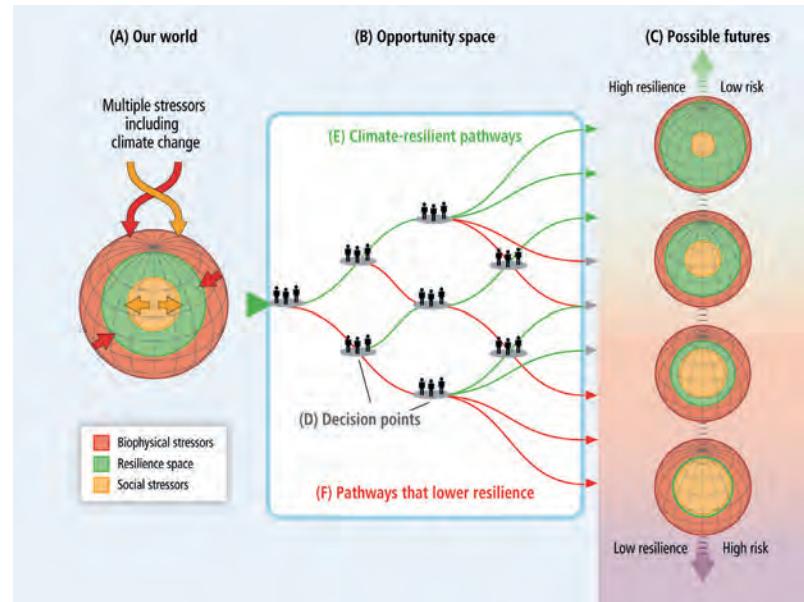


Abb. 87: Unsere Welt: Möglichkeitsraum und klimaresiliente Pfade. Die Grafik stammt aus dem *Impacts, Adaption and Vulnerability*-Bericht des Weltklimarats von 2015. Sie zeigt, wie eingeschlagene politische Pfade die Zukunft der Erde verändern. Der Druck auf die unterschiedlichen Systeme wird durch die farbigen Kreise symbolisiert.

Das Schaubild ist dreigeteilt. Ausgehend von einer dreifarbigem Erdkugel (»Our world«) entspringt eine Netzstruktur, an die im rechten Bildteil vier weitere Erdkugeln im selben Farbschema anschließen (»Possible futures«). Die Farbe Rot steht für menschliche Handlungen und Lebensstile einschließlich sozialer Faktoren, die Druck auf die ökologischen Systeme verursachen (»Social stressors«); sie stehen im Wechselverhältnis zur Biophysik der Erde (gelb), die, ebenfalls Druck auf die Ökosysteme ausübt (»Biophysical stressors«). Die Ökosysteme (grün) befinden sich im Wirkbereich dieser beiden Systeme wie eingezwängt zwischen den Greifbacken einer Zange. Im an »Our world« anschließenden

»Opportunity Space« stellen die Knotenpunkte jeweils Entscheidungsoptionen in Richtung einer verminderten oder erhöhten Resilienz (die Störanfälligkeit eines Systems) dar. Die Entscheidungen werden auf gemeinsamer Basis (graue Plateaus) von einer Gemeinschaft (Gruppe von drei Menschen) getroffen. Das Bild macht klar, dass spätere Entscheidungen nur zu einer Erde mit größerem Druck auf die Widerstandsfähigkeit der Systeme führen, also mit ablaufender Zeit auch die Möglichkeit zur Resilienz sinkt. Hier wird das Bild einer angestrebten »Ziel-Erde« aufgebracht, die als Wunschbild in kausalem Verhältnis zu den Entscheidungen gezeigt wird.

Es ist eine andere Metapher, die im Hintergrund dieser Grafik steht. Im Unterschied zum Bild der Taschenlampe (Abb. 83), die mögliche Zukünfte ausleuchtet und erhellt, wird Zukunft in diesem Fall über das weitverbreitete Bild der Zukunft als Weg demonstriert. Dieses Bild ist von der Metapher des Lebensweges abgeleitet, die besagt, dass die Zukunft sich in Abhängigkeit des Abzweigs, den die Menschen nehmen, jeweils anders entwickelt. Auch auf einer anderen Ebene passt das Bild des Lebensweges auf die »Klimapfade«: Die Entscheidungsmöglichkeiten nehmen mit zunehmender Zeit ab. Durch die Aufrufung dieses Bildes, mit dem das eigene Leben vorgestellt wird, gelingt eine radikale grafische Vereinfachung der komplexen Entscheidungspfade, die ein solcher politischer Prozess im Falle globaler Entscheidungen möglichst vieler Nationen beinhalten muss. Im besten Fall erscheint eine globale Politik machbar.

Auch bei dieser Grafik spielt Farbsemantik eine wichtige Rolle. Die Verwendung von Rot, Grün und Gelb baut abermals nicht nur auf der Wahrnehmbarkeit, sondern auch auf dem konventionellen Verständnis dieser Farben auf. Grün ist die Farbe von Umweltschutz und Natur, hier steht sie für die gesunden Ökosysteme, während die Farben Rot und Gelb die Störfaktoren dieses Systems symbolisieren.<sup>516</sup> Die vier möglichen Welten im rechten Teil des Bildes werden nicht nur selbst nach unten hin immer röter, weil die menschliche Sphäre sie zunehmend einengt,

## Untersuchen von polit. Alternativen: Landkarten des Wissens

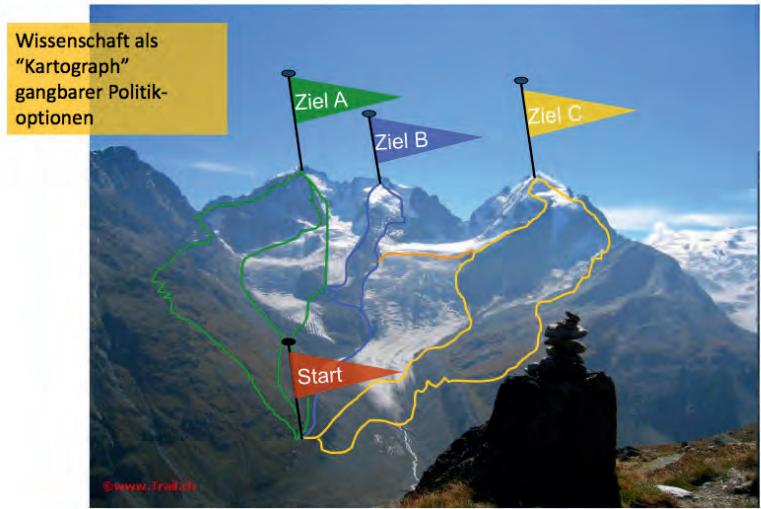


Abb. 88: »Wissenschaft als Kartograph gangbarer Politikoptionen.« Veranschaulichung der politischen Rolle der Klimawandelforschung in Form von Bergpfaden. PowerPoint-Folie eines Vortrags innerhalb einer Vorlesungsreihe der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften und der Leibniz-Gemeinschaft in Berlin, 13. November 2012 von Ottmar Edenhofer, Forscher vom Weltklimarat und vom Institut für Klimafolgenforschung Potsdam, 2012.

sondern sie schweben auch vor einem zunehmend roten Hintergrund, der abermals die Konnotationen der Farbe Rot im Spannungsfeld von Hitze, Gefahr und Warnung evoziert.

Der Vergleich mit einer weiteren klimapolitischen Wegekarte erlaubt noch genauer zu analysieren, was die Wahl der Metapher »Pfade« bzw. »Lebenswege« für das Verhältnis von Politik und Wissenschaft bedeutet. Diese hat der Ko-Vorsitzenden der Working Group III vom Weltklimarat, Ottmar Edenhofer, angefertigt, um die Rolle der Klimawissenschaft als »Kartograf« für die Politik darzustellen (Abb. 88).<sup>517</sup> Die Metapher einer Wanderung durch die Berge regt dabei zu einer Vielzahl von Interpretationen an.

Das Bild ist eine Mischung aus Karte und Topografie. Es veranschaulicht, inwiefern die Wissenschaft »gangbare« Wege und Optionen für die Politik aufzeigt. Um die Richtung, die eingeschlagen werden soll, politisch zu entscheiden, spürt die Wissenschaft zunächst alle möglichen Wege auf, die durch das steile Berggelände führen, und zeichnet diese dann wie auf die Karte eines Wanderers ein. Welcher Pfad anhand dieser Karte schließlich von der Politik gewählt wird, hängt jedoch maßgeblich von den Zielen ab, auf die man sich verständigt. Das Bild eines topografischen Geländeplans durch ein steiles Gebirge als Metapher für die Zukunft veranschaulicht, dass jeder Weg – egal ob entlang des Abhangs, über den Gletscher oder das Schneefeld – Anstrengungen kostet. Das Bild deutet aber auch das Ideal der Wissenschaft in der Rolle eines erfahrenen und zuverlässigen Bergführers (in Buchform) an, der das Gelände kennt und die Zeichen lesen kann, der weiß, wann ein Wetterwechsel droht und den blauen Himmel in einen Sturzbach verwandelt, wodurch der Weg über den Kamm unmöglich wird und nur noch der Notabstieg ins Tal bleibt.

Die Interpretation der Gebirgswege kann auf die Grafik des IPCC mit dem Titel *Möglichkeitsraum und klimaresiliente Pfade* übertragen werden (Abb. 87). Das Bild der Pfade betont sinnfällig die Bedeutung früherer Entscheidungen, um »das Ruder herumzureißen«. Mit der Darstellung anvisierter »Ziel-Erden« hilft die

Grafik zu benennen, auf welche Zukunft man sich verständigt. Indem im Schaubild des IPCC Menschen vorkommen, dient es als visuelle Ermächtigung, auch wenn im Hintergrund die gleiche Narration der Daten steht, die auch die apokalyptischen Szenarien sowie die roten Weltkarten visualisieren.

### Assoziationsräume der Daten

Der Comic Robert Crumbs wurde kürzlich in einer Studie dazu verwendet, norwegische Schüler über ihre Ansichten von Zukunft zu befragen. Die Schüler sollten darlegen, welche der drei Zukünfte ihnen am realistischsten und welche ihnen als besonders wünschenswert erschien. Ergebnis war, dass sich kaum einer die ökotopische Welt vorstellen konnte, während die Mehrheit den Worst case erwartet und die technische Lösung erhofft.<sup>518</sup>

Daten erzählen Geschichten. Doch die bunten Kurvenskelette der Klimaforschung bleiben trotz ihrer beängstigenden Aussage über Zukünfte bis 2100 sonderbar leer. Diese Leere im Zusammenhang mit der bedrückenden Kernaussage des Business-as-usual-Szenarios, welches diedürren Linien und die abstrakten Karten ausdrücken, bewirkt jedoch einen Reflex, der wie bei einem Rorschachtest die jeweils eigenen unterbewussten Zukunftshoffnungen und -ängste einspringen lässt. Denn die Kurven und Karten möglicher Klimazukünfte sprengen letztlich das Vorstellungsvermögen davon, was die Störung der natürlichen Ordnung durch die Eingriffe des Menschen bedeutet. Dort, wo die Zukunftsvorstellungen versagen, drängen kulturelle Großnarrationen von überpersönlichen Szenarien in den Vordergrund, über die jeder aufgrund seiner Erziehung, Bildung, Prägung und Herkunft in unterschiedlicher Weise verfügt. In die entfernten Segmente der Kurven und die roten Zukunftserden, so die These, werden bereits bekannte Narrationen eingefügt, die überindividuellen Charakter besitzen und aus kollektiven Phantasmen genährt werden. Gelangen derartige Grafiken ins außerwissenschaftliche

Feld – oftmals ihrer wissenschaftlichen Erläuterungen beraubt –, so ist es bei der Deutung wissenschaftlicher Karten und Kurven kaum mehr möglich, sie nur auf ihren fachlichen Interpretationsraum zu begrenzen. Ein Ingenieur mag aus den Grafiken die optimistische Vision eines möglichen »Techno-Fix« ableiten oder die Erfordernisse einer Zukunft mit Geo-Engineering; ein Umweltschützer sieht hier das Ende einer Welt, die es zu bewahren gilt. Ein religiöser Mensch könnte die drohende Zukunft als Strafe für aufgehäufte Schuld betrachten. Kulturell müssen diese Grafiken deshalb als Weltbilder oder Kosmogramme des Anthropozäns eingeordnet werden. Sie visualisieren eine gegenwärtig verbreitete Sicht auf die Entwicklung des Planeten im Zeitalter des Menschen. Wenngleich sie dies im Modus wissenschaftlicher Datenbilder tun, knüpfen sie an alte Vorstellungen eines vom Menschen gemachten Endes in der Zukunft an.

Während die Szenarien, die aus der Working Group I resultieren, die harte physikalische Basis aller Entscheidungen aufzeigen, sind es Bilder, die Pfade durch Möglichkeitsräume darstellen, welche Handlungsoptionen aufzeigen. Sie machen allerdings deutlich, dass die Wissenschaft an dieser Stelle das Mandat über den »Erdapfel« an die Politik übergibt. Die Bilder der Wissenschaften sind »decision-making-tools«.<sup>519</sup> Die Politik soll sie als Diskussions- und Entscheidungsgrundlage gebrauchen, die greifbar macht, welche Zukunft erwünscht, welche möglich und welche plausibel ist. Dabei ist es jedoch vollkommen unklar, wie der Weg vom Wissen und von der Ästhetik zum Handeln und Entscheiden verläuft.

Es sind Bilder, die in der Vorstellung des Klimawandels mögliche Zukünfte darstellen und vorstellbar machen. Es macht einen Unterschied, welche Metaphern jeweils hinter den Bildern stehen und die Vorstellung von Zukunft strukturieren, selbst wenn es in vielen der Fälle um noch sodürre, abstrakte Kurvengrafiken geht. In der Analyse von Zukunftsvisionen einerseits sowie wissenschaftlichen Grafiken andererseits zeigt sich, dass es auf der Ebene der Struktur wie der grundsätzlichen Narration

von Klimazukünften ein begrenztes Repertoire gibt – und nicht, dass die Zukunft als offener Raum unbegrenzter Möglichkeiten gedacht wird.

Bringt man die Frage nach der Zukunft zurück auf die vier Grundfragen der Philosophie, die Immanuel Kant herausgestellt hat »1.) Was kann ich wissen? 2.) Was soll ich tun? 3.) Was darf ich hoffen? 4.) Was ist der Mensch?«,<sup>520</sup> so wäre die Wissenschaft für die erste Frage zuständig, die Politik bzw. Moral für die zweite, die Religion für die dritte und die Anthropologie für die vierte. In Abwandlung der ersten Frage kann heute gefragt werden, woher wissen wir, was wir über den Klimawandel wissen? Eine ebenso drängende Frage ist jedoch inzwischen, was dieses Wissen für den Menschen bedeutet und wie der Klimawandel den Menschen verändern wird.

### Grenzen der Zukunftsbilder jenseits der Datenkurven

Die drei Visionen aus Robert Crumbs Comic, so die These, räumen bis heute unsere Zukunftsvorstellungen. Das lässt sich auch anhand von Bildern außerhalb der Wissenschaft belegen. Die zerstörte Straßenszenerie im Comic folgt dem Topos einer menschenleeren Stadt in Ruinen als Symbol des Endes der Zivilisation. Sie ähnelt frappierend einer Szene in der filmischen Adaption des Romans *The Road*, in der eine ganz ähnliche Ansicht einer Straße die Kulisse für die einsamen Protagonisten bildet. Etwas unterschiedlich – jedoch dennoch dem ecotopian disaster zuzurechnen – sind die Visionen der überfluteten Stadt aufgrund einer globalen Erwärmung zu bewerten. Derartige Bilder, wie sie bereits die Science-Fiction-Autoren J. G. Ballard (*The Drowned World*, 1962) und James Blish (*We All Die Naked*, 1969) in ihren Romanen gezeichnet hatten, wurden mit der immer detaillierteren Erkenntnis des Klimawandels und seiner Auswirkungen weiter ausgearbeitet. Hierfür stehen die bearbeiteten Fotografien

der Serie *Postcards from The Future* (2010) von Robert Graves und Didier Madoc-Jones, das Computerspiel *Anno 2070 (Related Designs/Blue Byte, 2011)* oder die neueren Romane im Genre des »Climate Fiction« wie *The Year of the Flood* (2009) von Margaret Atwood, *The Windup Girl* von Paolo Bacigalupi (2010) oder Kim Stanley Robinsons Roman *2312* (2012). Die Überflutungsszenarien stellen oftmals eine Weiterentwicklung des Mythos Atlantis dar, wenn sie die Vorstellung einer versunkenen Stadt als ein neues Venedig begreifen; die oberen Stockwerke der Hochhäuser, die nur noch mit Booten erreichbar sind, sind weiterhin bewohnt. Im Modus einer spekulativen Fiktion werden die entfalteten Zukunftsszenarien mit der Vorstellung einer neuen Gesellschaftsordnung verknüpft, die wie das Jüngste Gericht Verdammte (Verlierer) und Errettete (Gewinner) unterscheidet. Von den Erwärmungsszenarien setzen sich die weiterhin existierenden Visionen einer neuen Eiszeit ab, wie sie die Filme *Snowpiercer* (2013) und *The Day after Tomorrow* (2004) prägten. Der Film *Hell* (2011) von Tim Fehlbaum wiederum ist einer der wenigen, der die Frage, wie sich die Überlebenden einer Gesellschaft im Szenario einer alles verbrennenden Sonne ohne dramatische Überflutungsszenen verhalten, thematisiert.

Die »Fun Future«, die die Zukunft im Modus des technischen Fortschritts entwirft, wird visuell einerseits in den Bildwelten des Geo-Engineerings ausgearbeitet. Der Bildtyp taugt aber auch für die Illustrierung der Energiewende, die sich ebenfalls des Bildes einer technisch zunehmend durchmöblierten Landschaft bedient. Die »Fun Future« lässt sich zudem in aktuellen Architekturvisionen finden, die Pflanzen und Häuser zu einer dritten Natur verbinden. Die eindrucksvollen Bilder einer urbanen Landwirtschaft zählen hier ebenso dazu wie die bewachsenen Gebäudeutopien von Architekten wie Vincent Callebaut oder Sou Fujimoto. Ein dritter Ort für das Erlebnis einer Fun Future technischer Lösungen sind Computerplanspiele wie *SimCity*; hier kann jeder Spieler das Management von Mensch, Technik und Natur selbst übernehmen.

Doch wo finden sich plastische Narrative und Bilder für Crumbs »Ökotopie«? Im Vergleich zur Fülle an spektakulären Bildfindungen der beiden anderen Zukunftstypen fällt auf, dass z.B. für die Vision des Postwachstums – bei Crumb als grüne Kommune in den Wäldern gezeichnet – eine Knappheit an Zukunftsbilder herrscht. Wenn, dann bestehen sie in den seit Langem etablierten Symbolen, die die Systemgrenze der Erde zeigen – also Weltkugeln und Stoppschilder, nicht jedoch plastische Visionen, wie das Postwachstum selbst aussehen könnte. Hier existiert, wohl aufgrund einer Systemgrenze des herrschenden Zukunftsdenkens, ein blinder Punkt des Imaginären. In ihrer Rückwärtswendung entbehrt die Vision aber auch des Spektakulären, Neuen, Bunten und Glänzenden. Die Vision des Postwachstums besitzt keinen Horizont nach vorne, an dem sich Zukunftsvorstellungen entzünden können. Unter dem Stichwort der Ökotopie wiederum lassen sich zum Teil dieselben Zukunftsvorstellungen finden, die eine Verbindung technologischer Lösungen und urbaner Landwirtschaft als neue Landschafts- und Stadtplanung skizzieren. Sie erinnern an die Kinderbücher der 1970er-Jahre, in denen die formbaren bunten Barbapapas halfen eine derartige Kommune aufzubauen (Abb. 89, 90 und 91).

Gibt es also nichts Neues in der Welt ökotopischer Visionen, die die Kurven der Wissenschaft mit den Zukunftsvorstellungen einer neuen Gesellschaft und Kultur anreichern? Ja und nein. Einerseits zeigt sich an der Fülle bestehender Entwürfe, dass es seit der Erkenntnis einer Welt im Klimawandel zu einer Verquickung von Fun Future und Ecotopia gekommen ist. Andererseits jedoch bleiben die Visionen innerhalb der bereits vor vierzig Jahren entwickelten Schemata, die in der Zeit der »ökologischen Revolution« aufgebracht wurden. Die Wiederholung dieser Entwürfe ist bedenkenswert. Hier zeigt sich, wie nötig es ist, all diese Zukunftsimaginationen weiter ästhetisch zu bearbeiten, aber gleichzeitig kritisch nach den ihnen unterliegenden Strukturgrenzen zu fragen. Im Moment sieht es so aus, als wäre neben den weiterhin starken, jedoch unterdrückten Dystopien eines

Weltenendes ohne Neubeginn die Vorstellungen einer dritten Natur der herrschende Modus gegenwärtiger Zukunftsvorstellungen – wobei es bislang vollkommen unklar ist, welche Technik und welche Anteile einer kultivierten Natur sich in diesem Bild vereinigen können und sollen.



Abb. 89, 90 und 91: Keine »Ecotopia« ohne technikoptimistische »Fun Future«: Grünblaue Bilder für die Idee der urbanen Landwirtschaft aus der *Wirtschaftswoche* (2011), die Energiewende, wie sie das deutsche Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie sieht (2011) und eine ökologische Stadt aus dem Kinderbuch *Barbapapas Arche* (1974).

## Kosmogramme des Anthropozäns

### Globale Perspektiven zwischen Allmacht und Entmächtigung – und die Farbe Rot

Was im Folgenden exemplarisch für die neuen Klimabilder der Wissenschaften skizziert werden soll, sind Fragen, die aus der Unvorstellbarkeit und Erhabenheit des Blicks von oben aus dem Weltäußenraum auf die irdische Erde als »Blauen Planeten« resultieren. Die gewählten Beispiele werden zunächst die medien-technischen Umdrehungen, Umkrempelungen und Umkehrungen von Blickrichtungen aufzeigen, die dieses Weltbild hervorbrachten, um dann im zweiten Teil des Kapitels auf den globalen Blick der Klimaforschung bezogen zu werden. Hier wird mit einer Vielzahl von roten Weltkarten und Globen das Wissen um eine dramatisch veränderte Erde des Klimawandels visuell vor Augen gestellt, um der Gegenwart und Zukunft des Klimawandels eine Vorstellung zu geben, auf welche auch die globale Politik verweisen kann.

Wenn die Klimaforschung heute alle möglichen Bilder von Globen und Weltkarten gebraucht, um ihre Erkenntnisse zu erforschen und zu kommunizieren, stellt sich die Frage nach der weiteren und zwiespältigen Ikonografie, die diese Bilder prägt. Dies betrifft einerseits die Farbe Rot. Denn in der roten Färbung nimmt das Szenario eines unbewohnbaren Planeten visuell Gestalt an, der weder Leben noch eine Geschichte kennt. Die Bilder der roten Erdkarten stehen jedoch in Verbindung zum idealisierten Bild des perfekten, verletzlichen Blauen Planeten, das mit der Färbung der Weltkarten in Rot, Orange und Gelb auf seine tatsächliche Verletzung verweist. Der sich erhitzende Blaue Planet wird in der Erkenntnis der Klimaforschung zu einer »Burning World«. Andererseits ist es die Ordnungsform der Weltkarte, die hier problematisiert werden kann. Während nämlich die Karten nützlich sind, um geografisches Wissen zu organisieren, beinhalten sie zugleich immer auch

unausgesprochene Vorannahmen, wie die generelle Anordnung in Form von bestimmten Kartenprojektionen, die eine Ordnung des Wissens vorgibt. Hier gilt die Beobachtung der kritischen Geografie, dass die jeweilige Politik von Karten aus ihrer unauflöslichen Verbindung von Macht und Wissen entziffert werden muss. Kartenprojektionen, die Darstellung von Europa im Zentrum einer Weltkarte oder Farben haben hierbei einen besonderen Einfluss, um den es in diesem Kapitel gehen soll.

### Umkrempelung des Blicks: The Whole Earth

Als Ausgangspunkt für die Frage, wie globale Weltbilder die Ikonografie auch von Klimabildern prägen, kann die Arbeit *The Whole Earth* des Künstlers Christoph Keller dienen, die im Rahmen der Ausstellung *Moralische Phantasien. Kunst und Klima* 2008 zu sehen war.<sup>521</sup> Sie besteht aus einer Videoprojektion auf einen großen, weißen Wetterballon, der in einem fensterlosen dunklen Raum hängt. Auf dem Ballon sieht man weiße Schönwetterwolken vor einem blauen Himmel ruhig vorüberziehen (Abb. 92).

Leichte, klassische Musik hüllt die im dunklen Raum schwebende Kugel in harmonische, sphärische Klänge. Aufgrund der blauweißen Färbung ruft der Ballon den fotografisch festgehaltenen Blick aus dem All auf die Erde auf, auch wenn hier gar nicht die Erde gezeigt wird. Stattdessen ist auf die Kugelform des Wetterballons ein Blick in die Wolken vom Standpunkt der Erde projiziert. Aus dem zentrifugalen Blick in den Himmel wird ein zentripetaler Fernblick von außen. Keller hat den sphärischen Blick in die Wolken umgestülpt und die Wolkendecke über die Erdkugel selbst gelegt. Der menschliche Blick aus dem »Weltinnenraum« kommt mit der im Blauen Planeten angelegten Visiotype des Weltäußenraums zur Deckung.

Die Schönheit der umgestülpten Wolkensphäre währt jedoch nicht lange. Alle zwei Minuten durchfliegt ein tosendes

Flugzeug den Himmel. Diese menschengemachte Ikarustechnik des Flugzeugs »zerstört [...] die vermeintliche Idylle«<sup>522</sup> der perfekten Kugel, so der Künstler zu seinem Werk. Sie tut dies gleichzeitig akustisch wie visuell, indem das Flugzeug die natürliche Schönheit der Wolkendecke auf dem Ballon zerteilt und die Harmonien der Musik mit grobem Triebwerkgebrüll übertönt.

Man könnte nun denken, dass Keller mit dem Bild des Flugzeugs schlichtweg den schädlichen Einfluss des technischen Fortschritts auf die Atmosphäre anprangert, indem er dieses Verhältnis in eine ästhetische Situation der Kontemplation überführt. Stattdessen liegt der Arbeit aber eine Theorie zugrunde, die Pseudowissenschaften und Verschwörungstheorien, aber auch konkrete Ängste vor den unkontrollierbaren Einflüssen des Geo-Engineerings miteinander verflieht. Keller nahm das Videomaterial der fliegenden Flugzeuge von einer Webseite, auf der Indizien für die heimliche Manipulation der Erdatmosphäre durch chemische Beigaben zum Flugkerosin gesammelt werden. Der recht populären »Chemtrail-Theorie« folgend, werden durch die Triebwerke der Flugzeuge chemische Substanzen in die Atmosphäre eingebracht, um so den Treibhauseffekt zu bekämpfen. Die Flugzeuge werden so aufgeladen zu Waffen eines im Geheimen bereits gestarteten Geo-Engineering-Programms von planetarischem Ausmaß. Mit ihnen wird in die Atmosphäre der Erde eingriffen und so am Regler des Raumschiffs Erde gedreht.

Indem Keller diese Theorie zitiert, steht die Frage im Raum, welche Erkenntnisse und Lösungsvorschläge zum Klimawandel überhaupt Wahrheit und Glaubwürdigkeit beanspruchen können, aber auch, unter welchen Prämissen eine Theorie als vertrauenswürdig anerkannt oder als Verschwörungstheorie bzw. pseudowissenschaftliche Fälschung diffamiert wird – wie es Thema des Kapitels zu den Klimawandelleugnern war.

Was im Rahmen globaler Bilder interessiert: Mit dem blauen, im dunklen Raum schwebenden Ballon weist Keller den Betrachtern gleichzeitig die Position eines distanzierten Auges zu, das aus dem Weltall auf die Erde blickt. Doch Kellers Störung dieses



Abb. 92: Christoph Keller, *The Whole Earth*, 2008. Projektion auf einen Wetterballon.

Anblicks durch die den Himmel zerschneidenden Flugzeuge entlarvt die endlos reproduzierte Ikone der Umweltbewegung »selbst als Konstrukt«, wie der Künstler in einem Interview sagte. Denn das Weltbild der unberührten »Gaia« konnte nur als Resultat zahlreicher Techniken erzeugt werden, die selbst Teil der Entdeckerreisen und der ausbeuterischen Fortschrittsgeschichte sind. Die Spuren der »konstruierten Sichtbarkeiten«<sup>523</sup> (Martina Heßler) sind jedoch in globalen Bildern wie der Fotografie des Blauen Planeten selbst nicht sichtbar. Stattdessen präsentiert das Bild einen kontemplativen Blick auf ein Objekt, das weit außerhalb der menschlichen Erfahrungssphäre schwebt. Dieses Wissen sowie die Visualisierung des Blicks sind nicht »situiert« (Donna J. Haraway); sie geben keine Auskunft über ihre Ausschnittshäufigkeit, sondern verbergen die Techniken, die zu diesem Blick geführt haben, sowie die Machtverhältnisse und Inhaber dieses Blickes.<sup>524</sup>

Indem der Künstler den Blick in den Himmel auf einen weißen, mit Helium gefüllten Wetterballon projiziert, verbindet Christoph Keller die Konstruktionen und Messtechniken, die dieses Weltbild mit hervorbrachten, mit dem Erkenntnisobjekt selbst. Er verbindet aber auch den Blick der Erdbewohner aus ihrer Umwelt in den Himmel mit dem kosmischen Blick von draußen, der die Erde zum runden Planeten macht.

Die Arbeit *The Whole Earth* vermag es aufgrund des komplexen Ineinanderblendens unterschiedlicher Referenzsysteme die bekannten Narrationen, Mythen und Bilder zur planetarischen Krise aufzubrechen und in ein unauflösliches Vexierspiel der Vertauschungen, Rekombinationen und Rückkopplungen zu bringen. Auf diese Weise wird jeder Anspruch auf eine allgemeine Wahrheit als Illusion dekonstruiert sowie die Verworrenheit der Weltbilder, die das Schicksal des Planeten Erde als Ganzes adressieren, in ihrer dissonanten Widersprüchlichkeit gezeigt.

## Der Blaue Planet

### Aufgang der Erde

Die Arbeit Kellers würde nicht ohne die Referenz auf zwei der berühmtesten Fotografien des 20. Jahrhunderts funktionieren. In der Geschichte der Umweltbewegung war es zunächst die Fotografie *Earth Rise* von 1968, die das Bild der Erde maßgeblich veränderte. Sie wurde im Nachgang zum einflussreichsten Bild für die umweltpolitische Mobilisierung der Menschen erklärt. Das Bild schoss der Astronaut William Anders der Apollo 8 aus einer Entfernung von über 400.000 Kilometer am Weihnachtstag des Jahres 1968 mit einer schwedischen Hasselblad-Kamera.

Die Konversation der Astronauten während des Fotoshootings der Erde aus dem All wurde auf Tonband aufgenommen. Im Interesse der Erzeugung von Ganzweltbildern sind die Äußerungen, die während dieses Ereignisses gemacht wurden, aufschlussreich.<sup>525</sup> Frank Borman etwa rief aus: »Oh Gott! Guckt euch doch mal das Bild dort an! Da kommt die Erde. Wow, ist das schön.« Nach diesem Ausspruch, der die Erde bereits als Bild deutet, wird aus dem bewundernden Staunen umgehend ein fotografisches Zielen, mediales Dokumentieren, Speichern für diejenigen Augen, die nie ins All gelangen werden. William Anders bemerkte: »Hej, nicht das fotografieren, das ist gar nicht geplant.« Es scheint, als wären weder der Anblick noch die fotografische Dokumentation vorbereitet gewesen, was die weitere Konversation zwischen den Astronauten nahelegt. Borman: »Hast du einen Farbfilm, Jim?« Anders: »Gib mir schnell den Farbfilm rüber, bitte [...].« Lovell: »Oh Mann, das ist toll!« Es folgen technische Kommentare über die jeweiligen Einstellungen der Kameraaufnahmen wie Blendenzahl. Und schließlich Anders: »Oh, ich hab's, was für ein schönes Foto!« Das Bild ist im Kasten, die Trophäe ist gesichert. Die Raumfahrer waren eigentlich gekommen, um das Bild vom Mond zu verändern, stattdessen produzierten sie ein neues Bild der Erde.

Der Blick, der aus dem Fenster des Raumschiffs dokumentiert wurde, vertauscht die Rollen eines Sonnenaufgangs. Im Bild

*Earth Rise* ging nicht die Sonne über dem Horizont der Erde, sondern über dem Horizont des Mondes die Erde auf. 1972 schossen die Astronauten der *Apollo 17* schließlich dasjenige Foto der *Blue Marble*, das die Berühmtheit des ersten Bildes noch übertreffen sollte (Abb. 93).<sup>526</sup>

Es war die Erde als »blaue Perle« im leeren, schwarzen Raum, die dem »kosmopolitischen Blick« (Ulrich Beck) eine klare ikonische Form gab. Während die Astronauten in ihren Kommentaren beim fotografischen Fixieren des Erdaufgangs, vielleicht aufgrund der technischen Not, diesen Blick für die Nachwelt unter den Bedingungen der Schwerelosigkeit festzuhalten, kaum Worte fanden, haben die Bilder auf der Erde die Betrachter zu sehr viel poetischeren Aussprüchen veranlasst. Die Erde so zu sehen, »klein und blau und schön, in der ewigen Stille, in der sie schwebt, ist, uns selbst zu sehen, wie wir zusammen auf der Erde mitfahren«,<sup>527</sup> beschrieb der amerikanische Poet und Politiker Archibald MacLeish sein Gefühl beim Anblick des Fotos vom Raumschiff Erde in einem zeitgenössischen Zeitungsartikel.

Mit dem Blauen Planeten waren erstmals nicht Planeten wie der Mond oder die Venus, sondern die Erde selbst durch Linsen und Teleskope betrachtet und fotografiert worden. Es ist wie beim »umgedrehten Fernrohr«<sup>528</sup> – plötzlich erscheinen die eigenen Füße in weiter Ferne als fremde Füße eines Scheinriesens.

Die Wirkungsgeschichte des Blauen Planeten wird bis heute in zahlreichen Aufsätzen behandelt, die die Bedeutsamkeit dieses Bildes untermauern.<sup>529</sup> Wenn in einer Monografie über Klimabilder ebenfalls auf die Implikationen dieser Visiotype eingegangen wird, so deshalb, weil das Bild des Blauen Planeten für die planetarische Rahmung globaler Klimaveränderungen, so die These, die Folie ist. Die Bildpolitik der planetarischen Perspektive, die in der Fotografie des Blauen Planeten angelegt ist, ist auch für die globalen Bilder des Klimawandels wirksam.

Der paradigmatische Moment dieser Fotografie entfaltet sich auf mehreren Ebenen. Der Globus wechselte vom Register der Kartografie ins Register der Fotografie. Einerseits enthüllte

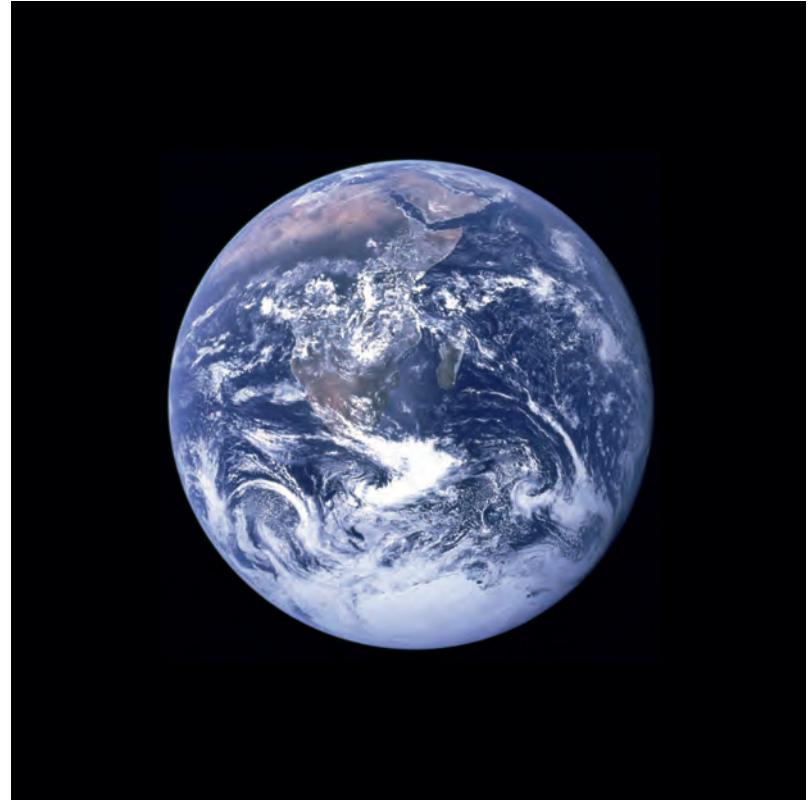


Abb. 93: *Blue Marble* – der blaue Planet. Foto aus der Apollo 17, 1972. Das Foto wurde eigentlich »auf dem Kopf« geschossen, sodass der Nordpol beim Fotografieren im Bild unten war, für die Verbreitung wurde es später in die gewohnte kartografische Ausrichtung gebracht.

sich in der gottgleichen Perspektive durch das Objektiv der Kamera das Gesicht des Planeten Erde »ungeschminkt«. Anders als im Fall von Globen erschien die Erde ohne kartografische Konstruktionen wie Gradnetze, Beschriftungen und politische Ländergrenzen und ohne die unnatürlich bunten, codierten Farben und Liniennetze der Kartografie.<sup>530</sup> Jegliche menschliche Prägung auf der Erdoberfläche blieb auf diesem Bild unsichtbar. Der Blick des externen Beobachters ist im doppelten Sinne »selbst nicht mehr Teil der Welt [...], die er beobachtet.«<sup>531</sup> Der Planet Erde erscheint »unberührt« wie ein fremder, unbewohnter Planet. Dieser Anblick bot deshalb eine ganz neue Wahrnehmung der Erde.

Andererseits ist es jedoch nicht nur die Erde, die mit dem kartografisch ungeschminkten Porträt des Planeten in den Blick kam, es ist vielmehr die Atmosphäre, die den Planeten umgibt: Eine weiße Wolkendecke, zerfranst wie weiche, gezogene Watte, umhüllt die Erde wie ein schützender Mantel; sie trennt die alles Leben ermöglichen Atmosphäre vom luftleeren Raum. Es war dieses in weißen Schlieren verlaufende Muster der Wolkendecke, das die Metapher der Murmel aufbrachte. Seither ist das Bild der *Blue Marble* ein Synonym geworden für die Schönheit und Perfektion des lebenspendenden Heimatplaneten, verweiblicht als Muttergöttin »Gaia« oder ökokybernetisch technisiert als »Raumschiff« einer geeinten Menschheit. Es steht für die Fragilität und Verwundbarkeit sowie für die natürlichen Grenzen dieses lebendigen Planeten.

Die Eindrücke, welche die Betrachter beim Anblick des Bildes erfassten, erinnern auffällig an die Gefühlsqualitäten, die zur ästhetischen Beschreibung des Erhabenen, vor allem in der Romantik, dienten – mit dem Unterschied, dass hier der Blick auf einen viel höheren, imaginären Gipfel ins All erhoben ist. Zu den in Anbetracht des Blauen Planeten geäußerten großen und ambivalenten Gefühlen von Erhabenheit gehörten die Eindrücke unermesslicher Größe und Distanz sowie überwältigender Schönheit und Zerbrechlichkeit. Die erhabene Ambivalenz des

Fotos vom Blauen Planeten nährte sich aus der im Bild stillgestellten unauflöslichen Spannung von Nähe und Ferne zur Natur. Auch darin besitzt der Blick eine innere Verwandtschaft zum romantischen Betrachter, der ebenfalls in distanzierter Ferne gegenüber der Natur verortet ist. Hier kann abermals das kleine Gemälde Karl Friedrich Schinkels betrachtet werden, das bereits im Kapitel zur ästhetischen Praxis Alexander von Humboldts für das romantische Erkenntnisideal einstand. Die ferne Ansicht der Stadt Dresden im gemalten Okular eines Fernglases verdeutlicht bereits jenes distanzierte, instrumentelle Blicken auf die Erde als Objekt, das mit dem fernen Blick auf die Erde als Blauen Planeten verwandt ist (Abb. 26). Wie in den Landschaftsbildern der Romantik wird auch im Bild des Blauen Planeten die von Fern- und Heimweg zugleich gesättigte Kontemplation der Erhabenheit von Landschaften inszeniert. In der Totalität der Perspektive auf die Erde gibt das Bild eine ultimative Naturansicht, die verspricht, alles zu enthalten; sie macht vergessen, dass die Rückseite der Erde im Bild verborgen ist. Es ist diese Konstellation eines Blicks, die als Schema bis heute wirksam ist und manche Weltsichten ein-, andere jedoch systematisch ausschließt.

Staunende Bewunderung, Ehrfurcht und Andacht wiederum nannte auch Ernst Haeckel die Gemütszustände einer »natürlichen Religion«, die sich beim Anblick eines gestirnten Himmels einstellen. Das trotz seiner vor Augen stehenden Sichtbarkeit Unvorstellbare erinnert daran, was Hans Blumenberg als das »dialektische Problem der kosmologischen Antinomie«<sup>532</sup> gedeutet hat, als er die Winterbriefe Adalbert Stifters zitierte. Stifter schrieb über den Anblick des gestirnten, nächtlichen Himmels: »Und wenn man sich das auch nicht vorstellen kann: so steht eine Schönheit vor uns auf, die uns entzückt und schaudern macht, die uns besiegelt und vernichtet. [...] Da hat menschliches Denken und menschliches Vorstellen ein Ende.«<sup>533</sup> Diese Gefühle wurden ebenso beim ersten Anblick der technischen »Dubletten von Erfahrung«,<sup>534</sup> also der fotografischen Erdporträts in Totale, ausgelöst.

Die Fotos der Erde aus dem All stehen am Beginn einer bis heute fortdauernden Bildgeschichte, die immer neu an die visuelle Kraft einer neuen Sicht auf die Welt appellieren. Am Ende der 1970er-Jahre erhielt die globale Kultur mit dem »Aufgang der Erde«, den die Astronauten aus der Ferne nachhause zurückbrachten, ein mächtiges Gegenbild zur Vision des Weltenendes, das seit der Explosion der Atombombe eine dominierende Zukunftsvision und Drohkulisse dargestellt hatte. Das Bild einer vereinten Menschheit erregte Hoffnung auf eine bessere Zukunft. Die *Blue Marble* ist deshalb die wirkmächtige Ikone, Wurzel und Spur der ökologischen Revolution und des »Bewusstseinswandels« um 1970, wie die Umweltgeschichte immer wieder konstatierte.<sup>535</sup> Die Botschaft des Bildes ist umweltpolitisch eindeutig, indem es an die systemischen Grenzen des Wachstums mahnt (Abb. 94).

Mit den Bildern der *Blue Marble* war das »Zeitalter des Weltbildes« (Martin Heidegger) an einen ersten Zielpunkt gekommen. So wie das Planetarium, wie Hans Blumenberg sagte, »das Mausoleum des gestirnten Himmels als Ideal der reinen Anschauung«<sup>536</sup> war, also ein Ende bedeutete, war der technisch armierte Blick auf den Planeten vom Standpunkt des Mondes Anfang und Endpunkt zugleich. Die Erde war nun, anknüpfend an Hannah Arendt, auch fotografisch-visuell »in den Adelsstand der Gestirne« erhoben«, sodass »ihr eine Heimat im Weltall, dem ewigen und unendlichen Universum gesichert« erschien.<sup>537</sup> Doch das Gefühl der Erhabenheit in Anbetracht dieses Anblicks droht immer wieder zu kippen. Denn der »Übergang vom Erhabenen zur Idylle« ist »mühelos«, so Blumenberg zur bereits zitierten Religion des Himmels weiter, die »Trivialität« unausweichlich.<sup>538</sup> Bezogen auf die sich viral verbreitenden Kopien der *Blue Marble* in all ihren Abwandlungen und Überarbeitungen, nutzte sich die Ikone zu inflationärer Gewöhnlichkeit ab. Darüber hinaus jedoch begann das Bild zudem für Globalität ganz allgemein einzustehen. So ist der Blick aus dem All auf die Erde heute banalisiert in den Tausenden Logos, Werbebildern und Vignetten, die

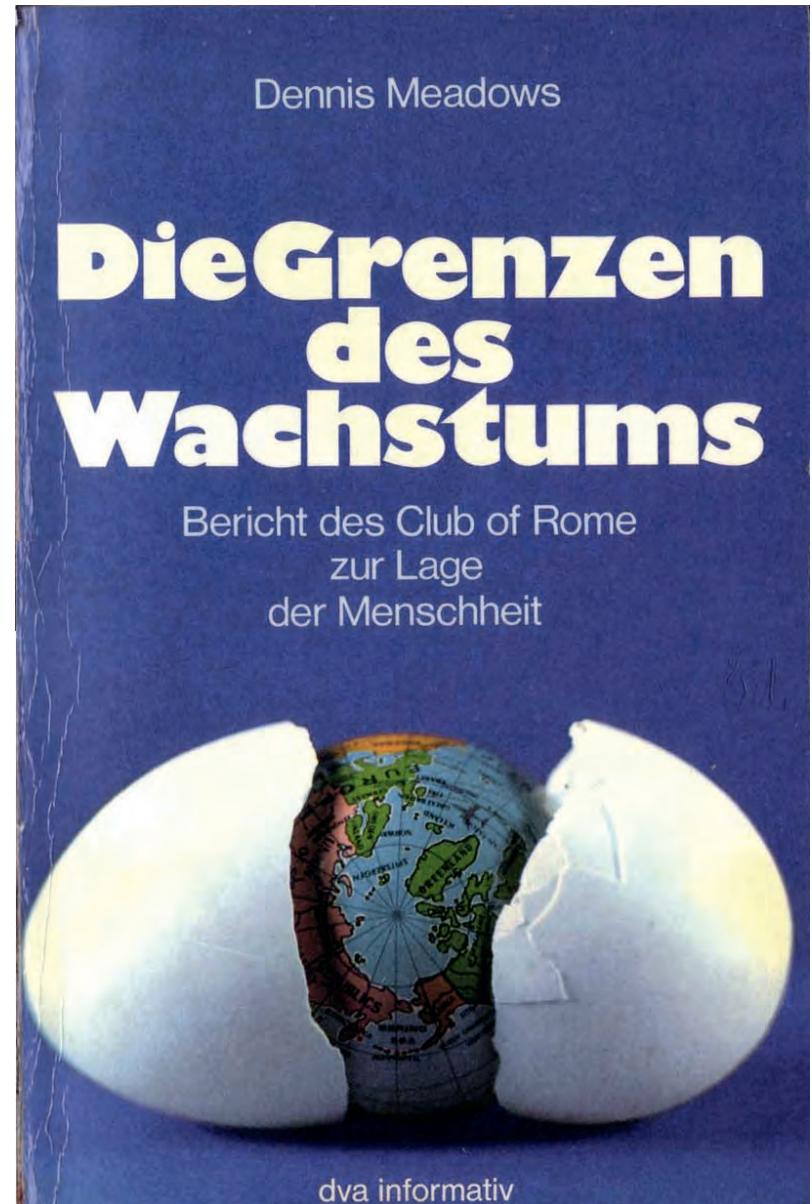


Abb. 94: Zerbrechliche Erde. Cover der deutschen Fassung von *Die Grenzen des Wachstums*, Club of Rome, 1972.

für globale Vernetzungen jeglicher Art verwendet werden. Im Folgenden soll deshalb die wirkmächtige Sehordnung, die seither globalen Erdansichten zugrunde liegt, für das Thema von Klimawandel weiter ausgelotet werden.

### **Umweltperspektiven und das skopische Regime des apollinischen Auges**

Auch wenn Globen und Weltkarten bereits seit Jahrhunderten in Gebrauch sind und gottgleiche Blicke auf die Erde als Ganze bereits eingeübt hatten, war es doch etwas kategorisch Grundverschiedenes, vom Weltall auf die Erde zu blicken und dies fotografisch festzuhalten. Im Folgenden wird deshalb der Versuch unternommen, die spezifische Kraft des »visuellen Nominalismus« (Leon Gurevitch), die visuelle Benennungs- und Prägемacht, die von derartigen Ganzweltbildern ausgeht, entlang ihrer vielschichtigen Bedeutungsebenen zu untersuchen. Dabei wird auf die zahlreichen Positionen einer Kritik des globalen Blickregimes Bezug genommen.

Es war das von der Erde losgelöste, im Nirgendwo schwelende Auge, in das der Anblick der Fotografie des Blauen Planeten die Betrachter katapultierte. Seither wurde dieser Blick in unendlichen Kopien als die natürliche Perspektive auf die Erde normalisiert, obwohl niemand, bis auf die wenigen Astronauten, diesen Blick jemals nachvollziehen konnte.

Der Anthropologe Tim Ingold hat die Frage gestellt, was ein Begriff wie das »global environment«, die globale Umwelt, sinnvollerweise überhaupt bedeuten könnte.<sup>539</sup> Denn diese Wortverbindung ist, wörtlich genommen, paradox. Im Begriff »global« ist der Blick auf die Erde als Ganzheit enthalten, die aber nur künstlich-medial, z.B. durch raumfahrt- und medientechnische Ausverlagerung des Auges aus der Umwelt hinaus ins Weltall erlangt werden kann. Im Begriff Umwelt wiederum ist die jeweils regionale Perspektive eines Individuums in seiner Umwelt gemeint –

ähnlich wie sie auch der Biologe Jakob von Uexküll in seiner frühen Umweltlehre als Umgebungswahrnehmung für alle Lebewesen bestimmte.<sup>540</sup> Die moderne Auffassung dessen, was eine »globale Umwelt« sei, so die These Ingolds, könne aber gerade aufgrund dieser Widersprüchlichkeit Auskunft darüber geben, wie die moderne Konzeption des Verhältnisses vom Menschen zur Welt – vom Organismus zu seiner Umwelt – beschaffen sei.

Tim Ingold bringt die Umkehrung der Perspektive von Außenraum und Innenraum auf ein einfaches Schema (Abb. 95). Hier wird deutlich, wie aus den beiden Perspektiven sehr verschiedene Eigenschaften folgen, die als Sphäre oder Globus systematisch voneinander zu unterscheiden sind. Die Unterscheidung beider Perspektiven ähnelt wiederum der System-Umwelt-Differenz, die Niklas Luhmann in seiner Systemtheorie zentral setzte, wobei *System* für die globale Perspektive stehen kann.

So bezeichnet die Umwelt-Sphäre jenen Blickpunkt, bei dem die Person im Zentrum steht. Die Umwelt-Sphäre ist transparent, durchlässig, zentrifugal, lebensweltlich umhüllend und subjektiv. Die Umwelt, so lässt sich dies mit der Erkenntnis von Uexküll parallelisieren, existiert nur in Relation zu denjenigen, die sich in ihr befinden, in ihr agieren und wahrnehmen. Sie umgibt die Lebewesen ähnlich einer Sphäre. Die globale Perspektive ist im Gegensatz dazu zentripetal, konfrontativ ausschließend, objektiv, opak und massiv.<sup>541</sup> Im Gegensatz zu einer Vorstellung umgebender Umwelten als atmosphärische Gehäuse steht der Globus als Objekt einem Subjekt unverbunden gegenüber. Zudem wird die Vorstellung der Erde in dieser Perspektive auf die Form einer Kugel verkleinert. Sie schließt das Subjekt nicht ein und umhüllt es nicht.<sup>542</sup> Wenn der Globus als Umwelt beschrieben wird, setzt er die künstliche, systemische Perspektive absolut. Es hat mithin weitreichende Folgen, welche Perspektive gewählt wird. Im einen Fall wird eine regional-situiertere, subjektive Wahrnehmungsposition aufgerufen, die globale Perspektive bringt wiederum das Sprechen im Namen »der Menschheit« als eigenständige, undifferenzierte Größe hervor.

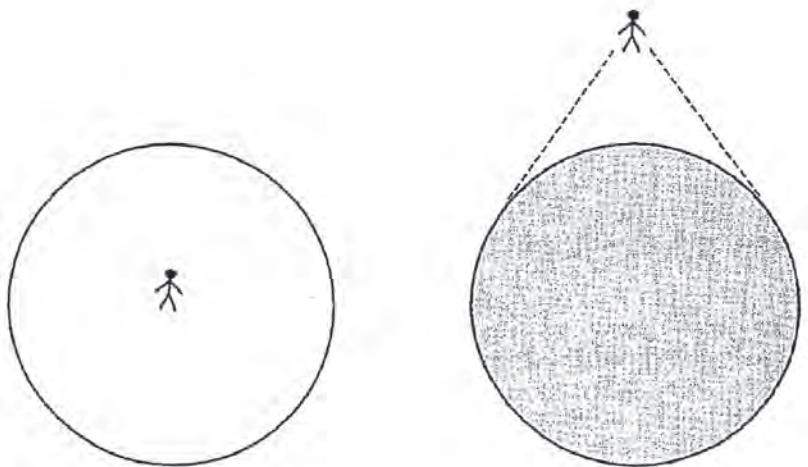


Abb. 95: Tim Ingolds Schema vom Verhältnis von Mensch und Umwelt als Außenperspektive (globale Perspektive) oder Innenperspektive (Umweltsphäre).

Auf dieser Linie verlaufen viele Kritiken der globalen Perspektive, wie sie dem Sprechen vom ›Anthropozän‹ sowie vom anthropogenen Klimawandel eingeschrieben sind. Denn in beiden Fällen wird ein »Wir« impliziert, das die Vorstellung politisch nicht weiter ausdifferenzieren muss, wie genau »der Mensch« (Anthropos) als globaler Akteur auf die Erde als Ganze einwirkt. Eine Kritik an der Vorstellung einer ›globalen Umgebung‹ zeigt, wie diese den Prozess einer zunehmenden Entfremdung markiert. Auch Ingold schließt hier an die seit der Mitte des 20. Jahrhunderts wiederholt geäußerten Thesen zum Subjekt der Neuzeit an. Hannah Arendt beispielsweise hat die neuzeitliche ›Erfindung des Teleskops und die Entwicklung einer neuen Wissenschaft, welche die Natur der Erde vom Gesichtspunkt des sie umgebenden Universums betrachtet‹<sup>543</sup> als Grund für die Schrumpfung der Erdvorstellung angeführt, mit der eine Erdentfremdung der Menschen einherging.

### Bildgeschichte des Blauen Planeten vor 1968

Weiter oben wurde das Bild des Blauen Planeten als Ikone der ökologischen Revolution um 1970 bezeichnet. Doch war das Bild nicht ohne Vorgänger – die Geschichte des Strebens nach dem kosmischen Blick auf die Erde reicht vielmehr weit in die Geschichte zurück, bereits die neuzeitliche Naturwissenschaft blickte lange vor dem fotografischen »Shot« der *Blue Marble* vom Standpunkt des Weltalls auf die Erde und die Natur. Neben den Globen existieren zahlreiche Bilder in Vogelperspektive, die einen menschlichen (und nicht kartografischen) Blick auf die Erde von außen imaginieren und dies lange vor dem tatsächlichen Abheben menschlicher Augen in diese Höhen. In *Mundus Subterraneus*, einem geografischen Werk des Jesuiten Athanasius Kircher von 1665, nimmt eine im Weltall dargestellte Erde die Mitte des Titelkupfers ein (Abb. 96); sie ist umgeben von hohen, sich auftürmenden Wolkenstockwerken, für die Winde sorgen blasende Putten und personifizierte Windgötter. Besonders eindrucksvoll wiederum ist der 150 Jahre später konstruierte Blick auf Europa aus dem Jahr 1806, den der Kartograf Carl Ritter seinem Atlas pflanzengeografischer Karten voranstellte (Abb. 97).<sup>544</sup> Eine visuelle Rückversicherung zur göttlichen Schöpfung braucht es hier nicht mehr, vielmehr beeindruckt die Tafel durch die Nüchternheit ihres rein physiognomisch-dokumentierenden Darstellungsstils.

Wie eine Vorwegnahme späterer Satellitenbilder imaginierte Ritter einen schwarz-weißen Blick von oben auf die Lichter und Schatten eines Erdreliefs, das die Berge und Täler Europas ohne die Signaturen der Kartografie und ohne menschliche Spuren wie vor der Besiedelung darstellt. Die Karte ist keine politische Karte, sie zeigt keine »verstaatlichte Natur« (Judith Schalansky). Einzig die Bewölkung der Atmosphäre ist nicht Teil der Simulation dieses auf die harte Geologie der Erde ausgerichteten Schauens.

Die Bildgeschichte des kosmischen Blicks auf die Erde kann hier natürlich nur angerissen werden. Zu nennen sind jedoch noch zwei Vorläufer, die das Bild des Blauen Planeten zeitgleich zu den



Abb. 96: Die Erde umhüllt von Himmel und Wolken. Titelkupfer zu Athanasius Kirchners geografisch-geologischem Werk *Mundus Subterraneus*, 1665.



Abb. 97: Carl Ritter: *Oberfläche von Europa als ein Bas-Relief dargestellt* (Bas-Relief meint Flachrelief). Tafel in einem Atlas über Pflanzengeografie, Stich von 1806.

ersten Satelliten und Raumflügen ins All imaginierten. Dies ist einerseits das Buch *The Universe in 40 Jumps* (1957), in welchem der niederländische Reformpädagoge Kees Boeke schrittweise die sich entfernende Sicht auf die Erde beim Flug ins All gezeichnet hatte. 1968 wiederum nahmen die Gestalter Charles und Ray Eames dessen Buch zum Vorbild für den Prototyp des später als *Powers of Ten* (1977) berühmt gewordenen Films, mit dem sie, unterstützt durch IBM, einen fotorealistisch wirkenden Flug vom Kern der Galaxie bis zu den kleinsten Quarks animierten.

Was die Vorgeschichte der *Blue Marble* enthüllt, ist, dass bereits lange vor dem tatsächlichen Flug zum Mond das Skript für diesen Blick festgelegt war – das Bild wurde also nicht erst

mit der tatsächlichen Fotografie Realität, sondern war als Blick, der die Erde verlässt, bereits lange anvisiert.

### Macht und Kontrolle der Ganzweltbilder

Es ist »der Standpunkt des neuzeitlichen Erkenntnissubjektes, das sich hin auf einen neutralen Punkt außerhalb der Welt imaginiert, von dem her es die Welt vermessen und erkennen kann«.<sup>545</sup> Dieser Standpunkt ist gleichzeitig der Standpunkt des »Globalen«. Untrennbar verwoben mit der langen Geschichte dieses Blickpunkts ist jedoch, dass die Erde von diesem Standpunkt aus auch beherrscht werden soll. Anstatt den Menschen in die Welt zu integrieren, was die vordergründige Rhetorik der Begriffsverbindung einer »globalen Umgebung« nahelegt, wiederholt die wissenschaftlich-schematisierte Sicht auf den Globus die Distanzierung der Menschen von der Erde. Der Globus auf dem Schreibtisch, die Weltkarte im Atlas oder aber das Interface von Google Earth sowie die *Blue Marble* sind Objekte, die zwischen bearbeitendem Zugriff und distanzierter Kontemplation oszillieren. »Anscheinend kann man die Welt nur dann wahrnehmen, wie sie wirklich ist, wenn man sie verlässt.«<sup>546</sup>

Der exzessive Gebrauch globaler Bilder vereint heute gegenläufige Bedeutungen, ist also zwiespältig, indem die Aura und das Erhabene in der ewigen Wiederkehr vernichtet wurden. Die globale Sicht auf die Erde hat sich mit den vielen Kopien dieses Bildes einerseits naturalisiert, wurde aber andererseits auch ubiquitär, indem sie in Form von Logos, Plakaten und Icons zu reinen Vignetten normalisiert wurde. Was hierbei normalisiert wurde, ist also nicht die erhabene Wirkung des Bildes, sondern die alltäglich gewordene Verfügbarkeit eines wissenschaftlich-distanzierten Blicks.

Wenn die globale Perspektive über die lokale gestellt wird, wird eine wissenschaftlich-distanzierte Sicht auf die Welt

gegenüber dem Wissen privilegiert, das Menschen erlangen, wenn sie an ihrer lokalen Umwelt teilhaben. Im Diskurs globaler Umwelt geht dies einher mit der Vorstellung einer Welt für uns, die sich in unserem Besitz befindet: »[W]ir gehören der Welt nicht, [...] sondern die Welt gehört vielmehr uns.«<sup>547</sup> Mit der planetarischen Perspektive verknüpft ist einerseits der Kontrollierbarkeitsmythos, andererseits liegt darin aber auch eine Wurzel des Sprechens in der Form eines virtuellen, planetarischen »Wir«, das die tatsächlichen Asymmetrien von Klasse, Gender und Macht verwischt, als wäre die Menschheit ein undifferenziertes Ganzes.

### Vom »Visioneering« zum »Geo-Engineering«

Die »Zeit des Weltbildes« war eine Formulierung Martin Heidegers, um den in der Neuzeit beginnenden Prozess zu beschreiben, in welchem die Welt zu einem Bildobjekt durch Praktiken wie Kartografie und Messung gemacht wurde.<sup>548</sup> Im selben Zug nahmen die Menschen die Position von Subjekten ein. Die Entfremdung von Mensch und Natur (Erde) bereitete den Grund für die Konstruktion globaler Ganzweltbilder sowie das Fundament für die grenzenlose Ausbeutung und Zerstörung der Natur.

Die gegenseitige Durchdringung von Weltbildern als Vorstellungen und Weltbildern als Erzeugnissen im Sinne einer visuellen Praxis sind hierbei bedenkenswert. Die Erzeuger von Informationsbildern, die auch Weltentwürfe hervorbringen, nennen sich heute selbst »Visioneers«.<sup>549</sup> Die Bezeichnung ist ein Zusammenschluss aus »Vision« und »Ingenieur«. Der Begriff beinhaltet die Annahme, dass Bildermacher ihre Visualisierungen entwerfen, ähnlich wie Ingenieure ihre Maschinen erfinden. Sie konstruieren »Visionen« in der Logik einer instrumentellen Rationalität.

Verstanden in diesem Sinne entspricht das Visualisieren, also das Sichtbarmachen, der ingenieurtechnischen Hervorbringung eines Objekts. Auf das Objekt kann dann gedeutet und

es kann bearbeitet werden. Das Weltbild *ist* die Welt. *Visioneering* kann mithin als Teil jener Objektivierung betrachtet werden, die die Vorstellung einer Welt als von Menschen kontrollierbar aufbrachte. Hannah Arendt schrieb, »dass der Verstand nur das erkennen kann, was er selbst hervorgebracht hat und in gewissem Sinne in sich selbst zurückhält.«<sup>550</sup> Erkannt werden kann nur das, was der Mensch selbst gemacht hat, wie beispielsweise die globalen Klimasimulationen möglicher Zukünfte.

Innerhalb einer Weiterführung der breit angelegten Weltbildkritik in die Gegenwart kann die objektivierende globale Perspektive von außen wie folgt gedeutet werden: Konstruierte Weltbilder erzeugen Blicke, die jedoch nicht bloße Blicke, sondern bereits bestimmte Handlungsformen und Zugriffe auf die Welt in sich tragen bzw. nahelegen, wie mit der Erde zu verfahren sei. Innerhalb der globalen Perspektive stellen sie den Planeten letztlich unter das Regime von Managementfragen wie das Risikomanagement. Die globale Perspektive ist Motor und Signatur des Mythos einer Kontrollierbarkeit der Erde, wie er seit der europäischen Neuzeit aufkam. An diesem Horizont und letztlich im Einklang mit dieser Perspektive taucht jedoch auch die Vorstellung eines global agierenden Geo-Engineerings auf. Denn was das globale Weltbild nährt, sind die Zugriffe eines globalen Managements auf die Welt. Management, Umwelttechnik und (Geo-)Engineering gehören innerhalb dieser Perspektive zu den dominanten Begegnungsweisen mit »der Umwelt«.

Aus der Weiterführung dieser Gedanken hat der Medienwissenschaftler und Interface-Designer Leon Gurevitch eine radikale Position abgeleitet, die er in seinem Artikel *Google Warming* zu einer allgemeinen Kritik am *skopischen Regime* globaler Bilder erweiterte – ein Begriff, den Christian Metz prägte (abgeleitet von *skopia*, altgriechisch: das Spähen von einem erhöhten Punkt aus) –, gegenwärtig repräsentiert durch »digitale Globen« wie *Google Earth* und der sogenannten *Google Earth Engine*. Die *Google Earth Engine* ist eine Plattform von planetarischem Maßstab für die Geodatenanalyse; sie ermöglicht es, ökologische

Daten auf die Satellitenerde zu legen. Auf diese Weise lassen sich die schrittweisen Veränderungen auf der Erdoberfläche wie die zunehmende Entwaldung beobachten, aber auch Zukunftsvisionen wie der Meeresspiegelanstieg simulieren.

Gurevitch stellt die These auf, dass das skopische Regime des globalen Blicks mit der *Google Earth Engine* erst richtig wirksam wird. Für *Google Earth* ist die Perspektive eines apollinischen Auges der Startpunkt aller Reisen um die Erde. Abermals ist dies ein Prozess der Objektivierung. »[Dadurch] wird die Erde auf ein im Produktdesign entwickeltes Objekt reduziert«.<sup>551</sup> Die Betrachter werden »User«, die mit der *Google Earth Engine* einem Weltbild begegnen, das Gurevitch die »engineered and industrialized Earth«, also eine konstruierte und industrialisierte Erde, nennt. Mittels Computersimulationen wird die Erde jedoch unumkehrbar in ein ultimatives Wissenobjekt von Ingenieuren verwandelt. Indem das Interface Erde erlaubt, die Ergebnisse neuester Klimamodelle auf die Oberfläche der Erde zu »mappen«, werden die »User« nicht nur mit neuen Zeichen der schädlichen Einflüsse »des Menschen« konfrontiert. In der Konsequenz, wie Gurevitch im Fall von *Google Earth* folgert, sind den konstruierten und gebauten Erdmodellen auch die Lösungsvorschläge innerhalb der Logik des Ingenieurswesens inhärent, die nun auf die Erde selbst im Großen angewendet werden sollen. Es gibt keine Realität außerhalb der Simulationen. Mit den neuen Klima-erdmodellen wird den Nutzern nicht nur eine neue apokalyptische Erzählung unterbreitet, die den dominanten »Horizont der Erwartungen« (Reinhart Koselleck) dehnt. In der Folge, so schlussfolgert Gurevitch weiter, werden die ingenieurstechnisch hergestellten Modelle zu den ingenieurstechnischen Lösungen, mit denen die Bedingungen auf der Erde verändert werden. Was aber erzählt dies über die simulierten Zukunftsplaneten, die das visuelle Resultat der Klimamodelle sind?

Gurevitch beschreibt die Umweltperspektive, die in die *Google Earth Engine* implementiert ist, als eine »Feedbackschleife, in der wir uns von der Medienökologie zur Ökologie

als Medien bewegen.«<sup>552</sup> Umwelt und Erdsysteme werden vornehmlich in Form von medialen Modellen wahrgenommen. Er zieht daraus die provokante These, dass eine »Ökologie als Medium« gleichzeitig die Visionen der groß angelegten Entwürfe des Geo-Engineerings naturalisiert. Indem z. B. »Solar Radiation Management« simuliert werden kann, wirkt sich dies auf Entscheidungen aus. Die visuellen Weltkonstrukte erzeugen mithin die Kraft eines »visuellen Nominalismus«,<sup>553</sup> also eine Prägekraft in dialektischer Rückwirkung der Weltbilder auf die Wirklichkeit.

Wenn zu Beginn von Cyberspace und frühem Internet im Namen von Baudrillards Simulationstheorie noch vor allem konstatiert wurde, dass die Realität in den Simulationen verloren ginge, indem immer umfassendere Bildschirmerlebnisse in virtuellen Realitäten die Wirklichkeit in ihrem Status angriffen, lässt sich in den letzten Jahren beobachten, wie sich die Gegenbewegung vollzieht: Die Simulationen prägen heute die Realität, die Realität wird vom Standpunkt der Simulation aus verändert, d. h. die Simulationen wirken zurück in die Wirklichkeit. Im Falle der Klimasimulation bedeutet dies: Das Weltbild wird eine Vorlage für die Zukunft.

Gleichzeitig werden Betrachter zu Nutzern. Als User sind sie nun in der Position, die Erde zu bearbeiten, wenn sie beispielsweise in den Einstellungen der *Google Earth Engine* Szenarien anlegen können, die den eigenen Wohnort in der durch den Meerwasseranstieg veränderten Kartografie in hundert Jahren zeigt. Im Kontrast zur Fotografie der *Blue Marble* ist das Erdmodell der Klimawissenschaften dynamisch, interaktiv und immersiv. Es erlaubt seinen Usern wie ein Astronaut künstliche Raumflüge um das Erdobjekt herum zu tätigen und diese Flüge als »tracking shots« (Kamerafahrten) bzw. als *Machinima*-Filme, wie man die eigenen filmisch festgehaltenen Erlebnisse in Computerspielen nennt, aufzunehmen. Hans Blumenbergs Beobachtung, die »Standpunkte im Universum [seien] frei wählbar geworden«,<sup>554</sup> findet hier eine weitere Verwirklichung.

Bislang wurden zwei Blicke gegenübergestellt: Der subjektive Blick aus der Sphäre ins All, also der umweltlich situierte Blick aus dem Innenraum der Atmosphäre – und der objektivierende, distanzierte, apollinisch-schwebende Blick, der den Lebensraum der schützenden Atmosphäre verlassen hat und nun auf ein Weltbild schaut, zu dem er selbst nicht mehr gehört. Im Folgenden sollen die Anachronismen der globalen Perspektive weiter anhand von Bildern des Klimas, wie sie für den Weltklimarat erzeugt werden, und ihren »Visioneers« analysiert werden.

### Bildprogramme und Blickregime für Weltdarstellungen des Klimawandels

Die globale Darstellung der Erde ist ambivalent und problematisch, wie anhand der Geschichte des Fotos vom Blauen Planeten gezeigt wurde. Gleichzeitig sind globale Bilder die geläufige Darstellungsweise des Klimawandels. Es ist die folgende Frage, die sich in der Betrachtung der roten Erdkarten der Klimawissenschaften stellt: Was bedeutet es auf kultureller Ebene, wenn Ganzweltbilder bzw. globale Bilder und Karten verwendet werden, um die Klimaveränderungen der Zukunft zur erforschen und zu kommunizieren? Dies soll zunächst am Beispiel einer Visualisierung von zukünftig möglichen, globalen Temperaturveränderungen analysiert werden, die das Deutsche Klimarechenzentrum in Hamburg auf der Basis von Szenarien mit einem Klimamodell des Max-Planck-Instituts für Meteorologie für den 4. Sachstandsbericht des Weltklimarates simuliert hat (Abb. 100). Berechnet wurden die Simulationen mit einem gekoppelten Atmosphäre-Ozean-Modell, das Ergebnis sind unter anderem visualisierte Weltkarten für die Berichte des Weltklimarats.

Es ist das bereits im Zusammenhang der Klimamodellberechnungen erwähnte Visualisierungsprogramm *Avizo Green*, das hier eine weitere Betrachtungsebene erhält (Abb. 98). Zur visuellen Exploration der Daten, also noch lange vor ihrer

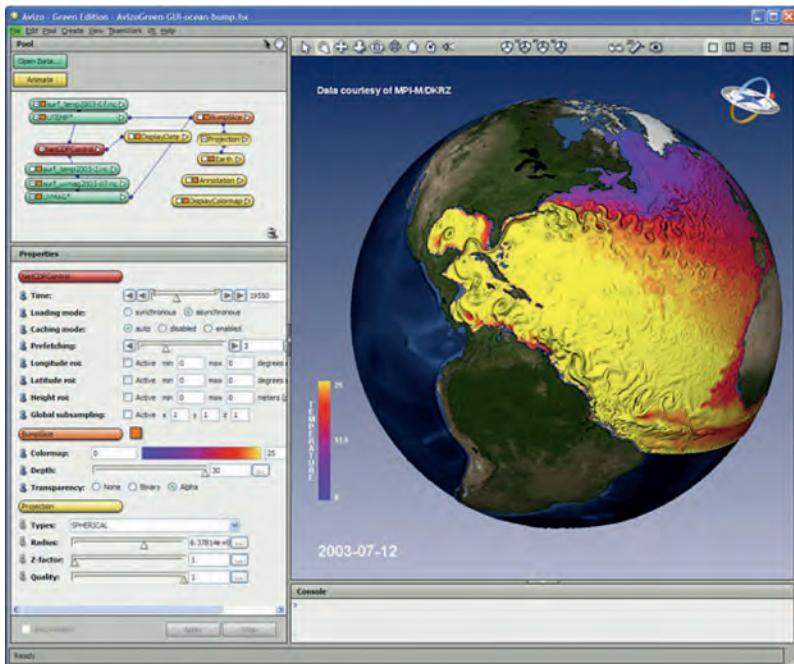


Abb. 98: Interface vom Programm *Avizo Green*, mit dem die drei Szenarien in Abb. 100 visualisiert wurden. In der Mitte sieht man das »World Module«, auf welches die globalen, simulierten Daten kategorisch angeordnet werden. Das Programm stammt ursprünglich aus dem medizinischen Bereich.

Publikation und Präsentation, wird dieses Visualisierungsprogramm benutzt, das einen Globus, ganz ähnlich wie heute *Google Earth*, ins Zentrum stellt. Bezeichnenderweise wurde das Programm *Avizo Green* ursprünglich für medizinische Zwecke entwickelt. Hier dient es zur dreidimensionalen Darstellung von Organen wie z.B. von Tumoren im Gehirn; für die Anwendung auf Klimadaten im Klimarechenzentrum in Hamburg wurde es durch die Entwickler angepasst.

Im Unterschied zur vormals medizinischen Anwendung des Programms bildet das Hauptfeld des Interfaces für die Anwendung von Geodaten eine drehbare Erdkugel, das sogenannte

»World Module«. Seit den 1990er-Jahren ist diese Kugel in den Programmen der Klima- und Geoforschung farbig, interaktiv, dreidimensional und dynamisch, eine Erde, die wie im Beispiel der *Google Earth Engine* digital bearbeitet werden kann, indem sie mit immer neuen Oberflächendaten berechnet wird. Auf diesem Interface der Erdkugel werden die Klimadaten aus den Großrechenanlagen des Deutschen Klimarechenzentrums (DKRZ) geografisch angeordnet.<sup>555</sup> Auf der runden Oberfläche des Erdmoduls lassen sich so berechnete Daten wie Luftzirkulation, Temperaturentwicklungen oder Niederschläge in Form von ausgewählten Farbskalen und Farbbalken abbilden.

Im Programm lässt sich das Erdmodell beliebig drehen und skalieren; was früher der Raumfahrteffekt im Planetarium war oder das virtuelle Training von Astronauten ermöglichte, setzt das Programm heute für den Schreibtischgebrauch um. Einzelne Schichten des Erdmodells können mit einer virtuellen Kamera »angeflogen« und perspektiviert werden. Insofern ist das Visualisierungsprogramm der Erddaten in seiner Nutzung Fernrohr, Zeitreise, Datenkarte und Satellitenflug zugleich. Die Visualisierungen, die aus diesem Programm hervorgehen, sind einerseits einzelne Momentaufnahmen, andererseits Filme im Modus eines radikalen *fast forward*, die eine sich verändernde Erde im wenigen Minuten dauernden Zeitraffer für achtzig bis hundert Jahre zeigen; oder aber sie sind einzelne Momentaufnahmen dieser Entwicklungen für die Berichte der Klimaforschung.

### Szenarien einer erwärmten Erde

Die verschiedenen roten klimatischen Weltkarten evozieren einen direkten Vergleich mit dem Bild des Blauen Planeten, der tief ins kollektive kulturelle Gedächtnis eingegangen ist. Eine rote Erde, erzeugt mittels eines medizinischen Visualisierungsprogramms zur Darstellung globaler Erwärmungsszenarien, zeigt die Erde in der Krise. Denn der Blaue Planet ist, wie oben

ausgeführt wurde, seit der ersten Publikation seines Bildes die Ikone eines neuen Umweltbewusstseins der visuell vereinigten »Erdlinge«. Der zerbrechliche Blaue Planet ist aber der Horizont, gegen den die roten Erdkarten gelesen werden, auch wenn sie in den gedruckten Berichten des Weltklimarats mit unterschiedlichen Projektionsweisen als Karten eingebunden werden. Beide Bildtypen folgen ihren eigenen fotografischen bzw. kartografischen Regeln, sie haben aber gemeinsam, dass sie nur begrenzte Teile der Erde darstellen und eine ökologische Aussage teilen. Denn es ist das Schicksal »unseres Heimatplaneten« (»our home planet«, NASA), das mit dem Foto des Blauen Planeten wie mit den roten Karten im Zentrum steht. Insofern entfaltet sich in den Klimaberichten alle vier bis fünf Jahre eine weitere Episode eines immer lebensfeindlicher wirkenden kosmischen Erdkinos, in dem die Zukunft des Blauen Planeten in immer dunklerem Rot eingefärbt erscheint.

Auf den ersten Blick erscheinen die Bilder, die aus den Szenarien für mögliche Klimazukünfte berechnet wurden, recht simpel. Berücksichtigt man jedoch, was die Grafiken zeigen, so steht ihre Einfachheit im größtmöglichen Gegensatz zu der dargestellten Komplexität, auf der sie beruhen. Zu sehen sind zwei Weltkarten mit farblich gefüllten Konturlinien (Abb. 99), die zukünftig mögliche Veränderungen der Temperaturen zeigen, wie sie für zwei IPCC-Szenarien berechnet wurden. Die verwendete Mollweide-Projektion der Erde als Ellipse erlaubt eine annähernd flächentreue Darstellung, weshalb sie in der Klimaforschung bevorzugt verwendet wird. Die kartografische Repräsentation entspricht der westlichen Konvention, Europa ins Zentrum der Karte zu stellen. Die Farben markieren die verschiedenen Isozonen, also Zonen gleicher Erwärmung. Die Storyline ist maximal normativ in ihrer Konstruktion von möglichen Zukünften. Das Szenario RCP 2.6 (links) beschreibt eine Welt mit derselben Bevölkerungsentwicklung, jedoch mit einem raschen Wechsel in Richtung Ressourcen schonender und sauberer Energiequellen. Das Szenario RCP 8.5 (rechts) basiert

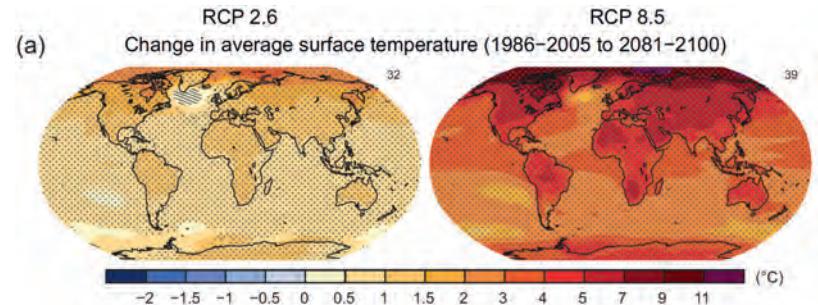


Abb. 99: Globale Erwärmungskarten aus dem zusammenfassenden Bericht des Weltklimarats 2014. Gezeigt sind im Vergleich das Szenario RCP 2.6 und RCP 8.5 (Best case/Worst case) für die Erwärmung der Oberflächentemperatur 1986 bis 2005 im Verhältnis zu 2081 bis 2100.

auf einer idealisierten Annahme eines schnellen ökonomischen Wachstums bei gleichzeitiger Balance zwischen allen Energiequellen – einfach gesagt ist es das »business as usual«-Szenario, das die Welt gegenwärtig prägt. Die Farblegende basiert auf sogenannten Falschfarben, ihre Codierung ist dem allgemeinen, intuitiven Verständnis der Farben Blau (kühl) und dem Spektrum von Gelb, Orange und Rot bis Violett (heiß) angepasst.

In den Farbschattierungen zeigt sich ein Spektrum von minus 2 Grad Celsius bis über 11 Grad Celsius. Die Farbe Blau taucht in den Weltkarten fast gar nicht auf, weil in der Zeitspanne, die hier berechnet wurde, fast keine Abkühlungen vorkommen. Das dunkelste Rot markiert die höchsten Temperaturanstiege. Mithilfe von farblich abgesetzten Isolänen wird auch die geografische Verteilung der Erwärmung auf dem Globus gezeigt. So wird deutlich, dass eine durchschnittliche Erwärmung von 2 Grad Celsius tatsächlich höhere Temperaturanstiege an Land als über den Meeren bedeutet, insbesondere über den Polen, die hier das dunkelste Rot einnehmen.

In einer früheren Version dieser Ergebnisse vom DKRZ aus dem Jahr 2008 für den 4. Sachstandsbericht des IPCC wurde

statt der Mollweide-Projektion die Darstellung von Globen im Vergleich gewählt. Hier wird nur das Business-as-usual-Szenario (das damals noch A1B hieß und eine etwas andere Methode beinhaltete, die inzwischen durch die RCP-Szenarien abgelöst wurde, aber in der Storyline vergleichbar ist) mittels dreier Globen für die Jahre 2030, 2060 und 2085 mit Europa im Zentrum gezeigt (Abb. 100). Im Vergleich mit diesen roten Erden wird deutlich, wie sich die vorhergesagten Zukunftserden innerhalb der wenigen Jahre, die zwischen den Berichten liegen, in ihrer Botschaft verändert haben. Für das neu berechnete Worst-case-Szenario reichte die Temperaturskala vom Bericht des Jahres 2008 nicht mehr aus, sie wurde um weitere 2 Grad Celsius nach oben verlängert. Diese zeichnen sich in der Erweiterung des Farbschemas um die neue Farbe Violett ab. Mit jedem Jahr, in dem die Politik auf der Storyline des Business-as-usual unverminderten Energieverbrauchs weitermacht, werden die Szenarien nach oben hin röter – mit dem 5. Sachstandsbericht leuchtend violett. Insofern könnte die rote Farbe auch für das ungebremste wirtschaftliche Wachstum bei stetig ansteigendem Verbrauch fossiler Energien stehen.

### Brennende Welten

Die Darstellung der Szenarien, die auch als Globus publiziert wurden, erlaubt einen zugespitzten Vergleich mit dem Bild des Blauen Planeten anzustellen, um tiefer in die Ikonologie der Burning Worlds einzutauchen. Hierzu ist es nötig, den Fragen, die Roland Barthes in seinem Essay *Rhetorik des Bildes* aufgeworfen hat, zu folgen: »Wie erlangt ein Bild Bedeutung? Wo endet diese Bedeutung? Und wenn die Bedeutung endet, was ist hinter diesem Ende?«<sup>556</sup>

Derartige Fragen zu stellen, ist auch in Bezug auf wissenschaftliche Bilder notwendig, da die kulturelle Bedeutung eines Diagramms oder einer Karte nicht endet, wenn ihre wissen-

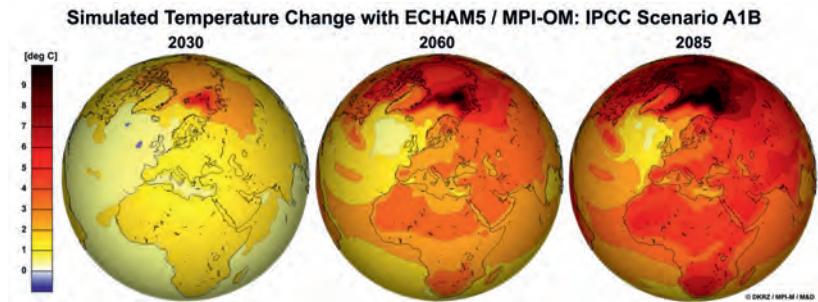


Abb. 100: Burning Worlds. Drei Zeitschritte des berechneten A1B-Szenarios bis 2085. Dieses beinhaltet ein rasches Wirtschaftswachstum und die Einführung effizienter Energietechniken bei einer ausgewogenen Nutzung aller Energiequellen, simuliert und visualisiert vom Deutschen Klimarechenzentrum Hamburg, 2008.

schaftliche Auslegung, beispielsweise die Decodierung des Farbspektrums, ausgeschöpft ist. Hier soll argumentiert werden, dass eine neue, symbolische Ebene erreicht wird, wenn Visualisierungen, die die Erkenntnisse der Klimaforschung zeigen, eine Darstellungsweise benutzen, die an die kollektive Visiotype des Blauen Planeten erinnert und ebenfalls im globalen Schema agiert (Abb. 101). Denn es ist das Bild des verletzlichen und perfekten Blauen Planeten, das durch die Farben Gelb und Rot verwundet wird. Es sind derartige globale Bilder, die in der Klimawandelforschung eingesetzt werden, um Erkenntnisse hervorzubringen und zu kommunizieren. Daher muss nach der breiteren und mehrdeutigen Ikonografie gefragt werden, innerhalb derer diese Bilder situiert sind.

Es wurde bereits gesagt, dass die am meisten von Erwärmung betroffenen Regionen der Erde in einem dunklen Rot dargestellt sind, was auf der Ebene von Alltagserfahrung an einen schlimmen Fall von Sonnenbrand erinnern mag. Interpretiert man das Bild wie das Diagnosebild eines Patienten, folgt aus dem ärztlichen Blick, dass diese Erde nicht gesund sein kann. Der Planet,

der hier gezeigt wird, ist vielmehr ein unumkehrbar beschädigter Planet. Er hat seine einzigartige schützende Atmosphäre verloren und ist nun stattdessen von einer erhitzten Zone umgeben, die den gesamten Erdball einschließt. Die Erde sieht nicht mehr aus wie der lebendige Planet Gaia, den die Fotografie des Blauen Planeten so eindrucksvoll porträtiert hatte. Stattdessen sehen die Betrachter der roten Klimawelten einen Planeten, dessen Oberfläche sich ausnahmslos in eine lebensfeindliche Wüste oder sogar in die eines toten Planeten entwickelt hat. Diese Assoziationen bestätigten auch Interviews, die mittels alternativ gefärbten Karten geführt wurden, um die emotionale und assoziative Bildwirkung methodisch weiter zu untersuchen.<sup>557</sup> Wegen ihrer roten Oberfläche erinnert die erwärmte Erde an Mars, der nach dem Kriegsgott benannt wurde. So entfaltet sich ein Bild der globalen Folgen ökologischer Gewalttätigkeit.

Da die Klimaforschung ausschließlich rot gefärbte zukünftige Temperaturkarten produziert, von denen die Berichte des Weltklimarats gefüllt sind, sind die Betrachter dieser Bilder mit der folgenden Erkenntnis konfrontiert: Jedwede zukünftige Erde, wie sie sich aus dem Heute weiter entwickeln wird, ist nicht erstrebenswert. Selbst die gegenwärtige Erde ist bereits erwärmt und wird als rote Weltkarte gezeichnet.

Dementsprechend können widersprüchliche Reaktionen auf die roten Welten der Klimazukünfte beobachtet werden. Die Betrachter der Bilder bleiben nicht allein kühl und rational, wie es das Betrachtungsideal objektiver Wissenschaft verlangt, das mit dem Ausklammern von Gefühlen verbunden ist. Stattdessen »erhitzen« die Bilder ihre Betrachter. Das Farbschema evoziert intuitiv eine Ästhetik von Angst und Gefahr, Dringlichkeit und Alarm. Denn was die immer röteren Bilder der Erde erzählen, ist die Geschichte einer unumkehrbaren Entwicklung in Richtung eines erhitzten Planeten, auf dem der Klimawandel unkontrollierbar geworden ist. Mit dieser Bildaussage sprengen sie jedoch das Vorstellungsvermögen davon, was die Störung der natürlichen Ordnung in dieser Geschwindigkeit durch die Eingriffe

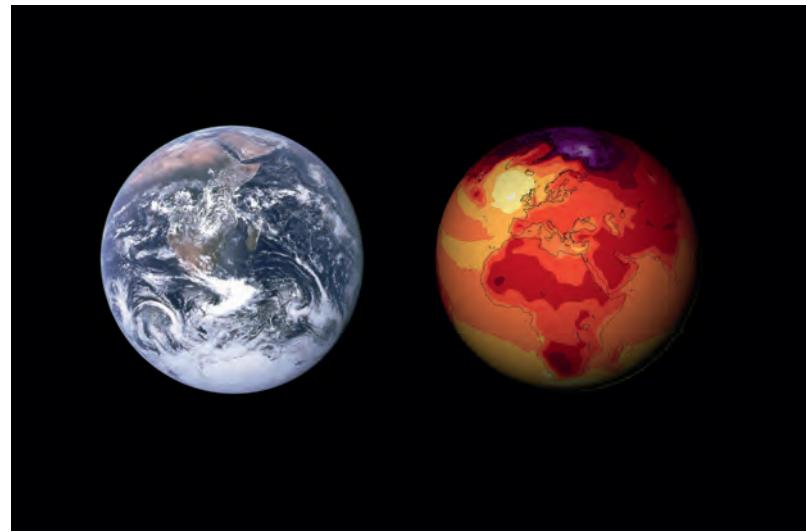


Abb. 101: Der Blaue Planet neben den Burning Worlds im Vergleich. Collage der Autorin.

des Menschen ›wirklich‹ bedeutet. Was ausgelöst wird, wenn die natürliche Ordnung gewaltsam zerstört wird, sind laut Lorraine Daston Horror und Terror – da andere Gefühle dem Ausmaß dieser Zerstörungen nicht angemessen sind.<sup>558</sup> Der Begriff »Klimakatastrophe«, der sich zunächst mit den ersten Warnungen in den 1980er-Jahren einbürgerte,<sup>559</sup> jedoch wenig später durch den letztlich diffusen Begriff »Klimawandel« im Sprechen über die Veränderungen des Klimas ersetzt wurde, benannte die gewaltsame Klimaveränderung noch begrifflich. Insofern wirken die roten Kosmogramme mit an den »moralischen Phantasien«, die Günther Anders in Anbetracht der Möglichkeit eines gigantischen Atomschlags in den 1950er-Jahren forderte, um die neue Realität einer möglichen totalen Vernichtung der Menschen durch Menschen auch vorstellen zu können.<sup>560</sup> Diese Parallelität wird auch deutlich, wenn man mit Bruno Latour den Klimawandel als ein Kultur-Natur-Hybrid bezeichnet:<sup>561</sup> Er ist gleichzeitig

physikalischer Natur und gesellschaftlich hergestellt, ist Natur und Kultur zugleich; die durch den anthropogenen Klimawandel verursachten Naturkatastrophen sind nicht allein das Resultat einer höheren Gewalt, sondern das Ergebnis menschlicher Eingriffe. Wenn die roten Welten jenseits der Gegenwart mit Vorstellungen gefüllt werden sollen, steht man vor dem Problem, »die Kapazität und Elastizität unseres Vorstellens und Fühlens den Größenmaßen unserer eigenen Produkte und dem unabsehbaren Ausmaß dessen, was wir anrichten können, anzumessen [...], uns also als Vorstellende und Fühlende mit uns als Machenden gleichzuschalten.«<sup>562</sup>

An dieser Stelle können Bilder aus dem kollektiven Gedächtnis einspringen, die die Zukunft als Katastrophe imaginieren. Sie schließen intuitiv und implizit an die wirkmächtigen traditionellen Großnarrationen von Katastrophen und Weltenenden an. Das Endgericht, Höllenfeuer oder die Apokalypse sind die Imaginationen der Futuristen aller abrahamitischen Religionen, also von Christentum, Islam und Judentum. Bilder aus dem kollektiven Gedächtnis springen wie bei der Betrachtung der Kekse eines Rorschachtests in die Bildwahrnehmung ein. Dazu gehören die gleichermaßen beeindruckenden wie beängstigenden Bildwelten der Höllenfeuerdarstellungen von Hieronymus Bosch oder Hans Memling, die jedoch nun zu Vorstellungen von einem Weltende ohne Neubeginn geworden sind.

Im Kapitel *Das zukünftige Gesicht der Erde – Zukunftsbilder des Weltklimarats zwischen Utopie und Dystopie* wurde bereits auf gegenwärtige Bildschöpfungen in Filmen, Literatur und Computerspielen Bezug genommen: Die heutigen Memlings und Boschs sind Autorinnen wie Barbara Kingsolver, Regisseure wie Bong Joon-ho oder Roland Emmerich, Computerspieleautoren wie die von *Anno 2070* sowie Fotografen wie Robert Graves und Didier Madoc, die mögliche klimatische Umbrüche wie die einer RCP-4.5-Erde mit bildnerischen Mitteln simulieren – und damit eine Welt vorstellbar machen, wie sie in den apokalyptischen Szenarien schlummert. Diese Spekulationen bieten ein

vielfältiges Imaginationsmaterial an, das die abstrakten Räume der klimatologischen Karten und Kurven mit Endzeitnarrationen ausfüllen kann. Bilder eines totalen Welten- bzw. Menschenendes, erzählt im Narrativ der »Zukunft als Katastrophe« (Eva Horn), lassen sich aber auch in Filmen wie *Melancholia* (Regie: Lars von Trier) finden, in denen die Akteure ihrem Schicksal in Form einer nahenden tödlichen Katastrophe entgegensehen oder in Computerspielen wie *The Last Of Us*, wo die Spieler durch ein feindliches postapokalyptisches Nordamerika vagabundieren.

Hier sind mithin Kunst und Literatur die imaginativen Instrumente, mit denen die Möglichkeitsräume einer Zukunft erzählt und ausgelotet werden. Im Gegensatz zu den nüchternen Diagrammen sind dies überbordende, faszinierende und zugleich beängstigende Szenarien einer radikal veränderten Welt. Sie zeigen sich aber auch in Form mehrerer Youtube-Disaster-Kanäle, die Katastrophenberichte aus dem Fernsehen zusammenschneiden und als Vorboten einer apokalyptischen Welt deuten, die sich immer deutlicher zu erkennen gibt. Die Daten beginnen Geschichten zu erzählen, die weit über das hinausreichen, was sie im abstrakten Raum der Zahlen bezeichnen, wobei im Zentrum steht, wie die neuen Klimate das Zusammenleben der Menschen verändern werden. Die Betrachter projizieren ihre eigenen Ängste und kollektive Phantasmen in die Zukunfts-erzählungen der Klimatologie. Aufgrund der Anknüpfung an diese Narrative werden die roten Weltkarten in Alltagssprache und Populärkultur mit der Metapher der »brennenden Welten« bezeichnet.<sup>563</sup>

### **Widersprüchliche Symbolik der Farbe Rot**

Trotz dieser Einfallstore für zerstörerische und alarmierende Visionen, zu denen die roten Erdkugeln inspirieren, gehören die Farben Rot und Blau auf einer praktischen Ebene zum intuitiven

Farbschema für Temperaturwahrnehmungen. So rechtfertigten auch die Kartografen, die die roten Weltkarten aus den Klimadaten gestalteten, ihre Farbwahl.<sup>564</sup> Aus der Produzentensicht gibt es keine Alternative zu dieser grundsätzlichen Farbwahl.

Dieses Argument ist auch historisch überzeugend. Das rotblaue Farbschema wurde in der Geschichte der Kartografie und Datenvisualisierung bereits früh verwendet. Seit über zweihundert Jahren werden warme Klimazonen rot und kalte blau gezeichnet (Abb. 102). Blau ist eine kalte Farbe, Rot ist eine warme Farbe – das Farbschema fußt auf alltäglicher Erfahrung. Für thematische Karten gibt es auch weitere Normen der Verwendung von Farben. Für Übersichtskarten mit Klimazonen werden die arktischen Gebiete blau, die gemäßigten gelbgrün oder olivfarben, die subtropischen braun oder orange und die tropischen rot gefärbt.<sup>565</sup> Auch hoher Luftdruck wird rot gefärbt. Wenn sich in den Daten nur noch erwärmende Temperaturen abzeichnen, besteht die einzige Möglichkeit, diesen Sachverhalt darzustellen, konsequenterweise darin, diesen Trend auch mit Rot zu veranschaulichen – Grün oder Blau wären hier kontraintuitiv und würden die »Prägnanz« und »Effektivität« des Bildes abschwächen (Abb. 103). Gleichzeitig erscheint die rote Erde der Erwärmung mit der Farbwahl als eine einzige tropische Zone.

Es ist an dieser Stelle erhellend, die Rolle von Farbe in der Kartografie und ihre Standards im Einsatz von Farbe allgemein zu betrachten, wobei die entwickelten Leitlinien, angewendet auf die roten Weltkarten, zu widersprüchlichen Einschätzungen führen. Seit dem frühen 20. Jahrhundert gibt es Anleitungen und Standards in Form von Handbüchern sowie Erfahrungswissen über den »richtigen« und »gerechtfertigten« Einsatz von Farbe in Karten und Datenbildern.<sup>566</sup> Wie Datenvisualisierer wissen, können Grafiken immer nur eine begrenzte Menge von Informationen veranschaulichen. Mit fortschreitenden drucktechnischen Möglichkeiten, Karten auch farbig zu produzieren, wurde Farbe deshalb als Mittel begrüßt, um das Spektrum an Informationen zu erweitern, die eine Grafik aufnehmen kann. Denn mittels

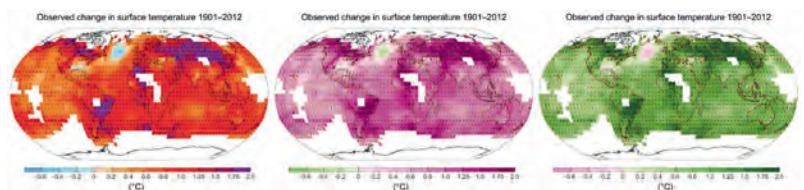
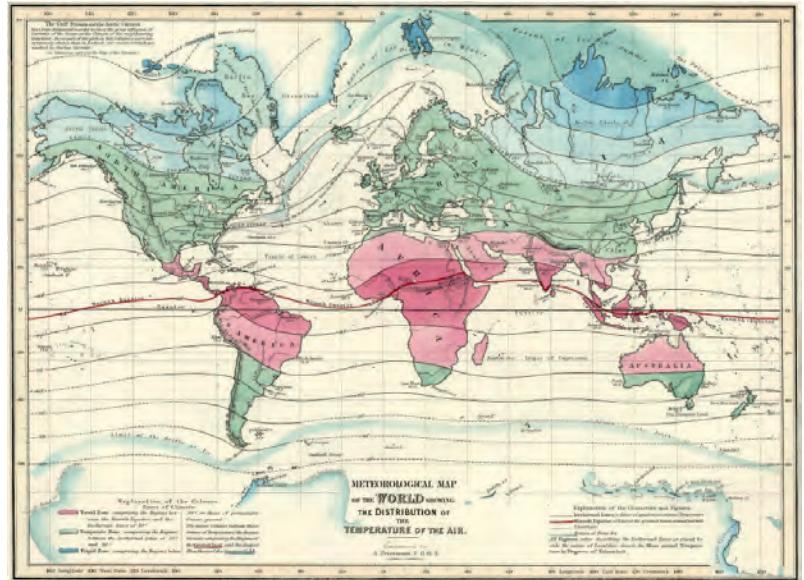


Abb. 102: Farbschema zur Darstellung von Klimazonen. Blau steht für kalte Zonen, Grün für gemäßigte, Rot für tropische Zonen. Aus August H. Petermann: *Physikalischer Atlas*, 1850.

Abb. 103: Konventionen und Alternativen. Links die Originalkarte des Weltklimarats (Abb. 85). Rechts davon alternative Färbungen zum Farbspektrum Blau-Rot, um die Farbwirkung der Karte des Weltklimarats zu untersuchen, angefertigt von Thomas Nocke und Birgit Schneider, 2016.

Farbdifferenzen lassen sich Informationsebenen einfacher von einander unterscheiden.

Doch muss mit dem Einsatz von Farbe bedacht umgangen werden. So warnt der Informationsgrafiker und Autor Edward Tufte sehr eindeutig vor jedem unreflektierten Einsatz von Farbe in Informationsbildern: »Die Farbe mit der Information in Zusammenhang zu bringen, ist so elementar und direkt wie die Farbtechniken in der Kunst«, aber »eine gute Farbe an eine gute Stelle zu setzen, ist eine komplizierte Angelegenheit [...]. Katastrophenvermeidung wird das erste Prinzip, wenn man die Information mit Farbe versieht. Vor allem keinen Schaden anrichten.«<sup>567</sup> Mit dieser klaren Warnung, keinen Schaden mit Farbe anzurichten, benennt Tufte für den Einsatz von Farbe in Grafiken ein gewisses Risiko – das Risiko, dass »schlecht« oder »falsch« verwendete Farben das kommunikative Ziel einer Grafik untergraben können. Tufte bezieht sich hier auf den einflussreichen Schweizer Kartografen Eduard Imhof (1895–1986), dessen Überlegung sich direkt auf den Fargebrauch in den »Burning Worlds« beziehen lässt. Auch wenn Imhof das Spektrum Gelb-Rot-Blau als harmonisch einschätzt, hält er Karten, die nur noch Rot und Gelb aufweisen, für problematisch:

Erste Regel: Reine, leuchtende oder sehr kräftige Farben wirken schreiend, unerträglich, wenn sie unvermittelt und großflächig nebeneinander stehen. Doch gelangen sie bei sparsamer Dosierung auf oder zwischen gedämpften Grundtönen zu außerordentlicher Wirkung. [...] Die Gliederung der Erdoberfläche erleichtert in der Karte graphische Lösungen in diesem Sinne. Extreme jeder Art, größte Landhöhen und Meerestiefen, Wärme maxima und -minima, höchste Erhebungen des Niederschlagsreliefs, intensive Bewirtschaftungsgebiete usw., nehmen im allgemeinen kleine Areale ein. Beschränkt man kräftige, gewichtige, satte und reine Farben auf kleinflächige Extreme, so entstehen ausdrucksstarke

und schöne Farbflächenmosaiks. Gibt man aber allen und insbesondere auch den großen Flächen schreiende, satte Farben, so wirken die Bilder bunt, ungeordnet, verwirrend und unschön.<sup>568</sup>

In diesem Sinn lassen sich die Weltkarten der »Burning Worlds«, auch wenn sie dem traditionellen Farbschema für Wärme folgen, gleichzeitig als ebenso »bunt, ungeordnet, verwirrend« und »unschön« in ihren Effekten beschreiben. Da wiederum die Erkenntnis einer *globalen Erwärmung* den gesamten Planeten betrifft und nicht nur kleine Regionen, muss auch die gesamte Karte rot gefärbt werden. Deshalb kann aber das kartografische Ergebnis der feuerroten Weltenkarten die Standards »guter Kartografie« letztlich nur verletzen und in höchstem Maße »unschön«, also unangenehm wirken. Denn die Bilder zeigen die Verletzung einer Ordnung und die drohende Chaotisierung des Klimas. Dieser unangenehme Effekt vermischt sich mit der Konnotation von Rot als Warn- und Signalfarbe. Kartografisch ist diese Aufgabe nicht einfach zu lösen. Des Weiteren besteht nämlich ein genereller Ratschlag der Kartografie darin, sich an einer Logik zu orientieren, die Ähnlichkeiten mit der Natur hat, also die natürliche Erfahrung von Farbe in der Natur bevorzugt.<sup>569</sup> Dieser Rat wiederum lässt sich kaum mit der Farbe Rot in Einklang bringen, da Rot nur sehr selten in der Natur vorkommt. In der Natur ist Rot eine Sonderfarbe. Dennoch ist die Codierung von Rot für Wärme und Blau für Kälte natürlich und besitzt eine lange Tradition über die Kartografie hinaus.

Hierbei ist von Interesse, dass jenseits der natürlichen Codierung von Rot und Blau für Temperaturen weitere symbolische Ebenen fest an diese Farben gebunden sind. Diese können sogar stärker wirken, weil sie ebenso zu der etablierten Semantik dieser Farben gehört. Eine Kulturgeschichte der Farben eröffnet hier viele andere und widersprüchliche Pfade der Interpretation,<sup>570</sup> da es keine eindeutige Farbensprache geben kann. So ist Rot etwa in China eine besondere Glücksfarbe, sie ist die

Farbe der Liebe, steht aber auch für Warnsignale, Gefahr oder politische Gruppierungen. Trotz der semiotischen Mehrdeutigkeit der Farbe Rot ist es sehr unwahrscheinlich, dass die Karte in Verbindung mit der Farbe und der Bedeutung des Bildes für jemanden auf den zweiten Blick eine positive Wirkung erzeugt. Denn Farbe erhält nur in Verbindung mit ihrem zugehörigen Gegenstand Sinn. Die glutroten Welten schließen positive Interpretationen aus, wenn man von der Liebe zu einem CO<sub>2</sub>-intensiven Lebensstil einmal absieht.

In diesem Sinne wurde Rot als eine Farbe konventionalisiert, um Hervorhebungen und Betonungen zu tätigen, aber auch um gleichzeitig Gefahren und Aktivität zu markieren, da Rot für die verschlingende, destruktive Kraft des Feuers steht. Deshalb löst die Farbe Rot auch in Informationsbildern des Datendesigns sehr unterschiedliche Reaktionen aus. In Form einer vollkommen roten Weltkarte eröffnet sie unterschiedliche symbolische Ebenen wie Gefahr, Zeichen von Gewalteinwirkung und Erhitzung, Intensität und die Überschreitung einer Norm. All diese Ebenen lassen sich mit dem Farbspektrum der roten Erden verbinden, insbesondere wenn es darum geht, globale Risiken zu markieren.

Indem die roten Klimakarten also dem konventionellen Farbspektrum der Wärmedarstellung für die Darstellung möglicher Klimazukünfte folgen, werden sehr verschiedene und unkontrollierbare Bedeutungen mit erzeugt. Auch wenn die Produzenten dieser Bilder einzig die Aussage eines gefährlichen Temperaturanstiegs mit der Färbung dieser Weltkarten aussenden möchten, ist der Assoziationsraum, den sie in den Betrachtern eröffnen, weit größer als es die Farblegende umfasst – und wandelbar, je nachdem, welchen kulturellen Hintergrund und welche Weltsicht die Betrachter haben. Die Polyphonie der Bedeutungsöffnungen und Ambivalenzen von Farbe ist hierbei ein Thema, das Designern, Werbefachleuten, Künstlern und Kunsthistorikern sehr bewusst ist. Im Fall der wissenschaftlichen Bildwelten des Klimawandels bedeutet dies, dass auf der Ebene reiner Informationen die Farbe Rot im Kontext

der wissenschaftlichen Berichte zwar allein die Erwärmung symbolisiert und noch nichts über die Konsequenzen aussagt, jedoch die Aufmerksamkeit in Richtungen lenkt, die ebenfalls zur breiten und starken Symbolik der Farbe Rot gehören.

Klimawandelskeptiker kritisierten insbesondere die rot gefärbten Bilder der Klimaberichte wiederholt als gezielten Alarmismus, den sie als ›farbliche Übertreibung‹ ansehen, die letztlich der Grundlage entbehre. Die roten Karten würden die Erkenntnisse der Daten mithin nicht angemessen darstellen. Dieser an das Farbspektrum geknüpfte Vorwurf der überzogenen Warnung lässt sich mit den skizzierten Bedeutungsebenen der Farbe Rot genauer fassen. Es ist die Ebene der Warn- und Signalfarbe, die den zukünftig möglichen Klimawandel in diesem Spektrum als Klimakatastrophe und krasse Anomalie darstellt – eine Lesart, die im Einklang mit der Aussage der Berichte steht, jedoch auf sprachlicher Ebene nüchtern wirkt. Während die Texte der Klimaberichte in der Sprache höchst rational und kontrolliert kühl bleiben, sind die Bilder der Ort, an dem der Klimawandel als Bruch, Anomalie, Krise und Störung auch emotional Ausdruck findet. Aus diesen Betrachtungen könnte man ableiten, dass selbst die Kampagnenleiter von Organisationen wie Greenpeace kaum eine bessere Arbeit hätten machen können, als die Kartografen und Computergrafiker in den internationalen Forschungseinrichtungen der Klimaforschung. Oder aber, dass die Botschaft, für die die Bilder stehen, einfach alarmierend sind.

Die Visiotype der feuerroten Erde funktioniert: Das Bild erfüllt alle Anforderungen eines starken, intuitiven und ikonischen Bildes. Es kombiniert emotionale mit rationalen Botschaften und trägt einen Handlungsappell in sich. Die Botschaft des Bildes, jenseits ihrer strengen wissenschaftlichen Lesart, ist deutlich: Die globale Erwärmung ist eine alarmierende Erkenntnis, der sich die Politik bzw. die ›Menschheit‹ zu stellen hat. Das Bild soll die Gegenwart verändern, damit diese Zukünfte niemals erlebt werden müssen. Die Politik muss handeln, um abzuwenden, was die Bilder zeigen. Mit der Frage, was für Bilder zum Handeln

führen, sei es auf individueller oder politisch-gesellschaftlicher Ebene, ist letztlich der Wunsch nach »erfolgreichen Kampagnen«, »Aufklärung« und Bewusstseinswandel verwoben, bei denen es immer darum geht, Menschen durch gezielte Informationen und Möglichkeiten der Identifizierung zu einer Änderung ihres Verhaltens zu bewegen.

Das Argument des Kartografiehistorikers Gilles Palsky, dass der Einsatz von Farbe Karten generell zu Instrumenten der Propaganda mache, sobald die Farben politische Regionen markieren, lässt sich in Anbetracht der roten Karten des Klimawandels weiter wenden.<sup>571</sup> Palsky meinte hierbei, dass die Symbolik der Farbe immer auf die Aussage einer Karte einwirke, indem Staatsgrenzen politisch aus einer bestimmten Sicht markiert werden. Auch im Fall der roten Klima-Weltkarten wird die Geografie der Nationen eingefärbt, jedoch verläuft die Färbung ohne Rücksicht über die Grenzen von Staaten hinweg entlang der Wärmezonen. Doch auch wenn Natur hier nicht verstaatlicht wird, sind diese Karten politisch: Die Klimawissenschaft erforscht globale Risiken, die Grenzen zwischen reiner Forschung und Politik verwischen, denn die Einschätzung eines gefährlichen Klimawandels wird nicht auf die Natur hin gedacht, sondern auf die Menschen. Es ist eben nicht der Planet Mars, für den die Bilder Anlass zur Sorge geben. Das Wissen steht stattdessen im Zentrum soziopolitischer Sorgen und Verantwortlichkeiten, für die wichtig ist zu erfahren, wie gefährlich der Klimawandel für bestimmte Regionen ist und zukünftig sein wird.

### Gloom and Doom

Entmächtigungseffekte globaler Klimabilder

Unabhängig vom Vorwurf des Alarmismus, der eine Art ist, der Nachricht einer menschengemachten, unumkehrbaren Erwärmung zu begegnen, erzeugen die Bilder auch für diejenigen, die der Aussage der Bilder Glauben schenken, ein Gefühl von Angst. Mit

der glutroten Warnfarbe der kommenden Warmzeit werden Untergangsszenarien eines »Gloom and Doom« – also von Dürsternis und Verdammnis – aufgerufen, die anstatt von politischer Handlungsmacht eher Gefühle von Ohnmacht evozieren, ein Rahmen, der inzwischen für die Klimawandelkommunikation als wenig hilfreich erachtet wird.<sup>572</sup> Die Bilder sind also nicht nur heikel, weil sie die Visiotype der planetarischen Perspektive einnehmen, sondern zudem, weil sie das wissenschaftlich erzeugte Bild der Zukunft als Katastrophe an die Wand malen. Deshalb muss im Folgenden auf die Konsequenzen der visuell entmächtigenden Bildwirkung der expressiven »Rotmalerei« eingegangen werden, zu denen die farbige Überlagerung der Zukunft des Heimatplaneten Erde beiträgt.

Wie Andachtsbilder präsentieren die roten Erden den Klimawandel als eine gewaltsame Umwälzung, die den Menschen in eine fatalistische Ohnmacht zwingt – auch wenn die Ursachen der Erwärmung anthropogen sind und also ein Resultat der Kultur, weshalb menschliches Handeln das Problem eigentlich auch »lösen« könnte. Die Symptome der CO<sub>2</sub>-intensiven Lebensweise werden vor Augen gestellt, führen aber wie der Blick in die Augen der Medusa zu einer Handlungsstarre. Die Bilder der auf Rot gestellten Gaia zeigen so nicht nur die Folgen der CO<sub>2</sub>-intensiven Lebensweise und die nächste Stufe einer umfassenden Erd-Erkenntnis, sondern auch das Scheitern einer »Klimapolitik« und das große Versagen des Kontrollierbarkeitsdenkens, das den Menschen über die Natur stellte. Das rote Weltbild gibt dem »tragischen Triumph«<sup>573</sup> der Klimawissenschaften ihr allegorisches Bild. Im bunten Kleid objektiver Datenvisualisierung machen die Bilder die tragische Erkenntnis sichtbar, wohin die Umsetzung der globalen, ausbeutenden Perspektive die Menschheit gebracht hat. Dies jedoch ist eine »Zukunft, die der Mensch macht«.<sup>574</sup> Die Bilder sind tragisch, doch die Tragik im Sinne der griechischen Tragödie, die eine Katharsis durch Schock herbeiführen will, stellt sich nicht ein, zumal die Tragik in der griechischen Tragödie in der Regel keine selbst verschuldete ist.

Indem auch in den Expertengrafiken die globale Perspektive eingenommen wird, erscheint die Erde als ein »Gegenstand der Kontemplation, losgelöst von der Sphäre des Erlebens«.<sup>575</sup> Die gottgleiche und globale Perspektive wird in diesem Prozess mit den globalen Klimazukunftsbildern selbst naturalisiert. Sie lässt die Betrachter der globalen Andachtsbilder jedoch mit einem Gefühl größtmöglicher Ohnmacht und apokalyptischen Assoziationsräumen angesichts ihrer eigenen Handlungsfolgen zurück.

Im bereits zitierten Essay Roland Barthes' zur Rhetorik der Bilder prägte dieser im Zuge einer Betrachtung von dokumentarischen Fotografien den Begriff der Schockbilder (Schockfotos). Er folgerte, dass Schockbilder die Aufmerksamkeit ihrer Betrachter bündeln, ohne dass diese weiter über das Dargestellte reflektieren. Dies resultiere aus dem Umstand, dass die Betrachter schockierender Bilder sich selbst in einer sicheren Situation befänden. Aus diesem Grund hätten, so Barthes, die meisten Schockfotos überhaupt keinen Effekt.<sup>576</sup>

Damit stellt sich die zentrale Frage, ob Bilder des Klimawandels im Stil der brennenden Welten nur zu einer unreflektierbaren Ohnmacht und Unvorstellbarkeit führen können, die eher mit Gefühlen der Entmächtigung einhergehen, oder ob diese aufgrund ihres Schockeffekts im Gegenteil nicht doch auch Handlungen bewirken können. Erste Studien, die auch qualitativ untersuchen, welche Bilder im Kontext von Klimawandelkommunikation zu einem Bewusstseinswandel oder zum Handeln führen, legen nahe, dass bedrohliche Bilder ganz generell in diesem Kontext zwar zu einer ersten Aufmerksamkeit führen, dann jedoch keine Handlungen nach sich ziehen.<sup>577</sup> Inwiefern lokale Bilder von Regionen eine größere Wirkung auf Menschen haben, die in diesen Regionen wohnen oder sich mit ihnen identifizieren, wird ebenfalls zurzeit untersucht.<sup>578</sup>

Die Bilder zeigen, wie Visualisierungstechnologien, Donna Haraways Diskussion folgend, »die Trennung von Wissensubjekt und Wissenobjekt vorangetrieben haben, infolgedessen die Verantwortungsfähigkeit vernachlässigt wurde.« Der Blick von

nirgendwo entspricht jedoch keiner neutralen Position. »Dieser Blick«, so Donna Haraway, »schreibt sich auf mythische Weise in alle markierten Körper hinein und verleiht der unmarkierten Kategorie die Macht zu sehen, ohne gesehen zu werden sowie zu repräsentieren und zugleich der Repräsentation zu entgehen. Konsequenz dieser unmarkierten Position (des Weißen und des Mannes) ist es, sich für mögliche Folgen nicht verantworten zu müssen.«<sup>579</sup> Es geht darum, innerhalb des Spatial Turns oder der Raumwende die angeblich ort- und körperlosen Blicke zu situieren, aber auch die Gemachtheit der Bilder in den Blick zu nehmen.

### Kosmogramme des »Anthropozäns«?

Die Fotografie des Blauen Planeten wurde als ein »ikonischer Moment in der Geschichte der Raumfahrt« und als »paradigmatischer Moment« beschrieben. Gleichzeitig verharrt das Bild im Status einer absoluten Metapher (Hans Blumenberg), hinter die eine Betrachtung nicht zu gelangen vermag. Genauso wie »die Erde«, »die Zukunft« oder »der Klimawandel« Großkonzepte sind, die nur mit dem Bild einer Metapher begriffen und vorgestellt werden können (oder als »Hyperobjekte«, wie Timothy Morton den Klimawandel fasst), sind auch die roten Planeten, betitelt als »brennende Welten«, absolute Metaphern in diesem Sinn. Wie das Foto des Blauen Planeten von 1972 markieren auch die brennenden Weltbilder einen ikonischen Moment in der Geschichte der Erde, indem sie die Zukunft visualisieren.

Doch im Vergleich der roten Weltkarten zum Blauen Planeten hat sich ein fundamentaler Wandel vollzogen. Das Bild des Blauen Planeten erhielt die Vorstellung am Leben, dass die Erde aufgrund ihrer Verletzlichkeit geschützt werden und unberührt bleiben könne und müsse. Nunmehr greift jedoch eine neue Weltsicht, nämlich die Weltsicht eines Zeitalters der Menschen, des »Anthropozäns«, das in den roten Weltkarten ihr ikonisches Gegenbild zum Blauen Planeten erhält.

Um kritisch ermessen zu können, was die Erkenntnisse der Klimaforschung im Rahmen einer heutigen Weltsicht wie der des »Anthropozäns« bedeuten, sollen die neuen globalen Datenbilder der *Burning Worlds* abschließend probeweise als *Kosmogramme* diskutiert werden. Diesen Begriff machte der Anthropologe und Wissenschaftshistoriker John Tresch wieder fruchtbar für gegenwärtige Fragestellungen.<sup>580</sup> Als Kosmologie wird eine bestimmte Weltsicht bezeichnet, die Auskunft über das Schicksal der Welt als Ganzes gibt. Oftmals integriert sie astronomische Beobachtungen und Messungen in eine universelle Erzählung des Kosmos. Die Lehre vom Kosmos erzählt nicht nur vom Ursprung und Beginn der Welt und des Universums, sondern auch von ihrem Ende – wobei das Ende der Erde das Ende aller Kosmologien bedeutet. Ein Kosmogramm wiederum ist eine schematische Figur, die eine Kosmologie darstellt. Sie ist oftmals für eine meditative, kontemplative Verwendung gedacht. Auch wenn die Datenkarten der Klimatologie nicht für einen meditativen Gebrauch gedacht sind, ist es fruchtbar, hier zu einer kosmologischen Perspektive zu wechseln. Betrachtet als Kosmogramme, erscheinen die roten Klimakarten als »materialisierte Kosmologie«.<sup>581</sup> In den zwei Jahrzehnten, seitdem diese Bilder immer wieder aus neuen Klimadaten erzeugt wurden, sind sie es, die eine globale Signatur des ›Anthropozäns‹ zutage gebracht haben. Wie die Gemälde vom Letzten Gericht gründet die neue Kosmologie des Menschenzeitalters auf einer vom Ende her gedachten anthropozentrischen Weltsicht.

Die roten globalen Klimakarten materialisieren das anthropozentrische Weltbild als Kosmogramme des Anthropozäns, jenem Begriff, der im Kontext der Geologie aufkam. Wenn dieser Begriff gegenwärtig nicht nur von den Naturwissenschaften diskutiert wird, sondern oftmals euphorisch von zahlreichen Vertretern der Geisteswissenschaften übernommen und in seinen Implikationen erprobt wird,<sup>582</sup> stellt sich jedoch die Frage, was es bedeutet, wenn mit diesem Begriff unterschiedliche Menschen zur Menschheit global vereinigt werden, um die mächtige Rolle

der Verursachung als Thema der Menschheit und nicht z. B. der Industrienationen allein zu thematisieren. Die Anhänger dieses Denkrahmens laufen dann Gefahr den »God Trick« zu reinszenieren, womit Donna Haraway die Stellung des wissenschaftlichen Blicks als Fetisch benannte, mit dem sich Menschen in eine übergeordnete Position von Macht und Objektivität imaginieren, was ihnen erlaubt, weiterhin die Kontrolle behaupten zu können. Das *Menschenzeitalter* stellt so gesehen ein neues anthropozentrisches Narrativ dar, das situiertes Sprechen ins globale »Wir« der »Spezies Mensch« auflöst, indem es von einer geologischen Bestimmung für Erdzeitalter zu einer allgemeinen Bezeichnung für die Folgen eines bestimmten Lebensstils auf dieser Erde erhoben wird. Gleichzeitig wird dem Menschen die Rolle eines Gärtners und Managers der Erde zugewiesen, der sich um das System Erde kümmern muss – eine Rolle, die das bereits skizzierte Argument einer gewissen Nähe von Visioneering und Geo-Engineering erneut bedenkenswert erscheinen lässt. In der Vorstellung »des Menschen« als geologischem Faktor im Anthropozän werden mithin sehr unterschiedliche Menschen zu einer Menschheit zusammengefasst, deren sehr unterschiedliche Anteile an den Einwirkungen auf die Erde dann nicht mehr eignen differenziert werden müssen.

Aus diesen Gründen gibt es inzwischen viel Kritik am Begriff des Anthropozäns.<sup>583</sup> Donna Haraway hat beispielsweise deutlich gemacht, wie die alten Kategorien Mensch und Natur sowie Subjekt und Objekt mit der Vorstellung eines »Menschenzeitalters« kaum verschoben werden. Denn ein Kernproblem besteht darin, dass innerhalb des anthropozentrischen Denkens jene Probleme produziert wurden, die nun im Anthropozän wirksam werden. Die anthropozentrische Perspektive bleibt der Denkrahmen, aus dem dieses Narrativ nicht herausführt. Der Begriff Anthropozän vermag es nicht, auch wenn er einen gewichtigen Sachverhalt an der neuen Dimension der menschlichen Einwirkungsintensität heute benennt, gleichzeitig die eigentlichen Verursacher klar zu markieren. Sollen Zeitalter jenseits der Geologie benannt werden,

wären deshalb Begriffe wie das Kapitalozän sinnvoller. Denn diese skizzieren nicht die geologischen Wirkungen menschlicher Taten als Allmachtsabdruck »des Menschen«, sondern erlauben, politische Ursachen für die Intensität dieser Eingriffe zu fassen. Im Gegensatz dazu vernebelt das Wort Anthropozän die Verhältnisse zwischen Ross und Reiter des Kohlenstoff verbrennenden Zeitalters. Dies gilt im Übrigen auch für den Begriff Klimawandel. Die »Burning World« wird zur Ikone des »Fossil Fuel Burning Man«, also des fossile Brennstoffe verbrennenden Menschen.

Der Begriff der Kosmogramme vermag hier zu verdeutlichen, dass die roten Weltbilder des Anthropozäns eine Scharnierstellung zwischen Ideogrammen, also dem Sinn-Sehen eines Denkstils (Ludwik Fleck), und Interpretationen von Wirklichkeit einnehmen. John Tresch folgend, sind Kosmogramme Praktiken visueller Welterzeugung. Sie produzieren universelle Vorstellungen zwischen Ordnung und Chaos, Zukunft und Herkunft. Tresch verdeutlicht, inwiefern »materielle Kosmologien [...] den Weg [bereiteten] für kulturelle Kontakte. Die westliche Wissenschaft war kein neutrales »Werkzeug des Imperiums«, das wertfreie Fakten für das Erreichen von utilitaristischen Zielen nutzte; sie brachte kulturell spezifische Werte mit sich [...] und wollte die Weltkarte neu zeichnen, in metaphysischer wie in geographischer Hinsicht.«<sup>584</sup> Sie sind einerseits höchst konstruiert, da sie ohne die Technosphäre aus Daten, Computern, Simulationen, Konventionen und Institutionen nicht hätten hervorgebracht werden können. Andererseits sind sie jedoch nicht als »bloße Konstruktionen« abzuwerten, da sie im Zuge dessen, was heute innerhalb der wissenschaftlichen Methoden möglich ist, Aussagen mit Wirklichkeitsbezug treffen. Schließlich beeinflussen Kosmogramme, wie die Wirklichkeit gesehen wird und wie dann mit der Wirklichkeit umgegangen wird.

Entziffert als Kosmogramm platziert die heutige Klimaforschung die Erde im folgenden kosmologischen Narrativ, das die Struktur eines Triptychons aufweist. Es erinnert in dieser Struktur an den im vorherigen Kapitel bereits angeführten dreiflügeligen



Abb. 104: Film-Still aus *Another Earth* mit einer Zwillingserde am Himmel,  
Regie: Mike Cahill, 2011.

Altar von Hans Memling, wenngleich es auch Differenzen gibt. Paradies (Abb. 93): Der Blaue Planet ist die Erde, von der wir kommen. Er ist das Bild der Erde, zu der wir niemals zurückkehren können. Gleichzeitig erhält das Bild des Blauen Planeten die Hoffnung auf die zukünftige Lösung aller Probleme am Leben – wenn die Menschheit ihren schädlichen Lebensstil radikal verändert. Endgericht (z. B. Abb. 85): Das zweite Bild sind die zahlreichen Grafiken und Karten der Gegenwart, die die Klimaforscher laufend fortzeichnen. Diese Bilder benennen die Folgen der Industrialisierung sowie die Ursachen, also die ökologischen Sünden und Sünder. Sie machen die Inventur aller Schäden, sichern und lesen die Spuren des menschlichen Abdrucks auf dem Gesicht der Erde. Die Erde ist bereits so sehr verändert, dass die Zukunft ihren Schatten auf die Gegenwart wirft. Die Verdammten (z. B. Abb. 99 oder 100): Der rechte Flügel des Klappaltars entspricht den roten Zukunftsweltkarten, am deutlichsten in den Szenarien ungebremsten CO<sub>2</sub>-Ausstoßes als Worst-

case-Szenarien des Business-as-usual. Interessanterweise unterliegt die Enzyklika aus dem Jahr 2015 mit dem Titel *Laudato Si – Über die Sorge für das gemeinsame Haus* von Papst Franziskus eben dieser erzählerischen Struktur.

Am Beginn dieses Kapitels stand die Arbeit *The Whole Earth* des Künstlers Christoph Keller. Sie wurde im Rahmen einer Umkehrung der Perspektive durch die Fotografie der *Blue Marble* diskutiert, bei der ein künstlicher Blick aus dem All auf die Erde die umweltliche Perspektive ersetzt. Eine andere Umkehrung findet sich in dem US-amerikanischen Science-Fiction-Film-drama *Another Earth* von Mike Cahill (2011), dessen Drehbuch er gemeinsam mit der Hauptdarstellerin Brit Marling schrieb. Hier erscheint eine zweite Erde am amerikanischen Himmel. So gegenwärtig wie der Mond gehört der Blick auf die Erde am Himmel zum alltäglichen Blick der Erdbewohner (Abb. 104). *The Whole Earth* wird also aus der Umwelt der Menschen zurück in den Himmel projiziert. Der Blaue Planet ist kein Foto aus dem Weltall mehr, sondern eine vom Standpunkt der Erde aus mit eigenen Augen erfahrbare Wirklichkeit. Wie der Blaue Planet ist diese zweite Erde von lebendigen Wolkenbändern und ihren Wirbeln umhüllt. Als es der ebenso fiktionalen US-amerikanischen Präsidentin endlich gelingt, Kontakt zu der zweiten Erde aufzunehmen, wird klar, dass dieser Planet nicht nur genauso aussieht wie die Erde, sondern bis ins letzte Detail der Erde identisch ist. *Another Earth* ist der eineiige Zwilling der Erde. Er hat dieselbe Erdgeschichte, aber auch dieselbe Kultur- und Herrschaftsgeschichte mitsamt allen Problemen bis hin zu den Lebensläufen der dort lebenden Individuen. Jeder Mensch besitzt einen Zwilling auf dem fernen Planeten.

Die Fiktion einer Erd-Dublette am Himmel ist für die hier diskutierte Frage interessant, da sie einmal nicht – wie die großen Science-Fiction-Filme bislang – die elitäre Möglichkeit von alternativen Lebensräumen im Weltall bemüht, zu denen sich eine auserwählte Menschengruppe vom ruinierten Planeten flüchten kann. Stattdessen erzählt der Film anhand der

doppelten Anordnung der Erde eine Geschichte höchst individueller, psychologischer Probleme von Schuldgefühlen, die schließlich über die »Erde 2« gelöst werden.

Am Beispiel der am Horizont der Erde auftauchenden *Another Earth* lässt sich eine zentrale Rolle von Kosmogrammen verdeutlichen. Sie sind Horizonte, auf die hin die Zukunft vorgestellt, von denen aus diese Zukunft aber auch geprägt wird. Eine kosmogrammatische und kulturelle Lesart wissenschaftlicher Bildwelten entfaltet deshalb folgende Notwendigkeit: Es ist unerlässlich, andere Kosmogramme zu finden, die eine Alternative zu den wissenschaftlichen Karten darstellen. Denn die wissenschaftlichen Bilder weisen notwendigerweise weiße Flecken auf, die von der Wissenschaft alleine nicht gefüllt werden können. Neben die messtechnisch-rationale Inventur vergangener, gegenwärtiger und zukünftiger Erwärmungskarten müssen andere Wege treten, andere Kosmogramme, die die Zukunft und Gegenwart erzählen, denken und vorstellen lassen. Neben die globalen Kosmogramme müssen Vorstellungen treten, die lokal oder global, dabei ebenso religiös, politisch oder kulturell sein können. Dringend benötigt wird eine Vielfalt von Bildern, Metaphern und Narrationen, die unterschiedliche kulturelle Bedeutungsebenen erzeugen, auf denen das Schicksal des Blauen Planeten in Anbetracht der klimatischen Gewalt verhandelt werden kann. Denn indem man Lösungen *ausschließlich* auf dem Feld oder doch unter dem Primat der Naturwissenschaft sucht, lassen sich jene Deutungsrahmen nicht durchbrechen, die es um der Möglichkeit neuer Sichtweisen willen unbedingt zu verlassen gilt.

## Ästhetik des Wissens, Ästhetik des Handelns? Fazit für eine Praxis der Bilder

Im Sommer 2016 verbreitete sich eine Klimagrafik »viral«, die einen ganz neuen Rahmen für die Präsentation von Klimadaten lieferte. Die *Climate Spiral* stellt die global gemittelten Temperaturdaten des Datensets *HadCRUT4.4* von Januar 1850 bis März 2016 in einer vollkommen neuen Weise dar. Während die historischen Temperaturdaten bislang immer als Kurvengrafik auf der potenziell endlosen Horizontlinie eines Zeitstrahls visualisiert wurden, basiert die *Climate Spiral* auf der Form eines Kreises. Zudem ist sie animiert – die Entwicklung der Temperaturdaten in Form einer sich von der Mitte her entwickelnden Spirallinie zu betrachten, dauert knappe fünfzehn Sekunden.

Die erste Version einer kreisförmigen Klimagrafik erstellte der Klimaforscher Ed Hawkins vom britischen National Centre for Atmospheric Science. Er publizierte die Klimaspirale auf seinem Twitter-Account, von dem aus sich diese international verbreitete. Die Veranstalter der olympischen Sommerspiele in Rio de Janeiro integrierten die Grafik noch im selben Jahr in die globale Symbolpolitik ihrer Eröffnungszeremonie, wohl einem der weltweit größten Foren für die Verbreitung eines Bildes. Seither wurde diese neue Form der Anordnung von Klimadaten auch für andere Klimadatensätze verwendet wie etwa für die Verringerung des Meereises oder den Anstieg von CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre. Es sind wiederum die Emissionen von CO<sub>2</sub>, die am Potsdamer Institut für Klimafolgenforschung, dem Vorbild folgend, ebenfalls in eine Kreisform gebracht wurden (Abb. 105).

Anhand dieser Grafik kann die visuelle Rhetorik herausgearbeitet werden, die die eigentlich simple Umstellung von Kurvenform auf Kreisdiagramm für die Datensätze des Klimawandels bedeutet. Der in der Grafik dargestellte Zeitraum von

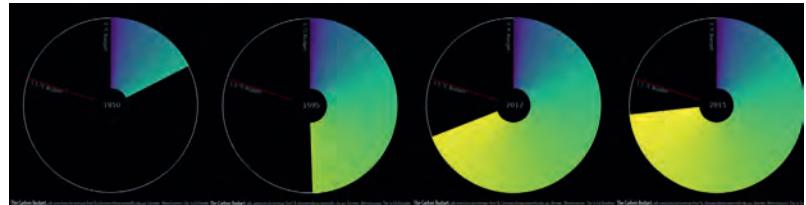


Abb. 105: Zeitlicher Aufbau der animierten *Climate Spiral* mit dem Titel Carbon Budget, welche die wachsenden globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen von 1850 bis 2016 zeigt. Die spiralförmige Ansicht verdeutlicht das Ursache-Wirkungs-Verhältnis von CO<sub>2</sub>-Emissionen und Temperaturanstieg. Robert Gieseke, Potsdam Institut für Klimafolgenforschung, 2016.

166 Jahren ist wie auf dem Ziffernblatt einer Uhr kreisförmig als Polardiagramm angeordnet. Die Assoziation einer Uhr wird noch verstärkt durch die Markierung des Startpunkts als lila Strich, der auf die Position von null Uhr bzw. die ersten Messungen im Jahr 1850 weist und mit dem Limit »2°Celsius Budget« beschriftet ist. Beim Start der Grafik beginnt sich ein Strich zunächst langsam, dann jedoch immer schneller im Uhrzeigersinn über die Kreisfläche zu bewegen, dabei füllt sich die Kreisfläche hinter dem Strich farbig; bei ungefähr neun Uhr stoppt der Zeiger kurz vor der Markierung »1,5°C Budget«. Die bunt gefüllte Fläche entspricht dem bis zum Jahr 2015 bereits verbrauchten CO<sub>2</sub>-Budget. Es liegt in der Logik des im Hintergrund liegenden Uhrenschemas, das mit der Ausrichtung der Grafik auf die Zwölf-Uhr-Marke als Ende angedeutet ist, dass die Zeit, die tatenlos verstreicht, eine existentielle Bedeutung hat. Zudem wird in der Beschleunigung des Zeigers deutlich, wie sehr der CO<sub>2</sub>-Verbrauch in den letzten zwanzig Jahren rasant zugenommen hat, was ein Bremsen umso unwahrscheinlicher erscheinen lässt. Es ist diese Botschaft, die die bisherige Anordnung der Daten in einer linear verlaufenden Kurve nicht auf diese Weise zuzuspitzen vermochte. In der

Verbindung von Uhr und Kurve wird aus der Darstellung der vergangenen Zeit und der kurzen, noch verbleibenden Zeitspanne die frappierende Erkenntnis überdeutlich, dass für die Erreichung des politisch beabsichtigten 2-Grad-Zieles allein die sofortige Drosselung aller Treibhausgas-Emissionen bleibt. Selbst ein Ausstieg in den kommenden fünf Jahren wird bereits zur Erwärmung um 2 Grad Celsius führen.

### Beispiele einer guten Praxis

Es stellt sich nun allerdings die Frage, ob man mit der Grammatik wissenschaftlicher Datenbilder überhaupt weiter gelangen kann, als es die beeindruckende Bildfindung der Klimaspirale vermag. Die verschiedenen Klimaspiralen sind in der Tat ein neuer und prägnanter Versuch, in der Sprache von Datengrafiken weitere visuelle Überzeugungsformen und Evidenzen zu produzieren. Aber was für Bilder müssen auf der Grundlage derartiger Forschungserkenntnisse im Kreuzungspunkt von Naturwissenschaft, Ökonomie, Politik, Gesellschaft und Kultur noch hergestellt werden, damit die vermittelte Dringlichkeit auch zum Umdenken führt, zum Handeln und letztlich zur Transformation der Industriegesellschaften in Gesellschaften, die ihr Verhältnis zur Ökologie neu bestimmen und alternative Produktions- und Konsummuster entwickeln? Während die Klimawissenschaft ihre Erkenntnisse bereits in vielen Fällen erfolgreich und eindrucksvoll zum Sprechen gebracht bzw. visualisiert hat – die Beispiele in diesem Buch belegen dies –, ist es der Bereich von Kultur und Gesellschaft, in welchem andere Imaginationen gesucht werden müssen, die diese Erkenntnisse einbeziehen. Hier möchte ich einige der bereits existierenden Ansätze schlaglichtartig benennen, die eine eindrückliche und plastische Übersetzung in Kunst und Kultur bereits versuchen zu leisten – wobei die Aktivitäten im Moment noch ungebündelt und unabhängig voneinander stattfinden.

So kann sich jeder beim Berliner Climate Culture Communication Lab (CCC-Lab) für Kurse anmelden, die Kommunikationskonzepte für die »Große Transformation« entwickeln. In ihrer Kursbeschreibung führen die Veranstalter an, es ginge darum, neue Metaphern, Symbole und Bilder für Narrationen über Klimakulturen und nachhaltige Produktions- und Lebensweisen zu entwickeln. Dies wollen sie mit Szenario-Methoden erreichen, die sie mit verschiedenen Medienformaten wie AV-Spots, Podcasts, Animationen, Infografiken, Fotodokumentationen, Blogs, Social Media Posts sowie Events verbinden. Die Broschüre führt an, dass transformierende Ideen nur dann wirksam seien, wenn Leitideen in »Metaphern, Ritualen und visuellen Sprachbildern öffentlich immer wieder reproduziert werden.« In den Jahren, in denen ich mich mit unterschiedlichen Personen aus den Bereichen Klimaforschung, Kommunikation, Gestaltung, Kunst, Kultur, Kunstgeschichte, Medienwissenschaften, Philosophie, Öffentlichkeitsarbeit, Bildung, Environmental Studies und Journalismus unterhalten habe, war es immer wieder diese Forderung, die geäußert wurde: Es brauche neue Leitbilder und neue Narrative, die das Wissen der Forschung in die Gesellschaft »übersetzen«. Das CCC-Lab steht mit dieser Forderung stellvertretend für eine Vielzahl von Akteuren, die in zahlreichen Formaten alternative Vermittlungsmöglichkeiten und Narrative erproben und entwickeln.

Bedenkenswert ist auch, was die unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen für Beiträge leisten. Auch diese gilt es zusammenzutragen. Eine Religionswissenschaftlerin fasste zusammen, wie die Kirchen sich inzwischen gezielt vom apokalyptischen Narrativ abwenden, welches sie selbst – historisch betrachtet – begründet haben. Anstatt Ohnmacht wollen sie Hoffnung erzeugen und zu Handlungen im eigenen Umfeld aktivieren; die Enzyklika *Laudato Si' - Über die Sorge für das gemeinsame Haus* von Papst Franziskus begründet diesen umfassenden Handlungsappell in Anbetracht von Umweltschäden und Klimawandel aus dem Christentum heraus, Leitbild ist Franziskus von Assisi.

Auch der Blickwinkel der Erziehungswissenschaften ist beachtenswert. Eine Forscherin aus der Pädagogik fand durch Umfragen heraus, wie »uncool« es unter Jugendlichen in Österreich sei, sich mit »dem Klimawandel« zu befassen. An veganen Lebensstilen oder sozialen Projekten der Nachhaltigkeit seien sie aber sehr wohl interessiert. Deshalb sei es möglicherweise besser, nur indirekt vom Klimawandel zu sprechen. Aus der Soziologie und dem Marketing abgeleitete Perspektiven wiederum versuchen maßgeschneiderte Klimawandelkommunikation in Anbetracht von unterschiedlichen Wertesystemen einzelner Personengruppen zu entwickeln, da sie verstanden haben, dass es eine universelle Kommunikationsstrategie, die für alle passt, – oder das *eine Bild* – nicht geben kann. Forscher aus der Kulturgeografie und der postkolonialen Theorie betonen, wie wichtig es sei, die vereinheitlichenden, globalen Perspektiven durch lokale zu ergänzen oder sogar zu ersetzen. Sie fordern deshalb auch lokale anstelle von globalen Bildern.

Bei der Suche nach neuen Formaten für die Klimawandelkommunikation ist das Simulationstheaterprojekt *Klimapolitik* der Theatergruppe *Rimini Protokoll* zu erwähnen. Die Gruppe inszenierte ein interaktives Theaterstück, bei dem Besucher beispielsweise die Rolle von UN-Unterhändlern einnehmen müssen, um Entscheidungen für ihr Land mit anderen auszuhandeln, wobei ein Effekt des Simulationsspiels darin besteht, dass das abstrakte Thema des Klimawandels sich in der Spannung von Wissen, Betroffenheit und Handlungsmacht tiefgreifender vermittelt; dieses Theater wird nun als Simulationsspiel für Schulen umgesetzt. Auch unter dem Aspekt der Simulation wurden in den letzten Jahren zahlreiche Computer-Planspiele entwickelt, bei denen die Komplexität einer Klimapolitik als *Serious Game* erfahrbar wird (z.B. *Climate Challenge*) sowie Spiele, die das Klima als Akteur in die Spielebedingungen einbinden (*Eco*). Mittels digitaler Medien werden zudem vielfältige Inszenierungen erprobt, beispielsweise in Form von »Klimatheatern« wie der *Climate Change Theatre Action* an der Arizona

State University oder aber das Klimahaus Bremerhaven 8° Ost, das unterschiedliche Klimazonen im direkten Vergleich körperlich erlebbar macht; außerdem gibt es Versuche, mittels alternativer Bildsprachen wie Zeichentrick und interaktiven Story-Telling-Formaten die Komplexität der Klimawandelerkenntnisse für ein leichteres Verständnis herunterzubrechen und dabei auf die wissenschaftliche Sprache vollkommen zu verzichten (z.B. die Filme der Climate Media Factory aus Potsdam); von der Idee des Comics als alternativer »Leichtsprache« war wohl der vom Wissenschaftlichen Beirat der Bundesregierung publizierte Band *Die große Transformation* (2013) geleitet. Hierbei handelt es sich um eine Graphic Novel für deutschsprachige Leser, in der Wissenschaftler aus Klimaforschung, Ökonomie, Politikwissenschaft und Recht einzelne Aspekte des Klimawandels sowie Möglichkeiten der »großen Transformation« beleuchten; das US-amerikanische Buch *The Cartoon Introduction to Climate Change* aus dem Jahr 2014 nutzt ebenfalls die Sprache des Cartoons, um die Komplexität des Klimawandels zwischen Politik, Wissenschaft und Menschheitsgeschichte in einfachen Bildern zu fassen, hier jedoch mit humoristischen Anteilen; dass sich zahlreiche Künstler in ihren Arbeiten mit den Möglichkeiten, den Klimawandel zu denken und wahrzunehmen, befassen, zeigen die besprochenen Arbeiten in diesem Buch, die nur einen kleinen Ausschnitt aus einer vielfältigen Kunstpraxis darstellen. Der British Council initiierte bereits 2006 bis 2010 mit *Cape Farewell's Art & Climate Change* eine Plattform, die systematisch Künstler und Klimaforscher zusammenbrachte. Die Kunst agierte hierbei als alternative Sprecherin der Wissenschaft, um beispielsweise die Erkenntnisse bei der Erforschung von CO<sub>2</sub> in Eisbohrkernen in der Arktis und den dortigen Wandel künstlerisch erfahrbar zu machen. Die zahlreichen Kunstausstellungen, die den Klimawandel direkt zu ihrem Thema machten (und die im Einführungskapitel dieses Buches aufgelistet wurden), zeigen die große Hoffnung in die Imaginationskraft der Kunst; Autoren im vielfältigen Genre der spekulativen *Climate Fiction* schließlich

arbeiten seit Jahren eindrucksvoll an immer neuen literarischen Szenarien einer durch den Klimawandel veränderten Kultur und Gesellschaft.

Diese Beispiele stehen exemplarisch für das sehr kreative und heterogene Feld, das international vielfältige Blüten treibt, von denen ich vor allem die deutschen sowie einige europäische und US-amerikanische überblieke. Es zeigt, dass einerseits bereits zahlreiche, durchaus erfolgreiche Strategien entwickelt und erarbeitet werden, den Klimawandel vorstellbar und Fragen eines neuen Umweltbewusstseins sowie das Erfordernis einer Transformation denkbar zu machen. Gleichzeitig gibt es andererseits bislang keinen Ort, an dem die vielen Versuche im Sinne der guten Praxis gebündelt und geteilt würden.

Dem entgegen stehen jedoch die vorherrschenden, meist eingefahrenen Rahmungen des Themas in vielen Medien. Diese haben vielleicht auch etwas mit den festen Rubriken der Zeitungen zu tun, in denen eine angemessene Diskussion des im Spannungsfeld von Kultur, Natur, Wirtschaft und Politik zu verortenden Klimawandels nur schwer einen passenden Platz findet. Eine Rubrik wie »Wirtschaft und Umwelt«, die es für das Kultur-Natur-Hybrid des Klimawandels bräuchte, besitzt in Deutschland bislang nur *Die Tageszeitung* (taz). Dabei hat beispielsweise Michel Serres in seinem Buch *Der Naturvertrag* bereits 1990 verdeutlicht, dass die systematische Ausklammerung der ökologischen Folgen von menschlichem Handeln Teil einer systemischen Blindheit ist. Dem entgegen steht auch der Schulalltag, etwa in Deutschland, bei dem im Lehrplan das fächerübergreifende Thema Klimawandel nicht den Platz erhält, der eigentlich erforderlich wäre. Man kann heute zwölf Jahre die Schule besuchen und in keinem Fach einer Unterrichtseinheit zu diesem Themenfeld begegnen, von übergreifenden Fragestellungen ganz zu schweigen. Die gegenwärtigen Systemzwänge sind sehr stark, die Frage ist, ob neue Bilder gegen sie ankommen – und ob dies überhaupt neue Bilder des Klimawandelwissens sein müssen. Denn hinter dem anthropogenen Klimawandel verbirgt

sich nichts anderes als die Frage des ökonomisch-politischen Systemwandels.

### ›Klimawandel‹ oder ›Karbon-Chauvinismus‹ Neue Wörter und Wortbilder

Vielleicht muss man, wenn man nach neuen Bildern sucht, mit den Sprachbildern beginnen. Dass die begrifflichen Rahmungen jeweils andere Bildfelder aufrufen, zeigt eine Bildersuche mit der Suchmaschine *imageatlas.org*, welche die ersten zehn Ergebnisse von weltweiten Bildersuchmaschinen zum Vergleich nebeneinanderstellt. Hier scheinen die Differenzen von Begriffen und mit ihnen verknüpften Vorstellungen auf. Eine Suche nach *global warming* zeigt vor allem brennende Weltkugeln und von Rot dominierte Grafiken, eine Suche nach dem Begriff *climate change* zeigt Bilder, bei denen fruchtbare, grüne Böden in vertrocknete Wüstenböden übergehen. Menschen oder konkrete Orte sind in beiden Fällen nicht zu sehen.

Mit der Künstlerin Amy Howden-Chapman, die in ihren Arbeiten immer wieder die Begrifflichkeiten rund um den Klimawandel hinterfragt, habe ich mehrere Gespräche darüber geführt, durch welche anderen Begriffe die Worte *Klimawandel* und *Globale Erwärmung* ersetzt werden müssten. Denn der Begriff *Klimawandel* – den auch ich durch alle Kapitel dieses Buches immer wieder verwendet habe – trägt bereits das Problem in sich, nicht das passende Narrativ für das, was der Klimawandel bedeutet, bereitzustellen. Elisabeth Wehling hat dieses Bedenken, das aus der Metapherntheorie kommt, kürzlich wie folgt zusammengefasst:<sup>585</sup> Das Wort *Klima* steht für ein Abstraktum, es ist wenig greifbar. *Klima* ereignet sich in großen Zonen und Zeiträumen, es ist kein lokales Konzept des Hier und Jetzt. Auf diese Weise rückt das Problem eines gefährlichen Temperaturanstiegs in die Ferne. Der Begriff *Wandel* wiederum vermittelt keine Dringlichkeit, weil er nur bezeichnet, dass sich ein Zustand verändert. Ob

er sich zum Guten oder Schlechten verändert, lässt der Begriff jedoch offen, er kann sogar für einen grundsätzlich positiven Wert stehen, der dem Stillstand entgegengesetzt ist. Denn wie das Wort *Klima* ist auch das Wort *Wandel* abstrakt und neutral. Für all jene, die aufgrund der Erhöhung der Temperaturen eine Verschlechterung ihrer Situation erleben, sei dieser Begriff, so Wehling weiter, »fatal«, denn die geografisch unterschiedlichen Auswirkungen der Erwärmung werden durch den Begriff nicht fassbar. Zudem ist das im Begriff verwendete Verb »sich wandeln« reflexiv – es benennt keine Akteure, keine Verursacher – wie auch die Wörter Umwelt- oder Klimaschutz im Übrigen nicht benennen, was eigentlich geschützt werden soll – nämlich die Grundlagen für das Leben *der Menschen*. Der Begriff der *globalen Erwärmung* ist ebenfalls weder dringlich noch in seiner wörtlichen Bedeutung negativ, da er das Konzept des globalen Temperaturanstiegs als gleichmäßigen und daher harmlosen Anstieg von Temperaturen missverstehen lässt. Tatsächlich jedoch handelt es sich bei der globalen Erwärmung um die Zunahme von Extremwetterereignissen sowie um den gar nicht harmlosen Meerwasseranstieg von wenigen Metern und damit einhergehende Sturmfluten.

Alternative Begriffe für den Klimawandel sind bereits im Umlauf. In Deutschland kursierte lange das Wort *Klimakatastrophe*. Ersetzt wurde »Klimawandel« zudem teilweise durch *Klimakrise*, wobei auch dieser Begriff unpassend ist, da zum Charakteristikum der Krise gehört, dass sie vorübergeht. Andere Begriffe sind *violent climate change* (gewalttätiger Klimawandel) oder *slow violence* (langsame Gewalt). Daneben wäre aber auch an *Wetterchaotisierung*, *Klimaverschlechterung*, *Lebensgrundlagenzerstörung*, *CO<sub>2</sub>-cide* (CO<sub>2</sub>-Selbstmord), *Selbstverbrennung* (Hans Joachim Schellnhuber) oder *Wettermacherei* zu denken oder schließlich *Klimatransformation* – wobei all diese Begriffe mit dem Adjektiv »menschengemacht« komplettiert werden müssten. Da mit derartigen Begriffen wiederum alle Menschen undifferenziert gemeint sind, bieten sich andere Begriffe an, die

auf den Umstand hinweisen, dass die Verursacher nicht *die Menschen* sind, sondern die Menschen der Industrienationen mit ihrem CO<sub>2</sub>-intensiven Lebensstil. Der Begriff Kapitalozän versucht diesem Umstand gerecht zu werden. Bedenkenswert ist auch die Übertragung des älteren Begriffs *Carbon Chauvinism* auf den Klimawandel; heutige Karbon-Chauvinisten gibt es viele, ein mustergültiger Vertreter dieser Art fährt wohl einen SUV und fliegt viel, eine karbonchauvinistische Gesellschaft verbrennt Braunkohle.

In Anbetracht der Verharmlosungen, mit denen der Begriff Klimawandel einhergeht, muss konstatiert werden, dass dieser nicht dem positiven Denken entspringt, sondern dem Verdrängen unangenehmer und angstbelasteter Themen geschuldet zu sein scheint. So lässt sich fragen: Wieso wurde das im Deutschen zunächst eingeführte Wort der *Klimakatastrophe* nicht weiter verwendet? Liegt eine Begründung vielleicht in den in der Umweltpsychologie der 1980er-Jahre aufgebrachten Diagnosen, die die Beziehung der (westlichen) Menschen zu ihrer Umwelt psychopathologisch als gestört beschrieben? Die Störung kann etwa mit einer Borderline- oder Angststörung oder auch als narzisstische Störung erklärt werden, also als neurotische Flucht aus narzisstischer Ohnmacht in die Illusion narzisstischer Allmacht. Im Sinne eines systematischen Ausblendens von Risiken kann die gestörte Beziehung aber auch als aktive Spaltung verstanden werden. Und schließlich passt das Bild einer psychosomatischen Störung, bei der die Umweltkrise als etwas vom Selbst Getrenntes wahrgenommen wird. Die Fragen einer gestörten Beziehung der Menschen weniger zu ihrer Umwelt als zu ihren die Umwelt schädigenden Taten hat der Philosoph Günther Anders mit dem Begriff der Apokalypseblindheit benannt. Heute jedoch müsste man fragen, ob diese Blindheit wirklich eine anthropologische Konstante ist, die alle betrifft. Günther Anders schlug als Therapie vor, Streckübungen des Gefühls und der Vorstellungskraft zu machen, um die globale menschliche Wirkmacht über den Planeten denken und fühlen zu können.

Die Streckübungen gehen gegenwärtig aber in eine andere, weniger pathetische Richtung, insofern nicht allein vom menschlichen Akteur aus gedacht wird, sondern die Vernetzungen mit nicht menschlichen Subjektivitäten ins Denken einbezogen werden. Aus diesem Denken entsteht die radikale Forderung nach einer neuen ökologischen Verfassung, wie Michel Serres und Bruno Latour sie vorschlagen, eine Verfassung, die auch nicht menschliche Wesen wie Ozeane oder die Atmosphäre als rechtliche Subjekte in die Politik einzubeziehen hätte. Eine kameradschaftliche Vernetzung oder vielmehr eine Assemblage mit anderen Dingen und Spezies machen wiederum Donna Haraway mit ihrem Aufruf »making kin« (sich verwandtschaftlich verbinden) oder Anna Lowenhaupt Tsing mit ihrem Buch *Der Pilz am Ende der Welt* denkbar.

### Co-Designs oder Gegenbilder?

Braucht es nun mehr Bilder, weniger Bilder oder ganz andere? Ich denke, es braucht 1.) mehr Bilder: ein heterotopisches Pluriversum an Perspektiven, die nebeneinanderstehen; also sehr unterschiedliche Bilder, insbesondere aber spekulative Bilder über die Zukunft, die – zwar ausgehend von diesen – weit über die Zukunftsbilder der Wissenschaften hinausgehen. Statt weiterhin wie das Kaninchen auf die Schlange allein auf die bunten Bilder der Wissenschaft zu starren, gilt es, neben den Bildern der wissenschaftlichen Beurteilung einen Vorstellungsräum zu eröffnen, der im Modus der spekulativen Fiktion aufzeigt, was dieses Wissen für die Gesellschaften bedeuten kann. Wie beispielsweise sieht eine Gesellschaft aus, nachdem sie sich transformiert hat, und wohin soll sie sich transformieren? Wie sieht eine Zukunft ohne Wachstum aus oder eine Zukunft ohne einen an Profit gekoppelten technischen Fortschritt? Man kann nur staunen über die hier bestehenden Leerstellen in den herrschenden Viskursen, die in Bezug auf mögliche Zukünfte allein die bunten,

technisch möblierten Industrielandschaften der Energiewende zeigen, jedoch keinen System- oder Gesellschaftswandel.

Es braucht 2.) weniger Bilder: Bilder, die zu leeren Klischees erstarrt sind, müssen erneut in Bewegung versetzt werden. Dies betrifft vor allem die stereotypen Embleme gleichmachender Großerzählungen, die den sehr unterschiedlichen Umständen vor Ort nicht gerecht werden können. Dies würde auch bedeuten, die Skalierung der geologischen Tiefenzeit und des Anthropozäns in seinen politischen Auswirkungen zu hinterfragen. Es ist nämlich Effekt dieses Dimensionswechsels – von der Menschenzeit in die Zeit der Erde oder vom Lokalen ins Universale –, die Moral als Grundlage von Politik verschwinden zu lassen. Skalierungen wie der die Menschheit überschreitende Rahmen von Millionen Jahren sowie globale Dimensionen sind zwar faszinierend und können in produktiver Weise relativierend sein, sie lassen jedoch menschliche Sichtweisen und Beziehungen wie Politik, Soziales, Mitleid und Sorge im Raster der 300-km-Voxel oder in der Zeitspirale der Geologie verschwinden.

Es braucht 3.) aber auch andere Bilder, die der Erstarrung der bereits detailliert entwickelten globalen, objektivierten Top-Down-Perspektiven zugunsten einer Symmetrie mit lokalen Bildern entgegenwirken, was bedeutet: Es braucht vor allem Bilder von und mit anderen Akteuren. Ich möchte an dieser Stelle die transdisziplinär entwickelten Gedanken der philippinischen Kommunikations- und Klimawissenschaftlerinnen Inez Ponce de Leon und Charlotte Kendra Gotangco anführen, die herausarbeiteten, wie sehr die gegenwärtige Literatur zur Klimawandelkommunikation selbst vom Paradigma des Post-positivismus dominiert ist, das Antworten innerhalb von großen Skalierungen und Generalisierungen vor allem quantitativ sucht. Diese Erkenntnis ist gegenwärtig besonders relevant, da im Klimaabkommen von 2015 beschlossen wurde, das Feld der *Climate Services*, also neuer Institutionen und Unternehmen von »Klimadienstleistungen«, rasant auszubauen. Diese sollen die Ergebnisse der Klimaforschung in einer Weise transformieren,

die es erlaubt, dieses Wissen anwendbar zu machen und in lokale Politik und Praxis vor Ort zu implementieren.<sup>586</sup> Ansätze, die kritische Methoden benutzen, kämen in diesem Gebiet kaum vor. Die Forderung, die die beiden Autorinnen daraus ableiten, ist gewichtig. Es ginge darum, in diesem Bereich zu einem radikal transdisziplinären Dialog zu gelangen, indem man in der partizipativ-kreativen Form des Co-Designs zusammenarbeitet, mithin die betroffenen Menschen vor Ort einbezieht. Nur so ließe sich ernsthaft berücksichtigen, dass Kulturen unterschiedliche Verständnisse vom Klimawandel besitzen und dass das diesem Verständnis zugrunde liegende Wissen nicht starr ist, sondern sich entwickelt. Auf diese Weise könne man schließlich verstehen, wie eine Klimapolitik vor Ort durch kulturell-spezifische Sichtweisen behindert oder gefördert werden kann.

Dies bedeutet, dass die Deutungshoheit der postpositivistischen Paradigmen aufgegeben werden muss, damit andere Sichtweisen auf die Realität möglich werden. Wenn dies nicht geschieht, werden die Fragen weiterhin entlang bereits bekannter und gefestigter »Geländer« verlaufen, wie Hannah Arendt schrieb; es werden mithin nur solche Fragen gestellt, deren Antworten im bereits bestehenden Denkrahmen oder Paradigma der Fragen selbst liegen. Gerade weil die Zeiger der Klima-Uhren auf kurz vor zwölf stehen, muss endlich damit begonnen werden, andere Bilder zu schaffen, um die Zukunft, die in den Bildwelten der Klimaforschung sich andeutet, abzuwenden und zu gestalten. Denn aus bild- und medienwissenschaftlicher Perspektive wird deutlich, dass es keinen einfachen (harmlosen) Zoom, kein nahtloses *Downscaling* gibt, das, ohne zu ruckeln, von der Dimension der Satellitensicht und der Weltkarten in die Sicht vor Ort wechselt und dort zu einer Politik werden kann. Stattdessen muss bei diesem Prozess Sorge getragen werden, dass aus dem Zoom keine Top-Down-Lösungsansätze werden, die radikal asymmetrisch, d.h. aus einer virtuellen Überblicksperspektive heraus technokratisch darüber regieren, wie mit dem Klimawandel umzugehen

ist. Gegendesigns sind ein Mittel, um die Wirklichkeit mitzugestalten. Besser wäre es jedoch, diese anderen Sichtweisen ernst zu nehmen und in Form von Co-Designs systematisch einzubeziehen.

## Danksagung

Dieses Buch wäre ohne den intensiven Austausch mit zahlreichen Kollegen und Kolleginnen aus sehr unterschiedlichen Feldern nicht denkbar gewesen. Da es zudem das Ergebnis langjähriger Forschung ist, bin ich mehr Personen zu Dank verpflichtet, als ich hier nennen kann. In den bibliografischen Verweisen versuche ich diesem Umstand gerecht zu werden. An erster Stelle möchte ich das Team der Abteilung *Das Technische Bild* der Humboldt-Universität zu Berlin und Horst Bredekamp nennen. Während der Zusammenarbeit mit den Berliner Kolleginnen und Kollegen entstand die Idee zu diesem Thema, ihnen verdanke ich die erste Ermutigung zur Beschäftigung mit den Bildwelten des Klimas. Gleichzeitig wirkt in der Art meiner Beschäftigung mit dem Thema immer noch Friedrich Kittlers Frage nach, wie Medien die Wirklichkeiten, die sie darstellen, miterzeugen. Auch ihm möchte ich an dieser Stelle danken.

Außerdem danke ich den folgenden Personen für ihre intellektuelle Unterstützung, mit denen ich in unterschiedlichen Phasen der Forschung intensiv diskutieren durfte: Michael Böttlinger, Steffen Bogen, Rita Brara, Christoph Ernst, Jim Fleming, Georg Feulner, Gabriele Gramelsberger und allen Mitgliedern des DFG-Netzwerks *Atmosphere & Algorithms*, Sebastian Grevsmühl, Dehlia Hannah, Matthias Heymann, Amy Howden-Chapman, Mike Hulme, Martin Mahony, Simon Hirsbrunner, Sebastian Meier, Dieter Mersch, Christoph Rosol, John Tresch, Isabell Schrickel, Margarete Vörhinger und Gabriele Werner. Ganz besonders danke ich Thomas Nocke vom Potsdamer Institut für Klimafolgenforschung für seine über die Jahre nicht abreißenden Bereitschaft und sein Interesse, mit mir das Thema

der Klimabilder im Spannungsfeld von Geisteswissenschaften, Klimaforschung und Computergrafik zu erforschen; Lynda Walsh, von der ich so viel über Bildrhetorik gelernt habe und mit der ich den Gedanken »Scaling isn't innocent« nach einem gemeinsamen Stipendium am Rachel Carson Center for Environment and Society weiter entwickeln darf; Rasmus Slaattelid und allen Mitgliedern des *Go-Figure-Netzwerkes*, mit denen ich mich freue, Fragen zu Bildwelten des Klimawandels in Zukunft weiter zu verfolgen. Schließlich bin ich dem gesamten Team der Europäischen Medienwissenschaft der Universität Potsdam zu großem Dank verpflichtet. Die hier erfahrene unverzichtbare, vielfältige Unterstützung meiner Arbeit sowie das nie abreißende Interesse, Fragen zu diskutieren, sei dies innerhalb gemeinsamer Seminare, in der Regionalbahn oder zu anderen Gelegenheiten, haben mich sehr bereichert.

Zum Schluss will ich alle nennen, die mir bei der redaktionellen Fertigstellung des Buches geholfen haben: Rosaria Chirico für ihre ordnenden Gedanken, Lydia Kray und Desiree Förster für die Mithilfe beim Bildteil, Violeta Sanchez für das erste Lektorat, Lisa Hein für das Lektorat der Bibliografie, Ina Pfitzner für ihre Hilfe bei den Übersetzungen sowie natürlich dem Verlag Matthes & Seitz Berlin. Hier danke ich insbesondere Steffen Richter für sein produktiv kritisches Lektorat und Laura Fronterré für die grafische Umsetzung sowie Christin Krüger und Andreas Rötzer. Mein großer Dank gilt zudem der Fritz Thyssen Stiftung und der VolkswagenStiftung, die es mir im Rahmen eines langjährigen Dilthey-Fellowships überhaupt erst ermöglichten, meine Forschungen zu diesem Buch durchzuführen. Und ich danke John Bock, Jose und Linnart.

## Bibliografie

### A

**ACIA**, 2004. Impacts of a Warming Arctic: Arctic Climate Impact Assessment. ACIA Overview report. Cambridge 2004.

**Adorno, Theodor W.**: Ästhetische Theorie, Frankfurt a. M. 1972.

**Anders, Günther**: Die Antiquiertheit des Menschen 1. Über die Seele im Zeitalter der zweiten industriellen Revolution, München [1956] 1987.

**Apollo Flight Journal der NASA**, 4. Tag, Lunar Orbits 4, 5 and 6, publiziert auf <http://history.nasa.gov/>.

**Arendt, Hannah**: Vita activa oder vom tätigen Leben, München [1960] 1981.

**Aristoteles**: Physik. Vorlesung über die Natur, übersetzt und mit einer Einleitung und Anmerkungen von Günter Zekl, Bd. 2, in: Philosophische Schriften, Hamburg 1988, S. 219a–220a.

**Augé, Marc**: Orte und Nicht-Orte. Vorüberlegungen zu einer Ethnologie der Einsamkeit, Frankfurt a. M. 1994.

### B

**Barthes, Roland**: Rhetorik des Bildes (Rhétorique de l'image), in: Ders.: Der entgegenkommende und der stumpfe Sinn (L'obvie et l'obtus), Frankfurt a. M. 2005.

**Barthes, Roland**: Schockfotos, in: Ders.: Mythen des Alltags, Frankfurt a. M. 2006.

**Bateson, Gregory**: Ökologie des Geistes: Anthropologische, psychologische,

biologische und epistemologische Perspektiven (Steps to an Ecology of Mind), Frankfurt a. M. 1999.

**Baudrillard, Jean**: Agonie des Realen, Berlin 1978.

**Baumgarten, Alexander Gottlieb**: Theoretische Ästhetik: Die grundlegenden Abschnitte aus der Aesthetica, Hamburg 1988.

**BBC News**: Climate Scepticism >On the Rise<, BBC Poll Shows, veröffentlicht auf der Webseite der BBC am 7. Februar 2010, <http://news.bbc.co.uk/1/hi/8500443.stm>, zuletzt eingesehen am 17.11.2017.

**BBC News**: Climate legacy of »hockey stick«, 16.08.2004, <http://news.bbc.co.uk/1/hi/sci/tech/3569604.stm>, zuletzt eingesehen am 17.07.2017.

**Beck, Hanno (Hrsg.)**: Humboldt, Alexander von: Einleitende Vorbemerkungen über die geografische Verteilung der Pflanzen (Paris 1817), in: Ders.: Schriften zur Geographie der Pflanzen, Darmstadt 1989, S. 167–254.

**Beck, Hanno/Hein, Wolfgang-Hagen**: Humboldts Naturgemälde der Tropenländer und Goethes ideale Landschaft. Zur ersten Darstellung der Ideen zu einer Geographie der Pflanzen, Stuttgart 1989.

**Beck, Silke**: Climate Policy Objectives in the Contested Terrain of Scientific Policy Advice, Political Preferences,

and Rising Emissions, in: SWP Research Paper 2013/RP 05, June 2013.

**Beck, Silke/Geden, Oliver**: Renegotiating the Global Climate Stabilization Target, in: Nature Climate Change, September 2014, Vol. 4, S. 747f.

**Beck, Ulrich**: Weltrisikogesellschaft. Auf der Suche nach der verlorenen Sicherheit, Frankfurt a. M. 2008.

**Beck, Ulrich**: Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne, Frankfurt a. M. 2012.

**Benjamin, Walter**: Gesammelte Schriften, hrsg. von Rolf Tiedemann und Hermann Schweppenhäuser, Frankfurt a. M. 1991, Bd. I.

**Berghaus, Heinrich**: Physikalischer Atlas oder Sammlung von Karten, auf denen die hauptsächlichsten Erscheinungen der anorganischen und organischen Natur nach ihrer geographischen Verbreitung und Vertheilung bildlich dargestellt sind, Gotha 1838–1848.

**Bernhard, Karl-Heinz**: Alexander von Humboldts Arbeit über die isothermen Linien und die vergleichende Klimatologie, in: Lüdecke, Cornelia (Hrsg.): Deutsche Meteor. Ges. 2006.

**Bernhardt, Karl-Heinz**: Alexander von Humboldts Beitrag zur Entwicklung und Institutionalisierung von Meteorologie und Klimatologie im 19. Jahrhundert, in: Algorismus, 2013, Nr. 41, S. 195–221.

**Berque, Augustin**: Ecoumène: Introduction à l'étude des milieux humains, Paris 2000.

**Bertin, Jacques**: Graphische Semiology. Diagramme, Netze, Karten, Berlin 1974.

**Bertin, Jacques**: Semiology of Graphics. Diagrams, Networks, Maps, Madison, Wis. [1967] 1983.

**Bilandzic, Helena et al.**: Running Head: Emotions and Framing Effects in Climate Change Communication. Guilt, Fear and Optimism as Mediators of Framing Effects in Climate Change Communication, Manuscriptfassung, Paper submitted to the Annual Conference of the ICA, San Juan, Puerto Rico 2015.

**Blumenberg, Hans**: Die Genesis der kopernikanischen Welt, Frankfurt a. M. 1985.

**Blumenberg, Hans**: Lebenswelt und Technisierung unter Aspekten der Phänomenologie, in: Ders.: Wirklichkeiten, in denen wir leben, Stuttgart 1993, S. 7–54.

**Bogen, Steffen/Thürlemann, Felix**: Jenseits der Opposition von Text und Bild. Überlegungen zu einer Theorie des Diagramms und des Diagrammatischen, in: Patschovsky, Alexander: Die Bildwelt der Diagramme Joachims von Fiore. Zur Medialität religiopolitischer Programme im Mittelalter, Ostfildern 2003, S. 1–22.

**Böhme, Gernot**: Für eine ökologische Naturästhetik, Frankfurt a. M. 1993.

**Böhme, Gernot/Böhme, Hartmut**: Feuer, Wasser, Erde, Luft. Eine Kulturgeschichte der Elemente, München 1996.

**Böhme, Gernot**: Atmosphäre als Grundbegriff einer neuen Ästhetik, in: Ders.: Essays zur neuen Ästhetik, Berlin 2013, S. 21–48.

**Bölsche, Wilhelm**: Eiszeit und Klimawechsel, 10. Aufl., Stuttgart 1919.

**Börngen, Michael**: Heinrich Wilhelm Brandes (1777–1834). Erfinder der Wetterkarten, Leipzig 1817/1826, Leipzig 2017.

- Bovet, Philippe/Bauer, Barbara (Hrsg.):** Atlas der Globalisierung spezial – Klima, Le Monde Diplomatique, Berlin 2008.
- Bradfield, Ron et al.:** The Origins and Evolution of Scenario Techniques in Long Range Business Planning, in: *Futures*, October 2005, Vol. 37, S. 795–812.
- Brandes, Ernst:** Betrachtungen über den Zeitgeist in Deutschland in den letzten Decennien des vorherigen Jahrhunderts, Hannover 1808.
- Brandes, Heinrich Wilhelm:** Beiträge zur Witterungskunde. Geschichte der Witterung des Jahres 1783, Leipzig 1820.
- Brandes, Heinrich Wilhelm:** *Dissertatio physica de repentinis variationibus in pressione atmosphaerae observatis*, Leipzig 1826.
- Brasseur, Lee:** Visualizing Technical Information: A Cultural Critique. Amityville, New York 2003.
- Brasseur, Lee:** Florence Nightingale's Visual Rhetoric in the Rose Diagrams, in: *Technical Communication Quarterly*, 2005, 14 (2), S. 161–182.
- Bredekamp, Horst:** Die Erkenntniskraft der Linien bei Galilei, Hobbes und Hooke, in: Hüttel, Barbara et al. (Hrsg.): Re-Visionen. Zur Aktualität von Kunstgeschichte, Berlin 2002, S. 145–160.
- Bredekamp, Horst/Schneider, Birgit/Dünkel, Vera (Hrsg.):** Das Technische Bild. Kompendium zu einer Stilgeschichte wissenschaftlicher Bilder, Berlin 2008, S. 132–135.
- Bredekamp, Horst:** Die Erkenntniskraft der Plötzlichkeit. Hogrebes Szenenblick und die Tradition des Coup d'Oeil, in: **Bredekamp, Horst:** Blue Marble. Der Blaue Planet, in: Marksches, Christoph et al. (Hrsg.): *Atlas der Weltbilder*, Berlin 2011, S. 366–375.

- Brincken, Anna-Dorothee von den:** Studien zur Universalkartographie des Mittelalters, Göttingen 2008.
- Bromand, Joachim/Kreis, Guido (Hrsg.):** Was sich nicht sagen lässt. Das Nicht-Begriffliche in Wissenschaft, Kunst und Religion, Berlin 2010, S. 455–468.
- Bromme, Traugott:** *Atlas zu Alexander von Humboldt's Kosmos in zweihundvierzig Tafeln mit erläuterndem Texte*, Stuttgart 1851.
- Brown, Andrew (Hrsg.):** Art & Ecology Now, London 2014.
- Budde, Kai:** Johann Jakob Hemmer: Geistlicher, Sprachforscher, Physiker und Meteorologe, in: Bauer, Gerhard (Hrsg.): »Di Fernunft siget«: Der kurpfälzische Universalgelehrte Johann Jakob Hemmer, New York 2010, S. 13–38.
- C**
- Campbell-Kelly, Martin/Croarken, Mary/Flood, Raymond/Robson, Eleanor (Hrsg.):** *The History of Mathematical Tables. From Sumer to Spreadsheets*, Oxford 2007.
- Cannon, Susan Faye:** Science in Culture: The Early Victorian Period, New York 1978.
- Cappel, Alfred:** Das Wetter und seine Aufklärer. Johann Jakob Hemmer in Mannheim, in: *Photorin*, Januar 1986, Jg. 8, Nr. 10, S. 14–26.
- Card, Stuart:** *Information Visualization*, in: Sears, Andrew/Jacko, Julie A. (Hrsg.): *The Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies, and Emerging Applications*, Mahwah (N.J.) London 2003, S. 515–548.
- Cassirer, Ernst:** Das Symbolproblem und seine Stellung im System der

- Philosophie, in: Ders.: *Schriften zur Philosophie der symbolischen Formen*, Hamburg 2009, S. 93–111.
- CFACT (Committee for A Constructive Tomorrow),** <http://www.cfact.org/2013/08/18/time-to-praise-co2-the-miracle-gas/>, zuletzt eingesehen am 17.07.2017.
- Chang, Hasok:** Inventing Temperature. Measuring and Scientific Progress, Oxford, New York 2004.
- Christians, Heiko:** Gesicht, Gestalt, Ornament. Überlegungen zum epistemologischen Ort der Physiognomik zwischen Hermeneutik und Mediengeschichte, in: Deutsche Vierteljahrsschrift für Literaturwissenschaft und Geistesgeschichte, 2000, 74 (1), S. 84–110.
- Collini, Cosimo:** Über die Überschwemmung des Neckars bei Mannheim mit Beweisen und Erläuterungen, Mannheim 1790.
- Conrad, Victor:** Handbuch der Klimatologie, Bd. 1, Die klimatologischen Elemente und ihre Abhängigkeit von terrestrischen Einflüssen, Stuttgart 1936.
- Cook, John:** *The Scientific Guide to Global Warming Skepticism*, geposted im Dezember 2010, <http://www.skepticalscience.com/The-Scientific-Guide-to-Global-Warming-Skepticism.html>, zuletzt eingesehen am 17.07.2017.
- Crome, August-Friedrich-Wilhelm:** Allgemeine Uebersicht der Staatskräfte von den sämmtlichen europäischen Reichen und Ländern, Leipzig 1818.
- D**
- Daston, Lorraine:** Das Wunder und die Ordnung der Natur, Frankfurt a. M. 1998.
- Daston, Lorraine:** Wunder, Beweise und Tatsachen. Zur Geschichte der Rationalität, Frankfurt a. M. 2001.
- Daston, Lorraine/Gallison, Peter:** Objektivität, Frankfurt a. M. 2008.
- Debarbieux, Bernard:** The Various Figures of Mountains in Humboldt's Science and Rhetoric, in: *Cybergeo: European Journal of Geography*, Artikel 618, in: [www.cybergeo.revues.org/25488](http://www.cybergeo.revues.org/25488), zuletzt eingesehen am 17.07.2017.
- DeLuca, Kevin Michael:** Image Politics: The New Rhetoric of Environmental Activism, New York 1999.
- Demeritt, David:** Science Studies, Climate Change and the Prospects for Constructivist Critique, in: *Economy and Society*, 2006, 35 (3), S. 453–479.
- Desrosières, Alain:** *The Politics of Large Numbers*, Cambridge, Mass. [1993] 1998.
- Diederichsen, Diedrich/Franke, Anselm (Hrsg.):** *The Whole Earth California and the Disappearance of the Outside*, Berlin 2013.
- Dobrin, Sidney I./Morey, Sean (Hrsg.):** *Ecosee: Image, Rhetoric, Nature*, New York 2009.
- Douglas, Mary/Wildavsky, Aaron:** Risk and Culture: An Essay on the Selection of Technical and Environmental Dangers, Berkeley 1983.
- Dove, Heinrich Wilhelm:** Meteorologische Abhandlungen, Berlin 1837.
- Dove, Heinrich Wilhelm:** Über die geographische Verbreitung gleichartiger Witterungserscheinungen, Abh. Akad. Wiss., Berlin 1839, II. Teil.
- Dove, Heinrich Wilhelm:** Über die geographische Verbreitung gleich-

artiger Witterungserscheinungen, Abh. Akad. Wiss., Berlin 1852, V. Teil. **Dove, Heinrich Wilhelm:** Klimatologie von Deutschland nach den Beobachtungen des preussischen meteorologischen Instituts von 1848 bis 1872, Berlin 1874, Bd. Luftwärme.

**Dow, Kirsten/Downing, Thomas E.:** Weltatlas des Klimawandels, Karten und Fakten zur globalen Erwärmung, Hamburg 2007.

**Doyle, Julie:** Mediating Climate Change. Farnham 2011.

**Dunaway, Finnis:** Seeing Green: The Use and Abuse of American Environmental Images, Chicago 2015.

**Dünkel, Vera/Schneider, Birgit:** Rundbild und Augenblick, in: Wullen, Moritz/Ebert, Bernd (Hrsg.): Der Ball ist rund. Kreis, Kugel, Kosmos, Berlin 2006, S. 108–115.

## E

**Ebert, Johannes/Zell, Andrea (Hrsg.):** Klima Kunst Kultur. Der Klimawandel in Kunst und Kulturwissenschaften, Göttingen 2014.

**Edwards, Paul:** A Vast Machine: Computer Models, Climate Data, and the Politics of Global Warming, Cambridge, Mass./London 2010.

**Engels, Anita/Pansegrouw, Petra/Weingart, Peter:** Von der Hypothese zur Katastrophe: der anthropogene Klimawandel im Diskurs zwischen Wissenschaft, Politik und Massenmedien, Opladen 2002.

## F

**Fairfield, Osborn:** Our Plundered Planet, Boston 1948.

**Felsenthal, Carol:** Chicago's Heartland Institute, the Group Behind the Unabomber Billboard, in: Chicago Magazine, erstellt 14. Juni 2012, <http://www.chicagomag.com/Chicago-Magazine/Felsenthal-Files/June-2012/Chicagos-Heartland-Institute-and-its-Unabomber-Billboards/>, zuletzt eingesehen am 17.07.2017.

**Feulner, Georg/Nocke, Thomas/Schneider, Birgit:** Images and Graphs in Climate Skeptical Media, in: Schneider, Birgit/Nocke, Thomas (Hrsg.):

Image Politics of Climate Change. Visualizations, Imaginations, Documentations, Bielefeld 2014, S. 153–186.

**Fleck, Ludwik:** Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv, Frankfurt a. M. [1935] 1980.

**Fleming, Jim:** Picturing Climate Control Visualizing the Unimaginable, in: Nocke, Thomas/Schneider, Birgit (Hrsg.): Image Politics of Climate Change. Visualizations, Imaginations, Documentations, Bielefeld: Transcript 2014, S. 345–362.

**Fløttum, Kjersti/Dahl, Trine/Rivenes, Vegard:** Young Norwegians and their Views on Climate Change and the Future: Findings from a Climate Concerned and Oil Rich Nation, in: Journal of Youth Studies, 2016, 19 (8), S. 1128–1143.

**Foucault, Michel:** Überwachen und Strafen: Die Geburt des Gefängnisses, Frankfurt a. M. 1989.

**Foxnews:** America Crushed by the Snow and Ice of Global Warming, <http://nation.foxnews.com/global-warming/2011/02/03/america-crushed-snow-and-ice-global-warming>, zuletzt eingesehen am 17.07.2017.

**Fröhlich, Werner D. (Hrsg.):** Die verstellte Welt: Beiträge zur Medienökologie, Frankfurt a. M. 1988.

## G

**Gage, John:** Kulturgeschichte der Farbe: von der Antike bis zur Gegenwart, Ravensburg 1994.

**Gage, John:** Color and Meaning. Art, Science and Symbolism Oakland, Calif. 2000.

**Galloway, Alexander:** The Interface Effect, Cambridge 2012.

**Geden, Oliver:** Modifying the 2°C Target. Climate Policy Objectives in the Contested Terrain of Scientific Policy Advice, Political Preferences, and Rising Emissions, in: Stiftung Wissenschaft und Politik (SWP), Research Paper 2013/ RP 05, June 2013.

**Geiger, Ludwig (Hrsg.):** Goethes Briefwechsel mit Wilhelm und Alexander von Humboldt, Berlin 1909.

**Geuns, Steven Jan van:** Tagebuch einer Reise mit Alexander von Humboldt durch Hessen, die Pfalz, längs des Rheins und durch Westfalen im Herbst 1789, in: Köbel, Bernd/Terken, Lucie (Hrsg.): Beiträge zur Alexander-von-Humboldt-Forschung, Schriftenreihe der Alexander-von-Humboldt-Forschungsstelle, Berlin 2007, S. 67–314.

**Gibbons, Michael et al.:** The New Production of Knowledge. The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies, London 1994.

**Gibson, James J.:** The Ecological Approach to Visual Perception, New York [1979] 1986.

**Girtanner, Christoph:** Über das kantische Prinzip für die Naturgeschichte. Ein Versuch die Wissenschaft

philosophisch zu behandeln, Göttingen 1796.

**Glaser, Rüdiger:** Klimageschichte Mitteleuropas: 1200 Jahre Wetter, Klima, Katastrophen, Darmstadt 2008.

**Gloy, Karen:** Zeit. Eine Morphologie, Freiburg/München 2006.

**Goertz, Hans-Jürgen:** Unsichere Geschichte: Zur Theorie historischer Referentialität, Stuttgart 2001.

**Goody, Jack:** The Domestication of the Savage Mind, Cambridge u. a. [1977] 1990.

**Goreham, Steve:** Climatism! Science, Common Sense, and the 21st Century's Hottest Topic, New Lenox 2010.

**Gottlieb Baumgarten, Alexander/Schweizer, Hans Rudolf (Hrsg.):** Theoretische Ästhetik: Die grundlegenden Abschnitte aus der Aesthetica, Hamburg 1988.

**Grafton, Anthony/Rosenberg, Daniel:** Cartographies of Time: A History of the Timeline, New York 2009.

**Gramelsberger, Gabriele:** Das epistemische Gewebe simulierter Welten, in: Gleiniger, Andrea/Vrachliotis, Georg (Hrsg.): Simulation. Kontext Architektur, Basel 2008, S. 83–91.

**Gramelsberger, Gabriele:** Die präzise elektronische Phantasie der Automatenhirne. Eine Analyse der Logik und Epistemik simulierter Weltbilder, in: Heßler, Martina/Mersch, Dieter (Hrsg.): Logik des Bildlichen. Zur Kritik der ikonischen Vernunft, Bielefeld 2009, S. 219–234.

**Gramelsberger, Gabriele:** Computerexperimente. Zum Wandel der Wissenschaft im Zeitalter des Computers, Bielefeld 2010.

- Greitmeyer, Tobias:** Beware of Climate Skeptic Films, in: *Journal of Environmental Psychology*, 2013, 35, S. 105–109.
- Grevsmühl, Sebastian:** La Terre vue d'en haut: L'invention de l'environnement global, Paris 2014.
- Grevsmühl, Sebastian:** The Creation of Global Imaginaries: The Antarctic Ozone Hole and the Isoline Tradition in the Atmospheric Sciences, in: Schneider, Birgit/Nocke, Thomas (Hrsg.): *Image Politics of Climate Change, Visualizations, Imaginations, Documentations*, Bielefeld 2014, S. 29–53.
- Grittmann, Elke:** Visuelle Konstruktionen von Klima und Klimawandel in den Medien: Ein Forschungsüberblick, in: Neverla, Irene/Schäfer, Mike S. (Hrsg.): *Das Medien-Klima: Fragen und Befunde der kommunikationswissenschaftlichen Klimaforschung*, Wiesbaden 2012, S. 171–196.
- Grobner, Ulrich:** Die Entdeckung der Nachhaltigkeit. Kulturgeschichte eines Begriffs, München 2010.
- Gugerli, David/Orland, Barbara (Hrsg.):** Ganz normale Bilder. Historische Beiträge zur visuellen Herstellung von Selbstverständlichkeiten, Zürich 2002.
- Günzel, Stephan:** Geographie der Aufklärung. Klimapolitik von Montesquieu zu Kant (Teil 1), in: Aufklärung und Kritik 2, 2004, S. 66–91.
- Günzel, Stephan:** Geographie der Aufklärung. Klimapolitik von Montesquieu zu Kant (Teil 2), in: Aufklärung und Kritik 1, 2005, S. 25–47.
- Gurevitch, Leon:** Google Warming: Google Earth as Eco-Machinima, in: *The International Journal of Research into New Media Technologies* 2014, Bd. 20 (1), S. 85–107.

- H**
- Haeckel, Ernst:** Generelle Morphologie der Organismen, Allgemeine Entwicklungsgeschichte der Organismen: Kritische Grundzüge der mechanischen Wissenschaft von den entstehenden Formen der Organismen, Bd. 2, Berlin 1866.
- Hann, Hans Julius von:** Handbuch der Klimatologie, Stuttgart 1908, Bd. 1, überarbeitete Auflage.
- Hansen, James E. et al.:** Climate Impact of Increasing Atmospheric Carbon Dioxide, in: *Science*, 1981, 213, S. 957–966.
- Haraway, Donna J.:** Situated Knowledges: The Science Question in Feminism and the Privilege of the Partial Perspective, in: *Feminist Studies*, 1988, 14 (3), S. 575–599.
- Haraway, Donna J.:** Staying With The Trouble. Making Kin in the Chthulucene, Durham/London 2016.
- Harvey, Fiona:** BBC Coverage of IPCC Climate Report Criticised for Sceptics' Airtime, in: *The Guardian*, 1. Oktober 2013.
- Hauser, Walter (Hrsg.):** Klima. Das Experiment mit dem Planeten Erde, München 2002 (Ausstellungskatalog).
- Heidegger, Martin:** Die Zeit des Weltbildes, in: Ders.: *Holzwege*, Frankfurt a. M. 1950, S. 74–113.
- Heidemann, Christine:** Kondensate des Protests, in: *Polar*, 2009, Nr. 6, S. 28–33.
- Heinitz, Friedrich Anton von:** Tabellen über die Staatswirtschaft eines europäischen Staates der vierten Größe, nebst Betrachtungen über dieselben, Leipzig 1786.
- Hellmann, Gustav:** Die ältesten Karten der Isogonen, Isoklinen, Isodynamen, Berlin 1895.

- Heßler, Martina (Hrsg.):** Konstruierte Sichtbarkeit. Wissenschafts- und Technikbilder seit der Frühen Neuzeit, München 2006.
- Himmelsbach, Sabine/Volkart, Yvonne (Hrsg.):** Ökomedien-Ecomedia. Ökologische Strategien in der Kunst heute, Ostfildern-Ruit 2007.
- Hope, Terry:** Spacecam: Faszinierende Bilder des Weltalls, München 2006.
- Horn, Eva:** Zukunft als Katastrophe, Frankfurt a. M. 2014.
- Houghton, John Theodore et al. (Hrsg.):** Introduction, in: Dies.: *Climate Change. The IPCC Scientific Assessment (FAR)*, Cambridge 1990, xxxv.
- Houghton, John Theodore et al. (Hrsg.):** *Climate Change 2001. The Scientific Basis (TAR)*. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge 2001.
- Huff, Darrell:** How to Lie with Statistics, New York 1954.
- Hulme, Mike:** Why we disagree about Climate Change, Cambridge 2009.
- Humboldt, Alexander von:** Ansichten der Kordilleren und Monmente der eingeborenen Völker Amerikas (übersetzt aus dem Franz.: *Vues des Cordillères et monumens des peuples indigènes de l'Amérique*, Paris: Schoell [1810–1813], hrsg. von Oliver Lubrich und Ottmar Ette, Frankfurt a. M. 2004).
- Humboldt, Alexander von:** *Atlas géographique et physique du Royaume de la Nouvelle-Espagne*, Paris 1811.
- Humboldt, Alexander von:** Des lignes isothermes et de la distribution de la chaleur sur le globe, in: Ders.: *Asie Centrale. Recherches sur les chaines de montagnes et la climatologie comparée*, Paris 1843, Bd. 3.
- Humboldt, Alexander von:** Des Lignes isothermes et de la distribution de la chaleur sur le globe, in: Mémoires de physique et de chimie de la Société d'Arcueil, 1817, Bd. III, S. 462–602. Dieser Text wurde übersetzt in: Humboldt, Alexander von: Ueber die gleichwarmen Linien, in: Lubrich, Oliver (Hrsg.): Alexander von Humboldt. Das große Lesebuch, Frankfurt a. M. 2009, S. 114–133.
- Humboldt, Alexander von:** Einleitende Vorbemerkungen über die geographische Verteilung der Pflanzen, Paris [1817] 1989.
- Humboldt, Alexander von:** Ideen zu einer Geographie der Pflanzen nebst einem Naturgemälde der Tropenländer, Tübingen/Paris 1807. Wiederabdruck in: Dittrich, Mauritz (Hrsg.): Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, Leipzig 1960, Nr. 248.
- Humboldt, Alexander von:** Ideen zu einer Physiognomik der Gewächse, Tübingen 1806.
- Humboldt, Alexander von:** Kleinere Schriften, 1. Bd., in: Ders.: *Geognostische und physikalische Erinnerungen*, Stuttgart 1853.
- Humboldt, Alexander von:** Kosmos. Entwurf einer physischen Weltbeschreibung, Frankfurt a. M. [1845–1862] 2004.
- Humboldt, Alexander von:** Reise durch Venezuela, Auswahl aus den amerikanischen Reisetagebüchern, hrsg. von Margot Faak, Berlin 2000.
- Humboldt, Alexander von:** Von den isothermen Linien und der Verteilung der Wärme auf dem Erdkörper, in: Ders.: *Kleinere Schriften*. Erster Band.

**G**  
Geognostische und physikalische Erscheinungen, Stuttgart/Tübingen 1853, S. 206–314 (Übersetzung von Mémoires de physique et de chimie de la Société d'Arcueil, Bd. III, Paris 1817, S. 462–602), Reprint in: Ders.: Werke 6, Schriften zur Physikalischen Geographie, hrsg. von Hanno Beck, Darmstadt 1989, S. 18–97.  
**Humboldt, Alexander von/Biot, Jean Baptiste:** Sur les variations de magnétisme terrestre à différentes latitudes, in: Journal de Physique 59, 1804, S. 429–450.

**I**  
**Imhof, Eduard:** Kartographische Geländedarstellung, Berlin 1965.  
**Ingold, Tim:** Globes and Spheres. The Topology of Environmentalism, in: Dove, Michael R. (Hrsg.): Environmental Anthropology: A Historical Reader, Oxford et al. 2007, S. 462–469.  
**Ingold, Tim:** Lines. A Brief History, London 2007.

**J**  
**Jaeger, Carlo C./Jaeger, Julia:** Warum zwei Grad?, in: Aus Politik und Zeitgeschichte, 2010, S. 32 f.  
**Jasanoff, Sheila:** Image and Imagination: The Formation of Global Environmental Consciousness, in: Edwards, Paul/Miller, Clark A. (Hrsg.): Changing the Atmosphere: Expert Knowledge and Environmental Governance, Cambridge, Mass. 2001, S. 309–337.  
**Jäsche, Gottlob Benjamin (Hrsg.):** Immanuel Kants Logik: Ein Handbuch zu Vorlesungen, Königsberg 1800.

**K**  
**Kagan, Sacha/Kirchberg, Volker (Hrsg.):** Sustainability: A New Frontier for the Arts and Cultures, Frankfurt a. M. 2008.  
**Kahn, Herman:** On Escalation. Metaphors and Scenarios, London 1965.  
**Kahn, Hermann/Wiener, Anthony:** The Year 2000: A Framework for Speculation on the Next Thirty-Three Years, Macmillan 1967.  
**Kämtz, Ludwig Friedrich:** Repertorium für Meteorologie, Petersburg 1860, I. Band.  
**Kepler, Johannes/Leune, Johann Carl Friedrich/ Richter, Johann Georg (Hrsg.):** Ephemerides Novae Motuum Coelestium, Complexa annos a M.DC.XXIX, in: M.DC.XXXVI, in: quibus & Tabb. Rudolphi iam perfectis, Et Socia Opera Clariss. Viri Dn. Jacobi Bartschii, Med. Doct. est usus, Sagani Silesiorum 1630.  
**Kirwan, Richard:** An Estimate of the Temperature of Different Latitudes, London 1787.  
**Kittler, Friedrich A.:** Aufschreibesysteme 1800–1900, München [1985] 1995.  
**Klee, Paul:** Schöpferische Konfessionen [1920], in: Klee, Paul/Regel, Günther (Hrsg.): Kunst-Lehre. Aufsätze, Vorträge, Rezensionen und Beiträge zur bildnerischen Formlehre, Leipzig 1987, S. 60–66.  
**Klein, Naomie:** Die Entscheidung. Kapitalismus vs. Klima, Frankfurt a. M. 2015.  
**Knebusch, Julien:** Art and Climate (Change) Perception: Outline of a Phenomenology of Climate, in: Kirchberg, Volker/Kagan, Sacha (Hrsg.): Sustainability: A New Frontier for the Arts and Cultures, Frankfurt a. M. 2008, S. 242–261.

**Knobloch, Eberhard:** Erkundung und Erforschung. Alexander von Humboldts Amerikareise, in: HiN – Alexander von Humboldt im Netz. Internationale Zeitschrift für Humboldt-Studien, Potsdam/Berlin 2006, VII, 13.  
**Knobloch, Eberhard:** Alexander von Humboldt und Carl Friedrich Gauß – im Roman und in Wirklichkeit, in: HiN – Alexander von Humboldt im Netz. Internationale Zeitschrift für Humboldt-Studien, Potsdam/Berlin 2012, XIII, 25, S. 63–79.  
**Knorr-Cetina, Karin:** »Viskurse« der Physik. Wie visuelle Darstellungen ein Wissenschaftsgebiet ordnen, in: Huber, Jörg/Heller, Martin (Hrsg.): Konstruktionen Sichtbarkeiten, Zürich 1999, S. 245–261.  
**Konersmann, Ralf:** Unbehagen der Natur. Veränderungen des Klimas und der Klimasemantik, in: Lutz, Petra/Macho, Thomas (Hrsg.): 2°. Das Wetter, der Mensch und sein Klima, Göttingen 2008, S. 32–73.  
**Koselleck, Reinhart:** Vergangene Zukunft. Zur Semantik geschichtlicher Zeiten, Frankfurt a. M. 1979.  
**Kostelnick, Charles/Hassett, Michael:** Shaping Information. The Rhetoric of Visual Conventions, Carbondale 2003.  
**Krämer, Sybille:** Das Medium als Spur und als Apparat, in: Dies. (Hrsg.): Medien, Computer, Realität. Wirklichkeitsvorstellungen und Neue Medien, Frankfurt a. M. 1998, S. 73–94.  
**Krämer, Sybille:** Die Welt aus der Satellitenperspektive. Google Earth, in: Marksches, Christoph/Reichle, Ingeborg/Brüning, Jochen/Deufelhard, Peter (Hrsg.): Atlas der Weltbilder, Berlin 2010, S. 422–432.  
**Krämer, Sybille:** Operative Bildlichkeit. Von der ›Grammatologie‹ zu einer ›Diagrammatologie‹? Reflexionen über erkennendes ›Sehen‹, in: Heßler, Martina/Mersch, Dieter (Hrsg.): Logik des Bildlichen. Zur Kritik der ikonischen Vernunft, Bielefeld 2009, S. 94–122.  
**Krämer, Sybille:** Punkt, Strich, Fläche. Von der Schriftbildlichkeit zur Diagrammatik, in: Cancik-Kirschbaum, Eva/Krämer, Sybille/Totzke, Rainer (Hrsg.): Schriftbildlichkeit. Wahrnehmbarkeit, Materialität und Operativität von Notationen, Berlin 2012, S. 79–100.  
**Krausse, Joachim:** Information auf einen Blick – Zur Geschichte der Diagramme, in: Form + Zweck, 1999, 16, S. 4–23.

**L**  
**Lakoff, George/Johnson, Mark:** Leben in Metaphern. Konstruktion und Gebrauch von Sprachbildern, 3. Aufl., Heidelberg 2003.  
**Lambert, Johann Heinrich:** Beiträge zum Gebrauche der Mathematik und deren Anwendung, Berlin 1792, Bd. 1.  
**Lange, Susanne et al.:** Visualisierungsdesign – ein systematischer Überblick, in: Horton, Graham et al. (Hrsg.): Simulation and Visualization 2006, Magdeburg 2006, S. 113–128.  
**Latour, Bruno:** Visualization and Cognition: Drawing Things Together, in: Kuklick, Henrika (Hrsg.): Knowledge and Society. Studies in the Sociology of Culture Past and Present, 1986, Bd. 6, S. 1–40.

**Latour, Bruno/Woolgar, Steve:** Laboratory Life: The Construction of Scientific Facts, Princeton 1986.  
**Latour, Bruno:** Die Hoffnung der Pandora. Untersuchungen zur Wirklich-

- keit der Wissenschaft, 2. Aufl., Frankfurt a. M. 2002.
- Latour, Bruno:** Why Has Critique Run out of Steam? From Matters of Fact to Matters of Concern, in: *Critical Inquiry* 30 (2), Winter 2004, S. 225–248.
- Latour, Bruno:** Kampf um Gaia. Acht Vorträge über das neue Klimaregime, Berlin 2017.
- Lavater, Johann Caspar:** Von der Physiognomik, Leipzig 1772.
- Leibniz, Gottfried Wilhelm:** Entwurf gewisser Staats-Tafeln [1680], in: Preussische Akademie der Wissenschaften/Akademie der Wissenschaften DDR (Hrsg.): *Sämtliche Schriften und Briefe*. Vierte Reihe: Politische Schriften, Berlin 1986, Bd. 3, S. 340–349.
- Lester, Libby/Hutchins, Brett:** Environmental Conflict and the Media, New York 2013.
- Leuschner, Anna:** Die Glaubwürdigkeit der Wissenschaft. Eine wissenschafts- und erkenntnistheoretische Analyse am Beispiel der Klimaforschung, Bielefeld 2011.
- Lévi-Strauss, Claude:** *Mythologica I. Das Rohe und das Gekochte*, Frankfurt a. M. 1971.
- Link, Jürgen:** Das »normalistische Subjekt« und seine Kurven. Zur symbolischen Visualisierung orientierender Daten, in: Gugerli, David/Orland, Barbara (Hrsg.): *Ganz normale Bilder. Historische Beiträge zur visuellen Herstellung von Selbstverständlichkeit*, Zürich 2002.
- Link, Jürgen:** Versuch über den Normalismus. Wie Normalität produziert wird, Göttingen 2009.
- Lowe, Thomas D.:** Is this Climate Porn? How Does Climate Change Communi-

- cation Affect our Perceptions and Behaviour?, Working Paper 98, Tyndall Research Centre for Climate Research, 2008.
- Luhmann, Niklas:** *Soziologie des Risikos*, Berlin et al. 1991.
- M**
- MacEachren, Alan M.:** *How Maps Work: Representation, Visualization, and Design*, New York 1995.
- Macho, Thomas:** Wetter machen, in: Lutz, Petra/Macho, Thomas (Hrsg.): *2°. Das Wetter, der Mensch und sein Klima*, Göttingen 2008, S. 132–137.
- Macho, Thomas:** *Vorbilder*, München 2011.
- Mackinlay, Jock:** Automating the Design of Graphical Presentations of Relational Information, in: *ACM Transactions on Graphics*, 1986, Bd. 5 (2), S. 110–141.
- MacLeish, Archibald:** *Riders on Earth Together, Brothers in Eternal Cold*, in: *New York Times*, Dezember 1968.
- Mahany, Ziad:** Feuer, Wasser, Erde, Luft. Eine Phänomenologie der Natur am Beispiel der vier Elemente, Rostock 2003.
- Mainberger, Sabine:** *Experiment Linie. Künste und ihre Wissenschaften um 1900*, Berlin 2010.
- Manemann, Jürgen:** Kritik des Anthroponozäns. Plädoyer für eine neue Humanökologie, Bielefeld 2014.
- Mann, Michael E. et al.:** Global-Scale Temperature Patterns and Climate Forcing Over the Past Six Centuries, in: *Nature*, 1998, Nr. 392, S. 779–787.
- Mann, Michael E. et al.:** Northern Hemisphere temperatures during the past millennium: inferences, uncertainties, and limitations. *Geophysical Research Letters*, 1999, 26, S. 759–762.

- Manzo, Kate:** Beyond Polar Bears? Re-envisioning Climate Change, in: *Meteorological Applications* 2010, 17 (2), S. 196–208.
- Manzo, Kate:** Imaging Vulnerability. The Iconography of Climate Change, *Ara* 2010, 42 (1), S. 96–107.
- Marey, Étienne-Jules:** La méthode graphique dans les sciences expérimentales – La circulation du sang à l'état physiologique et dans les maladies. Paris 1878.
- Marsh, George P.:** *Man and Nature; Or, Physical Geography as Modified by Human Action*, New York 1864.
- Maxwell, T. Boykoff/Jules, M. Boykoff:** Balance as bias: global warming and the US prestige press, in: *Global Environmental Change*, 2004, 14, S. 125–136.
- McCray, W. Patrick:** The Visioneers. How a Group of Elite Scientists Pursued Space Colonies, Nanotechnologies, and a Limitless Future, Princeton/Oxford 2013.
- McCright, Aaron:** Dealing with Climate Change Contrarians, in: *Creating a Climate for Change: Communicating Climate Change and Facilitating Social Change*, hrsg. von Susanne Moser und Lisa Dilling, Cambridge 2007, S. 200–212.
- McIntyre, Steven/McKittrick, Ross:** The M & M Project: Replication Analysis of the Mann et al. Hockey Stick, <http://www.uoguelph.ca/~rmckitri/research/trc.html>, zuletzt eingesehen am 24.07.2017.
- McLuhan, Marshall/Fiore, Quentin:** *The Medium is the Massage. An Inventory of Effects*, New York 1967.
- McLuhan, Marshall:** The Playboy Interview: Marshall McLuhan, in: *Playboy Magazine*, März 1969, S. 53–74.
- McNeil, John R.:** *Something New Under the Sun. An Environmental History of the Twentieth-Century World*, New York 2000.
- Meadows, Donella H. et al.:** *The Limits to Growth*, New York 1972.
- Medhaug, Iselin/Stolpe, Martin B./Fischer, Erich M./Knutti, Reto:** Reconciling Controversies About the «Global Warming Hiatus», in: *Nature*, 04.05.2017, Nr. 543, S. 41–47.
- Meinardus, Wilhelm:** Die Entwicklung der Karten der Jahresisothermen von Alexander von Humboldt bis auf Heinrich Wilhelm Dove, in: Eriksen, Wolfgang (Hrsg.): *Wege der Forschung. Klimageographie*, Darmstadt 1985, Bd. 615, S. 141–182.
- Mersch, Dieter:** Wort, Bild, Ton, Zahl. Modalitäten medialen Darstellens, in: Mersch, Dieter (Hrsg.): *Die Medien der Künste*, München 2003, S. 9–49.
- Messmer, Dorothee/Landert, Markus (Hrsg.):** *Moralische Fantasien: Aktuelle Positionen zeitgenössischer Kunst* in Zusammenhang mit der Klimaerwärmung, Katalog zu den Ausstellungen im Kunstmuseum des Kantons Thurgau und im Museum Morsbroich Leverkusen, Wien 2008.
- Monmonier, Mark:** *Cartographies of Danger: Mapping Hazards in America*, Chicago 1997.
- Monmonier, Mark:** Air Apparent. How Meteorologists Learned to Map, Predict, and Dramatize Weather, Chicago/London 1999.
- Mönninger, Michael:** Das umgedrehte Fernrohr. Die Fernerkundung der Nahwelt – vom Himmelsblick zur Erdbeobachtung, in: *Kritische Berichte*, 2009, Heft 3, S. 96–104.

**Moss, Richard et al.:** The Next Generation of Scenarios for Climate Change Research and Assessment, in: *Nature*, 11.02.2010, Nr. 463, S. 747–756.

**Mumford, Lewis:** Prospect, in: Man's Role in Changing the Face of the Earth, hrsg. von Thomas, William L., Chicago 1956, S. 1141–1152.

## N

**Nardo, Don:** Captured World History: The Blue Marble How a Photograph Revealed Earth's Fragility, Mankato, Minn. 2014.

**National Research Council:** Surface Temperature Reconstruction for the last 2000 years, National Academy of Science, Washington D.C. 2006.

**Nebeker, Frederik:** Calculating the Weather. Meteorology in the 20th Century, San Diego 1995.

**Neurath, Otto:** From Hieroglyphics to Isotype. A Visual Biography, London 2010.

**Nicholson-Cole, Sophie/O'Neill,** Saffron: »Fear won't Do It«: Promoting Engagement with Climate Change Through Visual and Iconic Representations, in: *Science Communication*, 2009, Nr. 20, S. 355–379.

**Nikolow, Sybilla:** A. F. W. Crome's Measurements of the »Strength of the State«: Statistical Representations in Central Europe around 1800, in: *History of Political Economy*, 2001, 33 (Suppl. 1), S. 23–56.

**Nixon, Rob:** Slow Violence and the Environmentalism of the Poor, Harvard 2011.

**Nocke, Thomas/Schneider, Birgit (Hrsg.):** Image Politics of Climate Change. Visualizations, Imaginations, Documentations, Bielefeld 2014.

**Nocke, Thomas/Schneider, Birgit:** The Feeling of Red and Blue – A Constructive Critique of Color Mapping in Visual Climate Change Communication, in: Leal, Walter F. (Hrsg.): Handbook of Climate Change Communication, Climate Change Management Series, Cham 2017.

**Norgaard, Kari:** Living in Denial: Climate Change, Emotions and Everyday Life, Boston 2011.

**Nowotny, Otto:** Die Entwicklung der Geographie der Pflanzen und der Tiere im Spiegel der Kartographie unter besonderer Berücksichtigung des 19. Jahrhunderts, (Dissertation Universität Wien) 1989.

## O

**Oreskes, Naomi/Conway, Erik M.:** Merchants of Doubt. How a Handful of Scientists Obscured the Truth on Issues from Tobacco Smoke to Global Warming, New York 2011.

**Osborne, John W.:** Sensible Temperatures or the Curve of Comfort, in: *Monthly Weather Review*, August 1898, S. 362–36.

## P

**Painter, James:** Climate Change in the Media. Reporting Risk and Uncertainty, London 2013.

**Palsky, Gilles:** Des représentations topographiques aux représentations thématiques. Recherches historiques sur la communication cartographique, in: *Bulletin de l'association des géographes français*, 1985, 506, S. 389–398.

**Palsky, Gilles:** Des chiffres et des cartes. Naissance et développement de la cartographie quantitative française au XIXe siècle, Paris 1996.

**Pápay, Gyula:** Kartenwissen – Bildwissen – Diagrammwissen – Raumwissen. Theoretische und historische Reflexionen über die Beziehungen der Karte zu Bild und Diagramm, in: Günzel, Stephan/Novak, Lars (Hrsg.): Kartenwissen, Territoriale Räume zwischen Bild und Diagramm, Wiesbaden 2012, S. 45–62.

**Parks, Lisa:** Cultures in Orbit: Satellites and the Televisual, Durham, NC 2005.

**Pelletier, Monique:** Couleurs de la Terre: des mappemondes médiévaux aux images satellites, Paris 1998.

**Peschel, Oscar F.:** Geschichte der Erdkunde bis auf Alexander von Humboldt und Carl Ritter, München 1865 (Geschichte der Wissenschaften in Deutschland 4).

**Peters, John Durham:** The Marvelous Clouds, Toward a Philosophy of Elemental Media, Chicago 2015.

**Pielke, Roger A.:** The Honest Broker: Making Sense of Science in Policy and Politics, Cambridge 2007.

**Playfair, William:** The Commercial and Political Atlas. Representing, by Means of Stained Copper-plate Charts, the Exports, Imports, and General Trade of England, at a Single View, London 1786.

**Playfair, William:** The Commercial and Political Atlas: Representing, by Means of Stained Copper-Plate Charts, the Progress of the Commerce, Revenues, Expenditure, and Debts of England, During the Whole of the Eighteenth Century, London 1801.

**Ponce de Leon, Maria Inez Angela Z./Gotangco, Charlotte Kendra:** Balancing Paradigms in Climate Change Communication Research to Support Climate Services, Vortrag auf der World Conference of Climate Change Communication, Manchester, 23. Februar 2017. Der Artikel erscheint in: Leal, Walter F. (Hrsg.): *Handbook of Climate Change Communication*, Climate Change Management Series, Cham 2018.

**Porter, Theodore M.:** Trust in Numbers: The Pursuit of Objectivity in Science and Public Life, Princeton 1995.

**Proctor, Robert N./Schiebinger, Linda (Hrsg.):** Agnotology. The Making and Unmaking of Ignorance, Stanford 2008.

**R**

**Radkau, Joachim:** Die Ära der Ökologie. Eine Weltgeschichte, München 2011.

**Radkau, Joachim:** Geschichte der Zukunft. Prognosen, Visionen, Irrungen in Deutschland von 1945 bis heute, München 2017.

**Rancières, Jacques:** Politik der Bilder, Berlin 2005.

**Rautzenberg, Markus:** Die Gegenwendigkeit der Störung. Aspekte einer postmetaphysischen Präsenztheorie, Berlin/Zürich 2009.

**Rawls, Alec:** (Blog), 28. Januar 2005, <http://errortheory.blogspot.de/2005/01/greenhouse-alarmists-fight-new-sunspot.html>, zuletzt eingesehen am 20.07.2017.

**Reich, Karin:** Alexander von Humboldt und Carl Friedrich Gauß als Wegbereiter der neuen Disziplin Erdmagnetismus, in: *Hin – Alexander von Humboldt im Netz. Internationale Zeitschrift für Humboldt-Studien*, Potsdam/Berlin 2011, XII, 22, o. P.

**Reichert, Ramón:** Die Arbeitsmaschine. Dokumente zu Sozialtechnologie und Rationalisierung, in: Felderer, Brigitte (Hrsg.): Wunschmaschine Welterfin-

dung. Eine Geschichte der Technikvisionen seit dem 18. Jahrhundert, Wien/New York 1996, S. 119–144.

**Reye, Theodor:** Die Wirbelstürme, Tornados und Wettersäulen in der Erd-Atmosphäre mit Berücksichtigung der Stürme in der Sonnen-Atmosphäre, Hannover 1872.

**Rheinberger, Hans-Jörg:** Objekt und Repräsentation, in: Heintz, Bettina/Huber, Jörg (Hrsg.): Mit dem Auge denken. Strategien der Sichtbarmachung in wissenschaftlichen und virtuellen Welten, Zürich 2001, S. 55–61.

**Rheinberger, Hans-Jörg:** Experimentalsystem und epistemische Dinge. Eine Geschichte der Proteinsynthese im Reagenzglas, Göttingen 2002.

**Ritter, Carl:** Sechs Karten von Europa, Schnepfenthal 1806.

**Rose, David:** Global warming stopped 16 years ago, reveals Met Office report quietly released [...] and here is the graph to prove it, Daily Mail, 16. Oktober 2012, <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2217286/Global-warming-stopped-16-years-ago-reveals-Met-Office-report-quietly-released-chart-prove-it.html>, zuletzt eingesehen am 17.07.2017.

**Rosentrater, Lynn D.:** Representing and Using Scenarios for Responding to Climate Change, in: WIREs Climate Change, 2010, Bd. 1, S. 253–259.

**Rötzer, Florian (Hrsg.):** Digitaler Schein. Ästhetik der elektronischen Medien, Frankfurt a. M. 1991.

**Rudiak-Gould, Peter:** >We Have Seen It with Our Own Eyes. Why We Disagree on Climate Change Visibility, in: Weather Climate Society, 2013, 5, S. 120–132.

**S**

**Sarasin, Philipp:** Geschichtswissenschaft und Diskursanalyse, Frankfurt a. M. 2003.

**Sarewit, Daniel/Pielke, Jr., Roger A./Byerly, Jr., Radford (Hrsg.):** Prediction. Science, Decision Making, and the Future of Nature, Washington D. C. 2000.

**Sauer, Carl O.:** The Agency of Man on the Earth, in: Men's Role in Changing the Face of the Earth, Chicago 1956.

**Schellnhuber, Hans-Jörg:** Tragic Triumph, in: Climatic Change, 2010, Nr. 100, S. 229–238.

**Schertenleib, Urban:** Die Wetterkarte bis zur Einführung der Frontentheorie 1918/1919, Diplomarbeit Zürich 1989.

**Schmidt, Adolf:** Über die Verwendung trigonometrischer Reihen in der Meteorologie, Gotha 1894.

**Schneider-Carius, Carl:** Wetterkunde, Wetterforschung. Geschichte ihrer Probleme und Erkenntnisse in Dokumenten aus drei Jahrtausenden, Freiburg/München 1955.

**Schneider, Birgit:** Image Politics: Picturing Uncertainty. The Role of Images in Climatology and Climate Policy, in: Gramelsberger, Gabriele/Feichter, Johann (Hrsg.): Climate Change and Policy. The Calculability of Climate Change and the Challenge of Uncertainty, Berlin/Heidelberg 2011, S. 191–209.

**Schneider, Birgit:** Climate Model Simulation Visualization from a Visual Studies Perspective, in: WIREs Climate Change 3, März/April 2012, Nr. 2, S. 185–193.

**Schneider, Birgit:** Berglinien im Vergleich. Bemerkungen zu einem klimageografischen Diagramm Alexander

von Humboldts. In: HiN – Humboldt im Netz. Internationale Zeitschrift für Humboldt-Studien (Potsdam – Berlin) XIV, 26, 2013, S. 26–43.

**Schneider, Birgit:** Operationalität und Optimieren, in: Ernst, Christoph/Schneider, Birgit/Wöpkling, Jan (Hrsg.): Diagrammatik-Reader. Grundlegende Texte aus Geschichte und Theorie, Berlin 2016, S. 181–187.

**Schneider, Birgit:** Red Futures. The Colour Red in Scientific Imagery of Climate Change, in: Juneja, Monica/Gerrit, Jasper Schenk (Hrsg.): Disaster as Image: Iconographies and Media Strategies across Europe and Asia, Regensburg 2014, S. 183–193.

**Schneider, Stephen Henry:** The Coevolution of Climate and Life, San Francisco 1984.

**Schönwiese, Christian D.:** Klimänderungen. Daten, Analysen, Prognosen, Berlin 1995.

**Segelken, Barbara:** Staatsordnung im Bild der Tabelle am Beispiel Anton von Heinitz (1785/86), in: Bildwelten des Wissens, 2003, 3, H. 1, S. 34–47.

**Segelken, Barbara:** Bilder des Staates. Kammer, Kasten und Tafel als Visualisierungen staatlicher Zusammenhänge, Berlin 2010.

**Serres, Michel:** Der Parasit, Frankfurt a. M. 1987.

**Sheppard, Stephen:** Visualizing Climate Change, London 2012.

**Sieger, Bernhard:** Passagen des Digitalen. Zeichenpraktiken der Neuzeitlichen Wissenschaften 1500–1900, Berlin 2003.

**Silver, Nate:** The Signal and the Noise. Why so Many Predictions Fail – But Some Don't, London 2012.

**Simmel, Georg:** Philosophie der Landschaft [1913], in: Ders.: Jenseits der Schönheit. Schriften zur Ästhetik und Kunstphilosophie, Frankfurt a. M. 2008, S. 42–52.

**Sloterdijk, Peter:** Sphären 2. Globen, Frankfurt a. M. 2004.

**Solomon, Susan et al. (Hrsg.):** Climate Change 2007. The Physical Science Basis (AR4). Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC, Cambridge 2007.

**Sontag, Susan:** Das Leiden anderer betrachten, München 2003.

**Stange, Rainer (Hrsg.):** Kunst und Klima. Moralische Phantasien, Nürnberg 2008.

**Stauffer, Reto et al.:** Somewhere Over the Rainbow. How to Make Effective Use of Colors in: Meteorological Visualizations, in: Bulletin of the American Meteorological Society 96, 2015.

**Steffen, Will:** The Anthropozän – From Hunter-Gatherers to a Global Geophysical Force, PowerPoint-Slides, in: [https://www.pik-potsdam.de/news/public-events/archiv/alter-net/former-ss/2007/05-09.2007.steffen/presentation\\_steffen.pdf](https://www.pik-potsdam.de/news/public-events/archiv/alter-net/former-ss/2007/05-09.2007.steffen/presentation_steffen.pdf), zuletzt eingesehen am 14.07.2017.

**Steffen, Will/Crutzen, Paul J./McNeill, John R.:** The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature?, in: Ambio, 2007, 36 (8), S. 614–621.

**Steffen, Will et al.:** The Trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration, in: The Anthropocene Review 2015, S. 81–98.

**Stehr, Nico/Storch, Hans von:** Einleitung: Klimawandel, Klimapolitik und Gesellschaft, in: Dies. (Hrsg.): Eduard Brückner – Die Geschichte unseres

Klimas: Klimaschwankungen und Klimafolgen, Österreichische Beiträge zur Meteorologie und Geophysik (40) 2008, S. 10–27.

**Storch, Hans von/Stehr, Nico:**  
Klima inszenierter Angst, in: Der Spiegel, 2005, Nr. 4.

## T

**Tetsuro, Watsuji:** Fudo – Wind und Erde. Der Zusammenhang von Klima und Kultur, Darmstadt [1935] 1992.  
**Tilling, Laura:** Early Experimental Graphs, in: The British Journal for the History of Science, November 1975, Bd. 8 (3), S. 193–213.

**Timmreck, Claudia:** Begrenzter Klimaeinfluss von extrem großen Vulkaneruptionen, <http://www.mpimet.mpg.de/institut/jahresberichte/jahresbericht-2011.html>, erstellt 2011, zuletzt eingesehen am 30.05.2017.

**Titchener, Edward B.:** The Psychophysics of Climate, in: Journal of Psychology, 1909, XX, 1, S. 1–14.

**Tollmann, Vera:** Der Vorteil der Kunst, in: Waldvogel, Florian/Stange, Raimer (Hrsg.): Apokalypse now. Kunst zur Klimakatastrophe, Hamburg 2010, S. 35 f.

**Tresch, John:** Cosmologies Materialized: History of Science and History of Ideas, in: McMahon, Darrin M./Moyn, Samuel (Hrsg.): Rethinking Modern European Intellectual History, New York 2015, S. 153–172.

**Trischler, Helmut (Hrsg.):** Anthropicene. Envisioning the Future of the Age of Human. Rachel Carson Center, München 2013.

**Tuan, Yi-Fu:** Landscapes of Fear, New York 1979.

**Tufte, Edward R.:** The Visual Display of Quantitative Information, Cheshire 1983.

**Tufte, Edward R.:** Envisioning Information, Cheshire 1990.

**Twain, Mark:** Life on the Mississippi, Bd. 1, Leipzig 1883.

## U

**Uexküll, Jakob von:** Streifzüge durch die Umwelten von Tieren und Menschen, Frankfurt a. M. [1934] 1970.

**Uexküll, Jakob von:** Umwelt und Innenwelt der Tiere, Berlin 1909.

**Uexküll, Jakob von/Brock, Friedrich:** Das Institut für Umweltforschung, in: Brauer, Ludolph/Mendelssohn-Bartholdy, Albrecht/ Meyer-Abich, Adolf (Hrsg.): Forschungsinstitute: Ihre Geschichte, Organisation und Ziele, Hamburg 1930, Bd. 2, S. 233–237.

## V

**Vahrenholt, Fritz/Lüning, Sebastian:** Die kalte Sonne: Warum die Klimakatastrophe nicht stattfindet, Hamburg 2012.

**Vinci, Leonardo da:** Traktat von der Malerei. Nach der Übers. von Heinrich Ludwig neu hrsg. und eingel. von Marie Herzfeld, Jena 1909.

**Visconti, Guido:** Anthropocene: Another Academic Invention? *Rendiconti Lincei*, 2014, 25 (3), S. 381–392.

**Vogl, Joseph:** Kalkül und Leidenschaft. Poetik des ökonomischen Menschen, München 2002.

## W

**Wade, Matt:** Extreme weather the new normal in Australia's disaster-prone neighbourhood, 16.03.2015, The Sydney Morning Herald, online: <http://www.smh.com.au/environment/un-climate->

conference/extreme-weather-the-new-normal-in-australias-disasterprone-neighbourhood-20150315-144mio.html, zuletzt eingesehen am 07.07.2017.

**Waldvogel, Florian/Stange, Raimer (Hrsg.):** Apokalypse now. Kunst zur Klimakatastrophe, Hamburg 2010.

**Walsh, Lynda:** Visual Strategies to Integrate Ethos Across the »is/ought« Divide in the IPCC's Climate Change 2007: Summary for Policy Makers, in: *Poroi, Issues in the Rhetoric of Science and Technology*, 2009, 6 (2), 2009, S. 33–61.

**Walsh, Lynda:** Scientists as Prophets. A Rhetorical Genealogy, Oxford 2013.

**Walsh, Lynda:** »Tricks«, Hockey Sticks, and the Myth of Natural Inscription: How the Visual Rhetoric of Climategate Conflated Climate with Character, in: Schneider, Birgit/Nocke, Thomas (Hrsg.): *Image Politics of Climate Change*, Bielefeld 2014, S. 81–104.

**Walsh, Lynda:** The Visual Rhetoric of Climate Science, in: *Wires Climate Change*, April 2015, S. 361–368.

**Walter, Friedrich:** Mannheim in Geschichte und Gegenwart, Mannheim 1907, Bd. 1, Bd. 2.

**Ward, Robert:** Sensible Temperatures, in: *Bulletin of the American Geographical Society*, 1904, XXXVI, 3, S. 129–138.

**Washington, Haydn/Cook, John:** Climate Change Denial: Heads in the Sand, London/New York 2011.

**Watts, Anthony:** Productivity of Land Plants May Be Greater Than Previously Thought, (Blog) 29. September 2011, <https://wattsupwiththat.com/2011/09/29/plants-gobbling-up-co2-45-more-than-thought/>, zuletzt eingesehen am 17.07.2017.

**Watts, Anthony:** Do Solar Scientists STILL Think That Recent Warming Is Too Large To Explain By Solar Activity? (Guest post by Alec Rawls), veröffentlicht am 2. Januar 2011, <http://wattsupwiththat.com/2011/01/02/do-solar-scientists-still-think-that-recent-warming-is-too-large-to-explain-by-solar-activity>, zuletzt eingesehen am 17.07.2017.

**Weart, Spencer R.:** The Discovery of Global Warming, Cambridge [2003] 2008.

**Wehling, Elisabeth:** Politisches Framing. Wie eine Nation sich ihr Denken einredet – und daraus Politik macht, Köln 2017.

**Weidner, Daniel/Willer, Stefan (Hrsg.):** Prophetie und Prognostik. Verfügungen über Zukunft in Wissenschaften, Religionen und Künsten, München 2013.

**Weigel, Sigrid:** Zum ›topographical turn‹. Kartographie, Topographie und Raumkonzepte in den Kulturwissenschaften, in: *KulturPoetik*, 2002, Bd. 2, S. 151–165.

**Weingart, Peter et al.:** Der anthropogene Klimawandel im Diskurs zwischen Wissenschaft, Politik und Massenmedien, Opladen 2007.

**Wessely, Christina:** Wässrige Milieus. Ökologische Perspektiven in Meeresbiologie und Aquarienkunde um 1900, in: *Berliner Wissenschaftsgeschichte*, 2013, 36, S. 128–147.

**Wessely, Christina:** Welteis. Eine wahre Geschichte, Berlin 2013.

**Witzke, Anne Sophie/Hede, Sune (Hrsg.):** Rethink: Contemporary Art & Climate Change, Kopenhagen 2009.

**Wood, Gillen:** Vulkanwinter 1816. Die Welt im Schatten des Tambora, Darmstadt 2015.

**Würmell, Christine:** Vom Dissieren der Zeichen. Ein Gespräch mit Raimar Stange, in: Existenz am Limit, 2009, Bd. 199, S. 198–207.

## Y

**Yusoff, Kathryn:** Geologic Life: Prehistory, Climate, Futures in the Anthropocene, in: Environment and Planning in Society and Space, 2013, 31 (5), S. 779–795.

**Yusoff, Kathryn:** Mapping the Disaster: Global Prediction and the Medium of ›Digital Earth‹, in: Wild Nature and the Digital Life, Special Issue, Leonardo Electronic Almanac, 2006, Bd. 14, S. 1–11.

## Abbildungsnachweise

**Abb. 1:** Katalog Rethink: Contemporary Art & Climate Change, Kopenhagen 2009, © Joshua Portway & Lise Autogena.

**Abb. 2:** © Joshua Portway & Lise Autogena.

**Abb. 3:** Theodor Reye: Die Wirbelstürme, Tornados und Wettersäulen in der Erd-Atmosphäre mit Berücksichtigung der Stürme in der Sonnen-Atmosphäre, Hannover 1872, gemeinfrei.

**Abb. 4:** Ebd., gemeinfrei.

**Abb. 5:** Jakob von Uexküll: Streifzüge durch die Umwelten von Tieren und Menschen, Berlin 1934, gemeinfrei.

**Abb. 6:** IPCC, Working Group I, AR5, SPM, Fig. 1.

**Abb. 6:** www.newstarget.com, © Mike Adams, Dan Berger.

**Abb. 8:** © Staatsbibliothek zu Berlin – PK.

**Abb. 9:** IPCC, Working Group I, TAR, Fig. 1,2.

**Abb. 10:** © Courtesy of John Baldessari.

**Abb. 11:** Heinrich Wilhelm Brandes: Dissertatio physica de repentinis variationibus in pressione atmosphaerae observatis, Leipzig 1826, gemeinfrei.

**Abb. 12:** © Staatsbibliothek zu Berlin – PK.

**Abb. 13:** Johannes Kepler: Rudolfinische Tafeln, 1627, gemeinfrei.

**Abb. 14:** Philip Brohan, Atmospheric Circulation Reconstructions over the Earth, UK, gemeinfrei.

**Abb. 15:** © Staatsbibliothek zu Berlin – PK.

**Abb. 16:** © Birgit Schneider.

**Abb. 17:** © Technoseum Mannheim, Foto: Klaus Luginsland.

**Abb. 18:** Ephemeriden der Societas Meteorologica Palatina, 1781, Foto: Birgit Schneider.

**Abb. 19:** Ephemeriden der Societas Meteorologica Palatina, 1789, gemeinfrei.

**Abb. 20:** Cosimo Alessandro Collini: Abhandlung über das Mannheimer Hochwasser samt Vorschlägen zum Hochwasserschutz, 1790, gemeinfrei.

**Abb. 21:** Fotografien: Birgit Schneider.

**Abb. 22:** © Deutscher Wetterdienst.

**Abb. 23:** Ette/Drews (Hrsg.): Horizonte der Humboldtforchung, Zürich et al. 2016, S. 129, gemeinfrei.

**Abb. 24:** Ephemeriden der Societas Meteorologica Palatina, gemeinfrei.

**Abb. 25:** © Nin Brudermann.

**Abb. 26:** © Kupferstichkabinett Berlin – SPK.

**Abb. 27:** © Staatsbibliothek zu Berlin – PK.

**Abb. 28:** Wilhelm Meinardus: Die Entwicklung der Karten der Jahresisothermen von Alexander von Humboldt bis auf Heinrich Wilhelm Dove (1899), in: Wolfgang Eriksen (Hrsg.): Klimageographie, Darmstadt 1985, S. 142–182.

**Abb. 29:** Mark Monmonier: Air apparent. How Meteorologists learned to

- Map, Predict, and Dramatize Weather, Chicago/London 1999, S. 51, gemeinfrei.
- Abb. 30:** Anna-Dorothee von den Brincken: Studien zur Universalkartographie des Mittelalters, hrsg. von Thomas Szabó, Göttingen 2008, S. 32 f.
- Abb. 31:** © Staatsbibliothek zu Berlin – PK.
- Abb. 32:** © Birgit Schneider und Thomas Nocke, mit Dank an Magnus Heitzler.
- Abb. 33:** Heinrich Dove: Monatsisothermen, Berlin 1849, © Staatsbibliothek zu Berlin – PK.
- Abb. 34:** Physikalischer Atlas von Heinrich Berghaus, 1852, gemeinfrei.
- Abb. 35:** Birgit Schneider, Thomas Nocke und Magnus Heitzler, Potsdam Institut für Klimafolgenforschung.
- Abb. 36:** Gustav Hellmann: Die ältesten Karten der Isogonen, Isoklinen, Isodynamen, Berlin 1895, gemeinfrei.
- Abb. 37:** © Staatsbibliothek zu Berlin – PK.
- Abb. 38:** Hanno Beck, Wolfgang-Hagen Hein: Humboldts Naturgemälde der Tropenländer und Goethes ideale Landschaft. Zur ersten Darstellung der Ideen zu einer Geographie der Pflanzen, Stuttgart 1989, © Staatsbibliothek zu Berlin – PK.
- Abb. 39:** © Staatsbibliothek zu Berlin – PK.
- Abb. 40:** © Staatsbibliothek zu Berlin – PK.
- Abb. 41:** Alexandre de Humboldt: Des lignes isothermes de la distribution de la chaleur sur le globe. In: Mémoires de physique, et de chimie, de la Société d'Arcueil. 3, 1817, © Staatsbibliothek zu Berlin – PK.
- Abb. 42:** W. Steffen, W. Broadgate, L. Deutsch, O. Gaffney and C. Ludwig
- (2015), The Trajectory of the Anthropocene: the Great Acceleration, The Anthropocene Review. Map & Design: Félix Pharand-Deschênes/Globaïa.
- Abb. 43:** © Christine Würmell, VG-Bildkunst.
- Abb. 44:** WikiCommons.
- Abb. 45:** Anton L. Hickmann: Hickmanns Geographisch-Statistischer Universal-Taschenatlas, Wien/Leipzig 1912, gemeinfrei.
- Abb. 46:** Michael E. Mann, Raymond S. Bradley, Malcolm K. Hughes: Northern Hemisphere Temperatures During the Past Millennium: Inferences, Uncertainties, and Limitations. *Geophysical Research Letters*, 26, 759–762, Abb. 3, © Geophysical Research Letters.
- Abb. 47:** IPCC, Working Group I, TAR, Fig. 2.20.
- Abb. 48:** IPCC, Working Group I, TAR, Fig. 2.21 und AR5, Fig. 5.7.
- Abb. 50:** Eine unbequeme Wahrheit, DVD, 2006, © Paramount Pictures, 2004.
- Abb. 51:** William Playfair: The Commercial and Political Atlas, London 1786, gemeinfrei.
- Abb. 52:** Arctic Council: Impacts of Warming Arctic, Cambridge 2004, S. 3, gemeinfrei.
- Abb. 53:** Abgedruckt mit Erlaubnis von Eric Wolff.
- Abb. 54:** Le Monde diplomatique (Hrsg.): Atlas der Globalisierung Spezial: Klima, Berlin 2008, S. 33, © Le Monde diplomatique.
- Abb. 55:** <http://www.roadtripamerica.com/roadside/Minnesota-Eveleth-Worlds-Largest-Hockey-Stick.htm> (Stand 3/2017), Photo: Rod Ness 1/13/07.
- Abb. 56:** Tea Mäkipää and Halldór Úlfarsson: Atlantis, 2007, aus Andrew

- Brown: Art & Ecology Now, London: Thames & Hudson 2014. © Tea Mäkipää.
- Abb. 57:** <https://www.dkrz.de/about/media/galerie/Vis/vulkane/yellowstone-supervulkan>
- Simulation: Claudia Timmreck, Ulrike Niemeier (MPI-M); Visualisierung: Michael Böttiger, DKRZ, © DKRZ, 2011.
- Abb. 58:** IPCC, Working Group I, FAR, SAR, TAR, AR4.
- Abb. 59:** John Theodore Houghton et al. (Hrsg.): Introduction, in: Dies.: Climate Change. The IPCC Scientific Assessment (FAR), Cambridge 1990, xxxv.
- Abb. 60:** John Theodore Houghton et al. (Hrsg.): Climate Change 1995. The Science of Climate Change (SAR). Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge (Cambridge University Press) 1995, S. 55.
- Abb. 61:** John Theodore Houghton et al. (Hrsg.): Climate Change 2001. The Scientific Basis (TAR). Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge (Cambridge University Press) 2001, 88.
- Abb. 62:** Susan Solomon et al. (Hrsg.): Climate Change 2007. The Physical Science Basis (AR4). Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC, Cambridge (Cambridge University Press) 2007, 104.
- Abb. 63:** IPCC, Working Group I, AR4, Fig. 1.2.
- Abb. 64:** <https://www2.ucar.edu/climate/faq#t2539n1350>, National Center for Atmospheric Research.
- Abb. 65:** © Mike Adams, Dan Berger.
- Abb. 66:** <http://www.eike-klima-energie.eu/climategate-anzeige/tornadoland-deutschland/>
- Abb. 67:** CO<sub>2</sub>-science. »Comparison of plant growth under two different CO<sub>2</sub> concentration conditions«. Online video, 2010. [wattsupwiththat.com/2011/09/29/plants-gobbling-up-co2-45-more-than-thought/](http://wattsupwiththat.com/2011/09/29/plants-gobbling-up-co2-45-more-than-thought/) Standard-YouTube-Lizenz.
- Abb. 68:** Blog: [wattsupwiththat.com](http://wattsupwiththat.com).
- Abb. 69:** Figure 2: Robert Jastrow, William A. Nierenberg and Frederik Seitz. »Comparision between observed global average temperature and calculations by Hansen et al.,« Global warming: What does the science tell us? Graph. 1991. [www.sciencedirect.com/science/article/pii/0360544291900068](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0360544291900068), gemeinfrei.
- Abb. 70:** Hansen et al., *Science* 213: 957 (1981).
- Abb. 71:** Eigil Friis-Christensen, and Knud Lassen: Length of the Solar Cycle. An Indicator of Solar Activity Closely Associated with Climate, Science, New Series, Vol. 254, Nr. 5032, 698–700, 1991.
- Abb. 72:** © 2009 American Institute of Physics.
- Abb. 73:** Joseph D'Aleo. »Correlation Last Decade and This Century CO<sub>2</sub> and Global temperatures Not There.« Paper published by SPPI (Science and Public Policy Institute). Graph, 2008. [http://icecap.us/images/uploads/Correlation\\_Last\\_Decade.pdf](http://icecap.us/images/uploads/Correlation_Last_Decade.pdf) Source: Science and Public Policy Institute, <http://science-andpublicpolicy.org/>
- Abb. 74:** CFACT (Committee for a Constructive Tomorrow). »No global warming for 16 years.« Photo, 2013.
- Abb. 75:** <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2217286/Global-warming-stopped-16-years-ago-reveals->

Met-Office-report-quietly-released-chart-prove-it.html. Accessed December 3, 2013, © Ben Weller.

**Abb. 76:** Met Office, <http://www.met-office.gov.uk/research/monitoring/climate/surface-temperature>, Crown Copyright and Government Licence.

**Abb. 77:** Steve Goreham. The Mad, Mad, Mad World of Climatism. Graph. New Lenox: New Lenox Books, 2012: 63.

**Abb. 78:** Steve Goreham: Climatism!, Graph. New Lenox: New Lenox Books, 2010, S. 381.

**Abb. 79:** © Agence Litteraire Lora Fountain & Associates.

**Abb. 80:** Wikicommons.

**Abb. 81:** Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows, Jørgen Randers and William W.: Limits to Growth, A Potomac Associates book, 1972, p.19. Licence under Creative Commons BY-NC.

**Abb. 82:** IPCC, Working Group II, AR5, Box TS5, Fig. 1.

**Abb. 83:** Stian Westlake, Don't stop thinking about tomorrow: A modest defence of futurology, hrsg. von NESTA, 2013, S. 9. Creative Commons BY-NC-SA.

**Abb. 84:** Collage angefertigt von B. Schneider aus Abb. 82 und 79.

**Abb. 85:** IPCC, Working Group I, AR5, SPM Fig. 1.

**Abb. 86:** © Mike Kelley.

**Abb. 87:** IPCC, Working Group I, AR5, Fig. TS-13.

**Abb. 88:** Ottmar Edenhofer unter Mitarbeit von Martin Kowarsch und Dr. Christian Flachsland.

Foto © Willy Gisler.

**Abb. 89:** © Javier Martinez Zarracina.

**Abb. 90:** Gemeinfrei.

**Abb. 91:** © Annette Tison/Talus Taylor.

**Abb. 92:** Courtesy the artist; Foto: Achim Kukulies, [akukulies@freenet.de](mailto:akukulies@freenet.de).

**Abb. 93:** Foto der NASA/Apollo 17 Besatzung, entweder von Harrison Schmitt oder Ron Evans, public domain, Image courtesy of NASA Johnson Space Center.

**Abb. 94:** Gemeinfrei.

**Abb. 95:** Tim Ingold: Being Alive, 2011, S. 95.

**Abb. 96:** Gemeinfrei.

**Abb. 97:** Carl Ritter: Sechs Karten von Europa, 1806, © Staatsbibliothek zu Berlin – PK.

**Abb. 98:** © DKRZ, Hamburg.

**Abb. 99:** IPCC, Working Group I, AR5, SPM Fig. 8.

**Abb. 100:** © DKRZ / MPI-M / M & D.

**Abb. 101:** Siehe Abb. 93 und 100.

**Abb. 102:** © Staatsbibliothek zu Berlin – PK.

**Abb. 103:** © Thomas Nocke/Birgit Schneider.

**Abb. 104:** © Fox Searchlight Pictures.

**Abb. 105:** © Potsdam Institut für Klimafolgenforschung.

## Anmerkungen

1 Bruno Latour: *Science in Action. How to Follow Scientists and Engineers Through Society*, Cambridge 1987, S. 215–257.

2 Lee Brasseur: *Florence Nightingale's Visual Rhetoric in the Rose Diagrams*, in: *Technical Communication Quarterly*, 14.2, 2005, S. 161–182.

3 Roland Barthes: *Rhetorik des Bildes (»Rhétorique de l'image«)*, in: Ders.: *Der entgegenkommende und der stumpfe Sinn (»L'obvie et l'obtus«)*, Frankfurt a. M. 2005.

4 Vgl. Horst Bredekamp/Birgit Schneider/Vera Dünkel: Editorial: Das Technische Bild, in: Horst Bredekamp/Birgit Schneider/Vera Dünkel (Hrsg.): *Das Technische Bild. Kompendium für eine Stilgeschichte wissenschaftlicher Bilder*, Berlin 2008, S. 8–11, hier S. 8. Dies ist die aus der Analyse entwickelte Grundannahme vieler wissenschafts-historischer Ansätze.

5 Bruno Latour: *Why Has Critique Run out of Steam? From Matters of Fact to Matters of Concern*, in: *Critical Inquiry* 30 (2), Winter 2004, S. 225–248.

6 Vgl. den gleichnamigen Katalog: Anne Sophie Witzke/Sune Hede (Hrsg.): *Rethink: Contemporary Art & Climate Change*, Copenhagen 2009.

7 Peter Rudiak-Gould: „We Have Seen It with Our Own Eyes.“ Why We Disagree on Climate Change Visibility, in: *Weather Climate Society*, 2013, 5, S. 120–132.

8 Vgl. Thomas Macho: *Wetter machen*, in: Petra Lutz/Thomas Macho (Hrsg.):

2°. Das Wetter, der Mensch und sein Klima, Göttingen 2008, S. 132–137, hier S. 134. Vgl. hierzu auch Julien Knebusch: *Art and Climate (Change) Perception: Outline of a Phenomenology of Climate, in Sustainability: A New Frontier for the Arts and Cultures*, hrsg. von Sasha Kagan/Volker Kirchberg, Frankfurt a. M. 2008, S. 242–261; Peter Sloterdijk: *Sphären 2. Globen*, Frankfurt a. M. 2004.

9 Ziad Mahayni: *Feuer, Wasser, Erde, Luft. Eine Phänomenologie der Natur am Beispiel der vier Elemente*, Rostock 2003, S. 19.

10 Alexander von Humboldt: *Kosmos. Entwurf einer physischen Weltbeschreibung*, Frankfurt a. M. [1845–1862] 2004, S. 340.

11 Gernot Böhme in Rekurs auf Hermann Schmitz. Böhme: *Atmosphäre als Grundbegriff einer neuen Ästhetik*, in: *Essays zur neuen Ästhetik*, Berlin 2013, S. 21–48, hier S. 31.

12 Humboldt in einem Brief an Johann Wolfgang von Goethe, 1810, in: Goethes Briefwechsel mit Wilhelm und Alexander von Humboldt, hrsg. von Ludwig Geiger, Berlin 1909, S. 305.

13 Humboldt: *Kosmos*, S. 384 u. S. 363.

14 Ebd., S. 397.

15 Ebd., S. 244.

16 Ebd., S. 385.

17 Ebd., S. 384.

- 18 Ebd., S. 244.
- 19 Mahayni: Feuer, Wasser, Erde Luft, S. 20.
- 20 Vgl. Edward B. Titchener: The Psychophysics of Climate, in: *Journal of Psychology*, XX, 1, 1909, S. 1–14; Robert Ward: Sensible Temperatures, in: *Bulletin of the American Geographical Society*, XXXVI, 3, 1904, S. 129–138.
- 21 Eine Darstellung der Forschungen von J. W. Osborne findet sich unter dem Titel: *Sensible Temperatures or the Curve of Comfort*, in: *Monthly Weather Review*, August 1898, S. 362 f.
- 22 Pointers of Temperature. Something about the Curve of Comfort, Sacramento Daily Union, Volume 96, Number 91, 20. November 1898, S. 2.
- 23 Victor Conrad: Handbuch der Klimatologie, Bd. 1, Teil B, Die klimatologischen Elemente und ihre Abhängigkeit von terrestrischen Einflüssen, Berlin 1936, S. III.
- 24 Spencer R. Weart: *The Discovery of Global Warming*, Cambridge 2003.
- 25 Alexander Gottlieb Baumgarten: Theoretische Ästhetik: Die grundlegenden Abschnitte aus der Aesthetica. Übers. u. hrsg. von Hans Rudolf Schweizer, Hamburg 1988, S. 3.
- 26 Hans-Jörg Rheinberger: Experimentalsystem und epistemische Dinge. Eine Geschichte der Proteinsynthese im Reagenzglas, Göttingen 2002, S. 24.
- 27 Theodor Reye: Die Wirbelstürme, Tornados und Wettersäulen in der Erd-Atmosphäre mit Berücksichtigung der Stürme in der Sonnen-Atmosphäre, Hannover 1872.
- 28 Das Frontispiz fehlte in der Ausgabe der Staatsbibliothek Berlin von 1872, es ist der Auflage von 1880 beigegeben.
- 29 Martina Heßler (Hrsg.): Konstruierte Sichtbarkeit. Wissenschafts- und Technikbilder seit der Frühen Neuzeit, München 2006.
- 30 Ralf Konersmann: Unbehagen der Natur. Veränderungen des Klimas und der Klimasemantik, in: Lutz/Macho: 2°, S. 32–73, hier S. 32.
- 31 Jakob von Uexküll: Umwelt und Innenwelt der Tiere, Berlin 1909, S. 219.
- 32 Jakob von Uexküll/Friedrich Brock: Das Institut für Umweltforschung, in: Ludolf Brauer et al. (Hrsg.): Forschungsinstitute, ihre Geschichte, Organisation und Ziele, Bd. 2, Hamburg 1930, S. 233–237, hier S. 233.
- 33 Ebd., S. 218.
- 34 Das Buch ist von zahlreichen Abbildungen durchsetzt, mit denen Uexküll die jeweiligen Wahrnehmungsweisen darstellen wollte, also die Umwelt der Fliege, des Seeigels etc. Der Astronom ist das letzte Bild dieses schmalen Buches. Vgl. Jakob von Uexküll: Streifzüge durch die Welten von Tieren und Menschen, Frankfurt a. M. [1934] 1970.
- 35 Ebd., S. 101.
- 36 Werner D. Fröhlich (Hrsg.): Die verstellte Welt: Beiträge zur Medienökologie, Frankfurt a. M. 1988.
- 37 Vgl. John Durham Peters: *The Marvelous Clouds, Toward a Philosophy of Elemental Media*, Chicago, IL 2015.
- 38 Vgl. Mahayni: Feuer, Wasser, Erde Luft, S. 271.
- 39 Vgl. ebd., S. 222 f.
- 40 Diese Beobachtung begann McLuhan parallel zum allgemeinen Bedeutungszuwachs des Begriffes »environment« in den 1960er-Jahren quer durch alle Lebensbereiche und Disziplinen intensiv in sein Denken über Medien zu integrieren. Vgl. Marshall McLuhan/Quentin Fiore: *The Medium is the Massage. An Inventory of Effects*, New York 1967 und McLuhan: *The Playboy Interview*: Marshall McLuhan, *Playboy Magazine*, März 1969, S. 53–74.
- 41 Gernot Böhme [mit Hartmut Böhme]: Feuer, Wasser, Erde, Luft. Eine Kulturgegeschichte der Elemente, München 1996, S. 291.
- 42 So das zentrale, der Ungreifbarkeit von Luft entgegengesetzte Argument von Mahayni: Feuer, Wasser, Erde Luft, S. 216.
- 43 Marshall McLuhan: Die magischen Kanäle. *Understanding Media*, Dresden/Basel 1995, S. 23.
- 44 Sybille Krämer: Das Medium als Spur und als Apparat, in: Dies. (Hrsg.): *Medien, Computer, Realität. Wirklichkeitsvorstellungen und Neue Medien*, Frankfurt a. M. 1998, S. 73–94, hier S. 74.
- 45 Heinrich Dove: Meteorologische Abhandlungen. Berlin 1837, S. 3.
- 46 Eine Betrachtung elementarer Medien im Zusammenhang mit Wahrnehmung steht auch im Zentrum einer ökologischen Perspektive auf die Wahrnehmung der Umgebung beim Psychologen James J. Gibson: *The Ecological Approach to Visual Perception*, New York [1979] 1986.
- 47 Watsuji Tetsuro: *Fudo – Wind und Erde. Der Zusammenhang von Klima und Kultur*, übersetzt von Dora Fischer-Barnicol und Okochi Ryogi, Berlin 2017, S. 13.
- 48 Vgl. Knebusch: *Art and Climate (Change) Perception*; Rudiak-Gould: »We Have Seen It with Our Own Eyes.«
- 49 Rob Nixon: *Slow Violence and the Environmentalism of the Poor*, Harvard 2011.
- 50 Vgl. Rudiak-Gould: »We Have Seen It with Our Own Eyes«, S. 121.
- 51 Vgl. hierzu das Konzept des anthropologischen Ortes bei Marc Augé: *Orte und Nicht-Orte, Vorüberlegungen zu einer Ethnologie der Einsamkeit*, Frankfurt a. M. 1994.
- 52 Vgl. Lutz/Macho: 2°, S. 132.
- 53 Unter dem Titel *Moralische Phantasien* kuratierte Raimar Stange eine Kunstausstellung zum Klimawandel. Vgl. Raimar Stange (Hrsg.): *Kunst und Klima. Moralische Phantasien*, Nürnberg 2008.
- 54 So Lorraine Daston in ihrem Vortrag *The Passions of The Unnatural* auf der Tagung *The Artwork between Technology and Nature* im Statens Museum for Kunst, Kopenhagen 2010. Vgl. Dies.: *Wunder, Beweise und Tatsachen. Zur Geschichte der Rationalität*, Frankfurt a. M. 2001.
- 55 Zum Einzug dieses Begriffs in die deutsche Politik- und Alltagssprache siehe Anita Engels, Petra Pansegrouw/Peter Weingart: *Von der Hypothese zur Katastrophe: der anthropogene Klimawandel im Diskurs zwischen Wissenschaft, Politik und Massenmedien*, Opladen 2002. Zur Problematik der Metapher Klimawandel siehe Elisabeth Wehling: *Politisches Framing. Wie eine Nation sich ihr Denken einredet – und daraus Politik macht*, Köln 2017, Kapitel 12.
- 56 Gernot Böhme: Für eine ökologische Naturästhetik, Frankfurt a. M. 1993, S. 8.
- 57 Ebd.
- 58 Vgl. Witzke: *Rethink*; Florian Waldvogel et al. (Hrsg.): *Apokalypse now. Kunst zur Klimakatastrophe*, Kunstverein Hamburg, Hamburg 2010;

Himmelsbach: Ökomedien-Ecomedia. Ökologische Strategien in der Kunst heute, Edith-Russ-Haus für Medienkunst, Ostfildern-Ruit 2007; Andrew Brown (Hrsg.): Art & Ecology Now, London 2014.

59 Sabine Himmelsbach: Veränderung ist möglich, in: Himmelsbach: Ökomedien-Ecomedia, S. 11–21, hier S. 21.

60 Vera Tollmann: Der Vorteil der Kunst, in: Waldvogel: Apokalypse now, S. 35 f., hier S. 35. »Kunst muss keine Lösungen liefern. Mit der künstlerischen Praxis kann Sichtbarkeit hergestellt werden für ein Thema, das gewöhnlich in dramatischen Katastrophenbildern oder Datenkurven zum Bild wird. Ihr Publikum kann die Kunst mit kritischen Aussagen stören, mit auf Umwegen gefundenen neuen Gedanken oder unangenehmen Informationen konfrontieren, einen schwer greifbaren Komplex wie den Klimawandel zu einer ästhetischen Erfahrung machen und Dringlichkeit vermitteln.«

61 Verschiedene Zitate aus dem Katalog *Rethink*, hrsg. von Anne-Sophie Witzke: »[...] we need to change our perception of our environment in order to better understand and deal with it. In other words, it is a cultural, epistemological challenge.« (Soren Pold, S. 30); »The artists do not offer solutions to the problems, but images which can be employed as tools for reflection, discussion, insight – and possibly action.« (Elisabeth Delin Hansen, S. 12); »Art is a field where changes and altered premises for our existence are often recorded and implemented faster than in other parts of society.« (Marianne Torp, S. 10); »[...] artists also got involved in the

discussion, providing an alternative to the authority of scientific expertise and political systems.«; »The exhibition presents works by prominent artist from the Nordic countries and from the rest of the world, each in its own way formulating strategies for how we must rethink categories and phenomena that we usually take for granted.« (Anne Sophie Witzke, S. 9).

62 »[...] artistic projects are able to withstand a far higher level of risk than typical scientific experiments, which often come with expectations of tangible results or even profit for their funders.« Brown: Ecology & Art Now, S. 8.

63 Vgl. Tollmann: Der Vorteil der Kunst, S. 35. Hier setzt ebenso der gesellschaftspolitische Auftrag an Künstler und Künstlerinnen an, wie er z. B. in den letzten Jahren durch die Deutsche Kulturstiftung des Bundes geäußert wird. Mit ihrem Programm »Kultur der Nachhaltigkeit« förderte und initiierte sie gezielt eine große Zahl von Ausstellungen.

64 Bruno Latour beispielsweise skizziert in seinem Buch *Kampf um Gaia* eine Vielfalt von Möglichkeiten, wie Menschen vom Wissen um den Klimawandel zu einer Politik gelangen könnten. Bruno Latour: Kampf um Gaia, Berlin 2017.

65 »This is the face of the surface of our planet if you look at the atmosphere. It is red. The world has been warming. The trend that you see is clearly given as colors of red.« Zitat aus dem Mitschnitt der Pressekonferenz der IPCC anlässlich der Veröffentlichung des neuen Berichts der Working Group 1, 27. September 2013 in Stockholm.

66 »I found out that most people are like me – they want to acquire a general

knowledge of their environment both in their own country and abroad, but it is only as laymen and not as experts that they wish to do this. Experts can tell us of their results but they cannot make decisions for us, since they are swayed by their own desires and individual outlook. Therefore, whenever the fate of individuals and communities is at stake we need some comprehensive knowledge to help us make our own decisions. It is for this that I think visual aids are so important, especially when we wish to educate ourselves and others in citizenship.« Otto Neurath: From Hieroglyphics to Isotype. A Visual Biography, London 2010, S. 7.

67 Ulrich Beck: Weltrisikogesellschaft. Auf der Suche nach der verlorenen Sicherheit, Frankfurt a. M. 2008, S. 30.

68 Sybilla Nikolow/Lars Bluma: Zirkulation der Bilder zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit, in: Bernd Hüppauf/Peter Weingart (Hrsg.): Frosch und Frankenstein, Bilder als Medium der Popularisierung von Wissenschaft, Bielefeld 2009, S. 45–78, hier S. 48.

69 »We are left constructing our own mental maps of the crisis of climate change, drawing upon our world-views, our personal experiences of climatic dangers, and our implicit hierarchies of trust in the multiple voices we hear and read that are trying to gain our attention.« Mike Hulme: Why We Disagree on Climate Change, Cambridge 2009, S. 207 (übersetzt ins Deutsche als »Streitfall Klimawandel«, 2014).

70 Monografien und Sammelbände zum Thema sind: Thomas Nocke/Birgit Schneider (Hrsg.): Image Politics of Climate Change. Visualizations, Imaginations, Documentations, Bielefeld 2014; Libby Lester/Brett Hutchins: Environmental Conflict and the Media, New York 2013; James Painter: Climate Change in the Media. Reporting Risk and Uncertainty, London 2013; Julie Doyle: Mediating Climate Change. Farnham 2011; Stephen Sheppard: Visualizing Climate Change. London 2012; Mark Monmonier: Air Apparent: How Meteorologists Learned to Map, Predict, and Dramatize Weather, London/Chicago 1999.

71 Vgl. Kevin Michael DeLuca: Image Politics: The New Rhetoric of Environmental Activism, New York 1999; Kathryn Yusoff: Mapping the Disaster: Global Prediction and the Medium of »Digital Earth«, in: Wild Nature and the Digital Life, Special Issue, Leonardo Electronic Almanac, Bd. 14, 7–8, 2006, S. 1–11; Sacha Kagan/Volker Kirchberg (Hrsg.): Sustainability: A New Frontier for the Arts and Cultures, Frankfurt a. M. 2008, S. 242–261; Kate Manzo: Beyond Polar Bears? Re-envisioning Climate Change. Meteorological Applications, 2010, 17 (2), S. 196–208; Dies.: Imaging Vulnerability. The Iconography of Climate Change, Area 2010, 42, 1, S. 96–107; Lynda Walsh: Visual Strategies to Integrate Ethos Across the »is/ought« Divide in the IPCC's Climate Change 2007: Summary for Policy Makers, in: POROI 6.2, Januar 2010: Article 4; Birgit Schneider: Image Politics: Picture Uncertainty. The Role of Images in Climatology and Climate Policy, in: Gabriele Gramelsberger/Johann Feichter (Hrsg.): Climate Change and Policy. The Calculability of Climate Change and the Challenge of Uncertainty,

Berlin/Heidelberg 2011, S. 191–209; Birgit Schneider: Climate Model Simulation Visualization from a Visual Studies Perspective, in: WIREs Climate Change 3, Nr. 2, März/April 2012, S. 185–93; Elke Grittmann: Visuelle Konstruktionen von Klima und Klimawandel in den Medien: Ein Forschungsüberblick, in: Irene Neverla/Mike S. Schäfer (Hrsg.): Das Medien-Klima: Fragen und Befunde der kommunikationswissenschaftlichen Klimaforschung, Wiesbaden 2012, S. 171–196; Leon Gurevitch: Google Warming: Google Earth as eco-machinima, in: The International Journal of Research into New Media Technologies 2014, Bd. 20 (1), S. 85–107; als Kataloge seien exemplarisch genannt: Brown: Ecology & Art Now; Himmelsbach: Öko-medien-Ecomedia; Sidney I. Dobrin/Sean Morey (Hrsg.): Ecosse: Image, Rhetoric, Nature, New York 2009; Johannes Ebert/Andrea Zell (Hrsg.): klima kunst kultur. Der Klimawandel in Kunst und Kulturwissenschaften, Göttingen 2014. 72 Den Begriff »Viskurs« führte Karin Knorr-Cetina für den Gebrauch von Bildern in der Physik ein. Karin Knorr-Cetina: »Viskurse« der Physik. Wie visuelle Darstellungen ein Wissenschaftsgebiet ordnen, in: Jörg Huber/Martin Heller (Hrsg.): Konstruktionen Sichtbarkeiten, Zürich 1999, S. 245–261, hier S. 247. 73 Philipp Sarasin: Geschichtswissenschaft und Diskursanalyse, Frankfurt a. M., S. 33. 74 Ludwik Fleck: Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv, Frankfurt a. M. 1980, S. 150.

75 Ebd., S. 187. 76 Ebd., S. 183. 77 Auch wenn der IPCC verlangt, dass zu einem Bild immer Bildunterschriften gehören, zeigt die Praxis, dass diese Anforderung selten erfüllt wird. 78 Hans-Jürgen Goertz: Unsichere Geschichte: Zur Theorie historischer Referentialität, Stuttgart 2001, S. 58. 79 Ebd. 80 Zum Zusammenhang von Raum und Zeit vgl. Aristoteles: Physik. Vorlesung über die Natur, übersetzt und mit einer Einleitung und Anmerkungen von Günter Zekl, Bd. 2, in: Philosophische Schriften, Hamburg 1988, S. 219a–220a; vgl. zu diesem Zusammenhang auch Karen Gloy: Zeit. Eine Morphologie, Freiburg/München 2006. 81 Hasok Chang: Inventing Temperature. Measuring and Scientific Progress, Oxford/New York 2004. 82 Hierfür steht insbesondere Alexander von Humboldts Isothermenkarte von 1817, in welcher er mittels Linien die Erde in Klimazonen einteilt. Vgl. hierzu: Wilhelm Meinardus: Die Entwicklung der Karten der Jahresisothermen von Alexander von Humboldt bis auf Heinrich Wilhelm Dove, in: Wolfgang Eriksen (Hrsg.): Wege der Forschung, Klimageographie, Darmstadt 1985, Bd. 615, S. 141–182. Vgl. das folgende Kapitel zu diesem Thema. 83 Adolf Schmidt: Über die Verwendung trigonometrischer Reihen in der Meteorologie, Gotha 1894, S. 18–22, zitiert nach Carl Schneider-Carius: Wetterkunde, Wetterforschung. Geschichte ihrer Probleme und Erkenntnisse in Dokumenten aus drei Jahrtausenden, Freiburg/München 1955, S. 169.

84 Urban Schertenleib: Die Wetterkarte bis zur Einführung der Frontentheorie 1918/1919, Diplomarbeit Zürich 1989, S. 19. 85 »What took them so long? The ›so long‹ here is 33 years, give or take, and the ›them‹ is the members and subscribers, and scientific heirs of the Meteorological Society of Palatinate«. Mark Monmonier: Air Apparent. How Meteorologists Learned to Map, Predict, and Dramatize Weather, Chicago/London 1999, S. 18. 86 Vgl. Michael Börngen: Heinrich Wilhelm Brandes (1777–1834). Erfinder der Wetterkarten, Leipzig 1817/1826, Leipzig 2017, S. 29–32. 87 Heinrich Wilhelm Brandes: Dissertation physica de repentinis variationibus in pressione atmosphaerae observatis, Leipzig 1826. 88 Brandes bezeichnete seine Karten als Illuminationen. Vgl. Wilhelm Brandes: Aus einem Schreiben des Professor Brandes meteorologischen Inhalts: Gilberts Ann. Phys. U. Chemie 55, 1817, S. 112–114, zitiert nach Schneider-Carius: Wetterkunde, S. 156. 89 Alexander von Humboldt: Des Lignes isothermes et de la distribution de la chaleur sur le globe, in: Mémoires de physique et de chimie de la Société d'Arcueil, 1817, Bd. III, S. 462–602. 90 Vgl. Gillen Wood: Vulkanwinter 1816. Die Welt im Schatten des Tambora, Darmstadt 2015. 91 Vgl. Alexander von Humboldt: Kleinere Schriften, 1. Bd., in: Geognostische und physikalische Erinnerungen, Stuttgart 1853, S. 281. 92 Wilhelm Brandes: Aus einem Schreiben des Professor Brandes meteorologischen Inhalts, Breslau, 1. Dez. 1816, in: Annales der Physik, Leipzig 1817, S. 112–114, hier S. 112 f. 93 Die folgenden Gedanken sind von Friedrich Kittlers Archäologie des Wissens und der Medien geleitet. Vgl. Ders.: Aufschreibesysteme 1800–1900, München [1985] 1995. 94 Martin Campbell-Kelly et al. (Hrsg.): The History of Mathematical Tables. From Sumer to Spreadsheets, Oxford 2007, S. 10. 95 Vgl. Rüdiger Glaser: Klimageschichte Mitteleuropas: 1200 Jahre Wetter, Klima, Katastrophen, Darmstadt 2008. Die Aufzeichnungsform dieses Wissens ist jedoch weder systematisch im Sinne der Messung oder der Regelmäßigkeit, noch beschreibend im Sinne einer Chronik. 96 So kennt die Wissenschaftsgeschichte das handschriftliche Werk *Syntaxis* von Claudius Ptolemys (85–165). Seine astronomischen Tabellen wurden wieder und wieder übertragen und in viele Sprachen übersetzt, ebenso die astronomischen Tabellen von al-Khwarizmi (780–850), die Bestandteil des frühesten erhaltenen arabischen Traktats der Astronomie sind. Vgl. Campbell-Kelly: The History of Mathematical Tables, S. 6. 97 Wie z. B. die Toledaner Tafeln aus dem 11. Jahrhundert, in denen arabische Gelehrte die Ergebnisse von mehreren Messreihen zusammentrugen und die bis ins 14. Jahrhundert bekannt waren, oder die Alfonsine Tafeln, die zwischen 1263 und 1272 durch eine Gruppe von fünfzehn Astronomen zusammengetragen wurden und bis in spätere Jahrhunderte von Einfluss

- waren. Vgl. Campbell-Kelly: *The History of Mathematical Tables*, S. 6.
- 98** Z. B. Nevil Maskelyne und Jerome Lalande, die ihren Briefwechsel auch während des England-Frankreich-Krieges weiterführten. Campbell-Kelly: *The History of Mathematical Tables*, S. 7.
- 99** Vgl. Ephemerides novae motuum coelestium seculi decimi octavi, Prima & Secunda Ad Annos Aerae Christianae 1701 & 1702. Kepler wurde 1601 Tycho Brahes Nachfolger als kaiserlicher Mathematiker Kaiser Rudolfs II. Den ersten Band seiner Beobachtungen brachte er im Jahr 1627 in Ulm heraus.
- 100** Ephemerides Nova. Motuum Coelestium, Complexa annos a M.DC.XXIX, in: M.DC.XXXVI, in: quibus & Tabb. Rudolphi iam perfectis, Et Socia Opera Clariss. Viri Dn. Jacobi Bartschii, Med. Doct. est usus, Hrsg.: Johannes Kepler/Johann Carl Friedrich Leune/Johann Georg Richter, Sagani Silesiorum 1630.
- 101** So hatten Astronomen herausgefunden, dass Messungen der Strahlung von Himmelskörpern von Temperatur, Luftdruck und Luftfeuchtigkeit beeinflusst werden.
- 102** Schneider-Carius: *Wetterkunde*, S. 58.
- 103** Auch die Bordbücher folgten einer kalenderischen Ordnung. Die Formulare waren bis ins frühe 19. Jahrhundert selbst anzulegen, später wurden vorgedruckte Formulare ausgeliefert. Wetterzustände wurden täglich dokumentiert. Die Bordbücher sind oftmals in Tagebuchform geführte, hintereinander gesetzte Eintragen. Ein besonders aufwändiges Beispiel ist das Bordbuch der *Betsey*, das der Kapitän Nicholas Pocock 1766/67 führte. Jeder Tag ist unterteilt in sechs Spalten, wobei die sechste Spalte sogar je eine mit Tinte gemalte Abbildung der Dreimastfregatte unter Segeln zeigt, angepasst an die täglichen Witterungsbedingungen. Das Original liegt im National Maritime Museum, Greenwich, London.
- 104** Barbara Segelken: *Bilder des Staates. Kammer, Kasten und Tafel als Visualisierungen staatlicher Zusammenhänge*, Berlin 2010.
- 105** Gottfried Wilhelm Leibniz: Entwurff gewißer Staats-Tafeln [1680], in: Preussische Akademie der Wissenschaften/Akademie der Wissenschaften DDR (Hrsg.): *Sämtliche Schriften und Briefe. Vierte Reihe: Politische Schriften*, Berlin 1986, Bd. 3, S. 340–349.
- 106** Segelken: *Bilder des Staates*, S. 15.
- 107** Joseph Vogl: *Kalkül und Leidenschaft. Poetik des ökonomischen Menschen*, München 2002, S. 58 u. 61.
- 108** Ramón M. Reichert: *Die Arbeitsmaschine. Dokumente zu Sozialtechnologie und Rationalisierung*, in: Brigitte Felderer (Hrsg.): *Wunschmaschine Welterfindung. Eine Geschichte der Technikvisionen seit dem 18. Jahrhundert*, Wien/New York 1996, S. 119–144, hier S. 119. Vgl. auch: Michel Foucault: *Überwachen und Strafen: Die Geburt des Gefängnisses*, Frankfurt a. M. 1989.
- 109** Zitiert nach Albert Cappel: *Das Wetter und seine Aufklärer. Johann Jakob Hemmer in Mannheim*, in: *Photorin*, 8 (10), Januar 1986, S. 14–26, hier S. 21.
- 110** Vgl. Monmonier: *Air Apparent*, S. 18 f.
- 111** Vgl. die Stadtchroniken Mannheims von Friedrich Walter: *Mannheim in Geschichte und Gegenwart*, Mannheim 1907, Bd. 1, S. 722, Bd. 2, S. 598.
- 112** Zeitgleich hatte dieser den Militärgarten (Englischen Garten) in München anlegen lassen.
- 113** Hemmers lateinische Beobachteranleitung wurde veröffentlicht in den *Ephemeriden* (1781), hier zitiert aus der Übersetzung von Schneider-Carius: *Wetterkunde*, S. 127.
- 114** Carius: *Wetterkunde*, S. 128.
- 115** Cappel: *Das Wetter und seine Aufklärer*, S. 25.
- 116** Kai Budde: *Hemmer: Geistlicher, Sprachforscher, Physiker und Meteorologe*, in: Gerhard Bauer (Hrsg.): »*Di Fernunft siget*«: Der kurpfälzische Universalgelehrte Johann Jakob Hemmer, New York 2010, S. 35.
- 117** Vgl. Laura Tilling: *Early Experimental Graphs*, in: *The British Journal for the History of Science*, November 1975, Bd. 8 (3), S. 193–213, hier S. 195.
- 118** Im Unterschied zu den Aufzeichnungen vom Januar ist nun ein zweites externes Thermometer aufgelistet, welches abweichende Temperaturen zum ersten Thermometer liefert.
- 119** Siehe Cosimo Collini: *Über die Überschwemmung des Neckars bei Mannheim mit Beweisen und Erläuterungen*, Mannheim 1790, darin ein Stadtplan von Mannheim mit eingezeichnetem Gebiet der Überschwemmung 1789.
- 120** Diesen Begriff prägte Paul Edwards, um den Zusammenschluss aus Menschen, Netzen und Technik im Falle der Wetternetze zu beschreiben. Paul Edwards: *A Vast Machine: Computer Models, Climate Data, and the Politics of Global Warming*, London 2010.
- 121** »*Meteorological cartography ran like a clockwork*«. Monmonier: *Air Apparent*, S. 7.
- 122** Ebd.
- 123** »*Major table-making-projects*«, Campbell-Kelly: *The History of Mathematical Tables*, S. 10.
- 124** Sybilla Nikolow: *A. F. W. Crome's Measurements of the »Strength of the State«: Statistical Representations in Central Europe around 1800*, in: *History of Political Economy*, 2001, 33 (Suppl. 1), S. 23–56, hier S. 48. Nur einige besonders alte Klimareferenzstationen werden immer noch mit denselben Methoden und von Hand geführt, damit die Reihen durch eine technische Umstellung nicht verfälscht werden, wie zum Beispiel die Station auf dem Potsdamer Telegrafenberg. Doch auch dieser droht aufgrund von Einsparungen die Umstellung auf Automatisierung.
- 125** »*Knowledge infrastructures comprise robust networks of people, artifacts, and institutions that generate, share and maintain specific knowledge about human and natural worlds*«. Edwards: *A Vast Machine*, S. 17.
- 126** Ebd.
- 127** Frederik Nebeker: *Calculating the Weather*, 1995, zitiert nach Edwards: *A Vast Machine*, S. 32.
- 128** Vgl. ebd., S. 20 f.
- 129** Claude Lévi-Strauss: *Mythologica I. Das Rohe und das Gekochte*, Frankfurt a. M. 1971.
- 130** Den Unterschied zwischen diskursiv und aisthetisch macht Dieter Mersch in: *Wort, Bild, Ton, Zahl. Modalitäten medialen Darstellens*, in: Ders. (Hrsg.): *Die Medien der Künste*, München 2003, S. 9–49.
- 131** Alexander Galloway: *The Interface Effect*, Cambridge 2012, Kapitel 3.
- 132** Zitiert nach Segelken: *Bilder des Staates*, S. 55.
- 133** Gottfried Wilhelm Leibniz: Entwurff gewißer Staats-Tafeln, in: Preussische Akademie der Wissenschaften/Akademie

- der Wissenschaften DDR (Hrsg.): Sämtliche Schriften und Briefe. Vierte Reihe: Politische Schriften, Berlin 1986, Bd. 3, S. 340–349, hier S. 341 f.
- 134 Die Ausführungen zur Funktion der Tabelle und zum Diagrammatischen stützen sich auf Jack Goody: *The Domestication of the Savage Mind*, Cambridge et al. [1977] 1990; Steffen Bogen/Felix Thürlemann: Jenseits der Opposition von Text und Bild. Überlegungen zu einer Theorie des Diagramms und des Diagrammatischen, in: Alexander Patschovsky: *Die Bildwelt der Diagramme*. Joachims von Fiore. Zur Medialität religiös-politischer Programme im Mittelalter, Ostfildern 2003; Alain Desrosières: *The Politics of Large Numbers*, Cambridge, Mass. [1993] 1998; Vogl: Kalkül und Leidenschaft; Bernhard Siegert: Passagen des Digitalen. Zeichenpraktiken der Neuzeitlichen Wissenschaften 1500–1900, Berlin 2003.
- 135 Der Satz geht wie folgt weiter: »Die Resultate, welche man wohl aus ganzen Jahrgängen herzuleiten pflegt, wie viele heitere Tage, trübe Tage, Regentage, es im ganzen Jahre gegeben hat, wie oft Ost- oder Nordwind gewesen ist usw., sind zwar nicht zu verachten; aber die Belehrung, die sich aus ihnen ergibt, ist in der Tat nur sehr geringe, und wir müssen notwendig andere Zusammenstellungen versuchen, wenn wir Fortschritte in der Witterungskunde machen wollen.« Wilhelm Brandes: Beiträge zur Witterungskunde. Geschichte der Witterung des Jahres 1783, Leipzig 1820, S. 26, zitiert nach Schneider-Carius: Wetterkunde, S. 159.
- 136 Alexander von Humboldt: Von den isothermen Linien und der Verteilung
- der Wärme auf dem Erdkörper, in: Ders.: Kleinere Schriften. Erster Band. Geognostische und physikalische Erscheinungen, Stuttgart/Tübingen 1853, S. 206–314, (Übersetzung von Mémoires de physique et de chimie de la Société d'Arcueil, Bd. III, Paris 1817, S. 462–602), Reprint in: Ders.: Werke 6, Schriften zur Physikalischen Geographie, hrsg. von Hanno Beck, Darmstadt 1989, S. 18–97, hier S. 44 f.
- 137 August-Friedrich-Wilhelm Crome: Allgemeine Uebersicht der Staatskräfte von den sämmtlichen europäischen Reichen und Ländern, Leipzig 1818, S. 3. Die Angabe bei Crome lautet: Johann Wolfgang von Goethe: Allgemeine geographische Ephemeriden, 1813, 41.
- 138 Susan Faye Cannon: *Science in Culture: The Early Victorian Period*, New York 1978.
- 139 Alexander Gottlieb Baumgarten: Theoretische Ästhetik: Die grundlegenden Abschnitte aus der Aesthetica, übers. u. hrsg. von Hans Rudolf Schweizer, Hamburg 1988, § 3.
- 140 Jacques Bertin: *Graphische Semiolegie. Diagramme, Netze, Karten*, Berlin 1974, S. 11.
- 141 So fasste Schneider-Carius Lichtenberg zusammen. Vgl. Ders.: Wetterkunde, S. 161.
- 142 Adolf Schmidt: Über die Verwendung trigonometrischer Reihen in der Meteorologie. Programm Gymnasium Gotha 1894, S. 18–22. Zitiert nach Schneider-Carius: Wetterkunde, S. 168.
- 143 Schneider-Carius: Wetterkunde, S. 144.
- 144 Ludwig Friedrich Kämptz: Repertorium für Meteorologie, I. Band, Petersburg 1860, S. 107, zitiert nach Schneider-Carius: Wetterkunde, S. 171.

- 145 Heinrich Wilhelm Dove: Über die geographische Verbreitung gleichartiger Witterungserscheinungen, Abh. Akad. Wiss. Berlin, V. Teil, 1852, S. 3 f., zitiert nach Schneider-Carius: Wetterkunde, S. 163.
- 146 Georg Simmel: Philosophie der Landschaft [1913], in: Ders.: Jenseits der Schönheit. Schriften zur Ästhetik und Kunstphilosophie, Frankfurt a. M. 2008, S. 42–52, hier S. 42 u. 43.
- 147 Heinrich Wilhelm Dove: Über die geographische Verbreitung gleichartiger Witterungserscheinungen, Abh. Akad. Wiss. Berlin, II. Teil, 1839, S. 306 f., zitiert nach Schneider-Carius, Wetterkunde, S. 163.
- 148 Leonardo da Vinci: Traktat von der Malerei. Nach der Übers. von Heinrich Ludwig neu hrsg. und eingel. von Marie Herzfeld, Jena 1909, S. 11.
- 149 Aufgrund des Tagebuchs von van Geuns ist der Verlauf dieser Reise bekannt. Vgl. Steven Jan van Geuns: Tagebuch einer Reise mit Alexander von Humboldt durch Hessen, die Pfalz, längs des Rheins und durch Westfalen im Herbst 1789, in: Bernd Köbel/Lucie Terken (Hrsg.): in der Reihe Beiträge zur Alexander von-Humboldt-Forschung, Schriftenreihe der Alexander-von-Humboldt Forschungsstelle, hrsg. von der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, Berlin 2007.
- 150 Ebd., S. 145.
- 151 Ebd., S. 18 f.
- 152 Ebd., S. 135. Gemeint war ein Barograf zur Messung des Luftdrucks, bei dem auf einer drehbaren Scheibe mit aufgetragener Luftdruckskala alle 4 Minuten ein Punkt gesetzt wurde. Wenn man die Punkte verband, erhielt man die Luftdruckkurve einer Woche. Vgl. Budde: Hemmer, S. 35.
- 153 Ebd.
- 154 Dessen Werk zu den Staatstabellen war 1786 erschienen. Vgl. Friedrich Anton von Heinitz: Tabellen über die Staatswirtschaft eines europäischen Staates der vierten Größe, nebst Betrachtungen über dieselben, Leipzig 1786.
- 155 Vgl. Heinrich Wilhelm Dove: Klimatologie von Deutschland nach den Beobachtungen des preussischen meteorologischen Instituts von 1848 bis 1872, Bd. Luftwärme, Berlin: Königlich statistisches Bureau, 1874.
- 156 Wilhelm Brandes: Beiträge zur Witterungskunde. Geschichte der Witterung des Jahres 1783, Leipzig 1820, S. 270, zitiert nach Schneider-Carius: Wetterkunde, S. 161.
- 157 Schneider-Carius: Wetterkunde, S. 161.
- 158 Sybilla Nikolow hat den Tabellenstreit um 1808 erforscht, in dem es darum ging, herauszustellen, was dieses Wissen in Form von Daten eigentlich wert sei. Sie zitiert Ernst Brandes, der die Hersteller der Tabellen abfällig als Tabellenknechte titulierte. Ernst Brandes: Betrachtungen über den Zeitgeist in Deutschland in den letzten Decennien des vorigen Jahrhunderts. Hannover 1808, in: Nikolow: A.F.W. Crome's Measurements, S. 23–56, hier S. 48.
- 159 Goody: *The Domestication of the Savage Mind*, S. 10.
- 160 Ebd.
- 161 Campbell-Kelly: *The History of Mathematical Tables*, S. 2.
- 162 Vogl: Kalkül und Leidenschaft, S. 62–63.

163 Von Joseph Priestley über William Playfair bis zu Jacques Bertin wird dieses Ideal geltend gemacht. Vgl. Birgit Schneider: Operationalität und Optimieren, in: Christoph Ernst/Birgit Schneider/Jan Wöpking (Hrsg.): *Dia-grammatik-Reader*. Grundlegende Texte aus Geschichte und Theorie, Berlin 2016, S. 181–187.

164 Wilhelm Brandes: Aus einem Schreiben des Professor Brandes meteorologischen Inhalts: Gilberts Ann. Phys. U. Chemie 55, 1817, S. 112–114, zitiert nach Schneider-Carius: Wetterkunde, S. 156.

165 »Obgleich ich diesen Gegenstand im Ganzen immer noch ein Labyrinth nennen muß«, Brandes zitiert nach Schneider-Carius: Wetterkunde, S. 157.

166 »[...] applying lines to subjects of Finance«, William Playfair: *The Commercial and Political Atlas. Representing, by Means of Stained Copper-plate Charts, the Exports, Imports, and General Trade of England, at a Single View*, London 1786, S. VII–IX.

167 »As the eye is the best judge of proportion, being able to estimate it with more quickness and accuracy than any other of our organs, it follows, that whatever *relative quantities* are in question, a gradual increase or decrease of any revenue, receipt or expenditure, of money, or other value, is to be stated, this mode of representing it is peculiarly applicable; it gives a simple, accurate, and permanent idea, by giving form and shape to a number of separate ideas, which are otherwise abstract and unconnected.« Ebd., S. X.

168 Playfair: *Commercial and Political Atlas*, S. X. Mit den numerischen Tabellen meint Playfair die sogenannten

*Staatstafeln*, die Leibniz 100 Jahre zuvor noch wegen ihres Potenzials, einen Überblick zu verschaffen, so sehr gerühmt hatte. Vgl. Gottfried Wilhelm Leibniz: *Entwurf gewisser Staats-Tafeln [1670]*, in: Preussische Akademie der Wissenschaften/Akademie der Wissenschaften DDR (Hrsg.): *Sämtliche Schriften und Briefe. Vierte Reihe: Politische Schriften*, Bd. 3, Berlin 1986, S. 340–349.

169 Paul Klee: Schöpferische Konfessionen [1920], in: Ders.: *Kunst-Lehre*. Aufsätze, Vorträge, Rezensionen und Beiträge zur bildnerischen Formlehre, hrsg. von Günther Regel, Leipzig 1987, S. 60–66, hier S. 61. Ursprünglich sollte dieser Text unter dem Titel *Die Graphik* erscheinen.

170 Sybille Krämer: Punkt, Strich, Fläche. Von der Schriftbildlichkeit zur Diagrammatik, in: Eva Cancik-Kirschbaum/Sybille Krämer/Rainer Totzke (Hrsg.): *Schriftbildlichkeit. Wahrnehmbarkeit, Materialität und Operativität von Notationen*, Berlin 2012, S. 79–100, hier S. 85. Vgl. zur Linie als Spur und Weg Tim Ingold: *Lines. A Brief History*, London 2007, S. 120. Zu diesem »Doppelcharakter des Strichs« siehe auch Krämer: Punkt, Strich, Fläche, S. 85.

171 Sigrid Weigel: Zum ›topographical turn‹. Kartographie, Topographie und Raumkonzepte in den Kulturwissenschaften, in: *KulturPoetik*, 2002, Bd. 2, S. 151–165; Sybille Krämer: Punkt, Strich, Fläche; Joachim Krausse: Information auf einen Blick – Zur Geschichte der Diagramme, in: *Form + Zweck*, 1999, 16, S. 4–23.

172 Vgl. den bereits zuvor erwähnten Unterschied zwischen diskursiv und ästhetisch, den Dieter Mersch macht

in: Wort, Bild, Ton, Zahl. Modalitäten medialen Darstellens. In: Dieter Mersch (Hrsg.): *Die Medien der Künste*, München 2003, S. 9–49.

173 Susan Faye Cannon: *Science in Culture: The Early Victorian Period*, New York 1978.

174 Alexander Gottlieb Baumgarten: *Theoretische Ästhetik: Die grundlegenden Abschnitte aus der Aesthetica*, übers. u. hrsg. von Hans Rudolf Schweizer, Hamburg 1988, § 3.

175 Alexander von Humboldt: Ideen zu einer Physiognomik der Gewächse, Tübingen 1806, S. 23 f.; Ders.: *Kosmos. Entwurf einer physischen Weltbeschreibung*, Frankfurt a. M. [1845–1862] 2004.

176 Carl Ritter: *Sechs Karten von Europa*, Schnepfenthal 1806.

177 Beispielsweise Hanna Arendt; vgl. hierzu das Kapitel *Kosmogramme des Anthropozäns*.

178 Sybille Krämer: Die Welt aus der Satellitenperspektive. Google Earth, in: Christoph Marksches/Ingeborg Reichle/Jochen Brüning/Peter Deuflhard (Hrsg.): *Atlas der Weltbilder*, Berlin 2010, S. 422–432, hier S. 429 f.

179 Vgl. Vera Dünkel/Birgit Schneider: *Rundbild und Augenblick*, in: Moritz Wullen/Bernd Ebert (Hrsg.): *Der Ball ist rund. Kreis, Kugel, Kosmos*, Berlin 2006, S. 108–115, hier S. 111.

180 Vgl. beispielsweise Philippe Bovet et al. (Hrsg.): *Atlas der Globalisierung spezial – Klima, Le Monde Diplomatique*, Berlin 2008; Kirsten Dow/Thomas E. Downing: *Weltatlas des Klimawandels*, Karten und Fakten zur globalen Erwärmung, Hamburg 2007.

181 Vgl. Karl-Heinz Bernhardt: Alexander von Humboldts Beitrag zur

Entwicklung und Institutionalisierung von Meteorologie und Klimatologie im 19. Jahrhundert, in: *Algorismus*, 2013, Nr. 41, S. 195–221.

182 Vgl. Gilles Palsky: *Des chiffres et des cartes. Naissance et développement de la cartographie quantitative française au XIXe siècle*, Paris 1996.

183 Vgl. Susanne Lange et al.: Visualisierungsdesign – ein systematischer Überblick, in: Graham Horton et al. (Hrsg.): *Simulation and Visualization* 2006, Magdeburg 2006, S. 113–128, hier S. 113.

184 Alexander von Humboldt: *Des Lignes isothermes et de la distribution de la chaleur sur le globe*, in: *Mémoires de physique et de chimie de la Société d'Arcueil*, 1817, Bd. III, S. 462–602, hier S. 44 f. Dieser Text wurde übersetzt in: Alexander von Humboldt: *Ueber die gleichwarmen Linien*, in: Oliver Lubrich (Hrsg.): *Alexander von Humboldt. Das große Lesebuch*, Frankfurt a. M. 2009, S. 114–133

185 Oscar F. Peschel: *Geschichte der Erdkunde bis auf Alexander von Humboldt und Carl Ritter*, München 1865 (Geschichte der Wissenschaften in Deutschland 4), S. 649.

186 Ebd.

187 Vgl. Wilhelm Meinardus: *Die Entwicklung der Karten der Jahresisothermen von Alexander von Humboldt bis auf Heinrich Wilhelm Dove*, in: Wolfgang Eriksen (Hrsg.): *Klimageographie*, Darmstadt 1985, S. 141–182.

188 Den Begriff »Isotherme« findet man zuerst in Alexander von Humboldt: *Einleitende Vorbemerkungen über die geografische Verteilung der Pflanzen* (Paris 1817), in: Ders.: *Schriften zur*

- Geographie der Pflanzen, hrsg. von Hanno Beck, Darmstadt 1989, S. 167–254, hier S. 202.
- 189 »Calcul exact«, Alexander von Humboldt: Des lignes isothermes et de la distribution de la chaleur sur le globe, in: Ders.: Asie Centrale. Recherches sur les chaines de montagnes et la climatologie comparée, Paris 1843, Bd. 3, S. 5.
- 190 Alexander von Humboldt: Von den isothermen Linien und der Verteilung der Wärme auf dem Erdkörper, in: Ders.: Kleinere Schriften. Erster Band. Geognostische und physikalische Erscheinungen, Stuttgart/Tübingen 1853, S. 206–314, zitiert aus dem Nachdruck: Alexander von Humboldt: Schriften zur Physikalischen Geographie, Werke 6, hrsg. von Hanno Beck, Darmstadt 1989, S. 18–97, hier S. 18.
- 191 Vgl. ebd., S. 32–37.
- 192 Genaue Erläuterungen zu den einzelnen Messreihen finden sich auf der Tafel, beigebunden in: Humboldt: Des lignes isothermes, 1843.
- 193 Vgl. Richard Kirwan: An Estimate of the Temperature of Different Latitudes, London 1787, S. 113.
- 194 Humboldt: Einleitende Vorbemerkungen über die geographische Verteilung der Pflanzen, S. 202.
- 195 Humboldt: Des Lignes isothermes, 1817. Einen ähnlichen Text publizierte Humboldt auf Deutsch 1853 unter dem Titel »Von den isothermen Linien und der Verteilung der Wärme auf dem Erdkörper« in: Kleinere Schriften, S. 206–314. Zitiert wird hier aus dem Nachdruck dieser Fassung, in: Ders.: Werke 6, Schriften zur Physikalischen Geographie, hrsg. von Hanno Beck, Darmstadt 1989, S. 18–97, hier S. 55.
- 196 Alexander von Humboldt: Des Lignes isothermes [1817], zitiert aus der Übersetzung: Humboldt: Ueber die gleichwarmen Linien, 2009, S. 128. Vgl. auch zu diesem Argument Humboldt: Von den isothermen Linien, 1853, S. 58. Eine Karte nicht mit Informationen zu überladen, ist eine der wichtigsten Grundregeln der Kartografie. Vgl. z. B. Jacques Bertin: Graphische Semiology. Diagramme, Netze, Karten, Berlin 1974, S. 19–21.
- 197 Christoph Girtanner: Über das kantische Prinzip für die Naturgeschichte. Ein Versuch die Wissenschaft philosophisch zu behandeln, Göttingen 1796, S. 12.
- 198 Hanno Beck: Kommentar. Zu dieser Ausgabe der ›Schriften zur Physikalischen Geographie‹ A. v. Humboldts, in: Alexander von Humboldt: Werke 6. Schriften zur Physikalischen Geographie, hrsg. von Hanno Beck, Darmstadt 1989, S. 185–214, hier S. 200.
- 199 Gilles Palsky: Des représentations topographiques aux représentations thématiques. Recherches historiques sur la communication cartographique, in: Bulletin de l'association des géographes français, 1985, 506, S. 389–398, hier S. 389.
- 200 Vgl. Stephan Günzel: Geographie der Aufklärung. Klimapolitik von Montesquieu zu Kant (Teil 2), in: Aufklärung und Kritik 1, 2005, S. 25–47; Stephan Günzel: Geographie der Aufklärung. Klimapolitik von Montesquieu zu Kant (Teil 1), in: Aufklärung und Kritik 2, 2004, S. 66–91; Anna-Dorothee von den Brincken: Studien zur Universalkartographie des Mittelalters, hrsg. von Thomas Szabó, Göttingen 2008, S. 31–34. Derartige Darstellungen schließen an die antike Naturlehre der drei Klimazonen an, die auch in wenigen Klima- und Zonenkarten aus dem Mittelalter in der Tradition antiker und arabischer Karten Niederschlag fand, welche jedoch weniger dem Ziel der Erdbeschreibung dienten als vielmehr im Sinne einer Weltchronik fungierten. Die kalten und heißen Zonen wurden hierbei als unbewohnbar betrachtet, die gemäßigte Zone auf der Südhalbkugel war unbekannt.
- 201 »Klima: 1) durch die geographische Breite eines Ortes bedingte Neigung einer Horizontalebene gegen die Sonne. In diesem bloß mathematischen Sinne wird von älteren Geographen jede Erdhälfte in 30 je nach der Dauer des längsten Tages abgestufte klimatische Zonen getheilt, so zwar, dass 24 der selben, bis zur Polarregion sich erstreckend, von Parallelstreifen begrenzt sind«. Herders Conversationslexikon, Regensburg 1870, Bd. 8, S. 542.
- 202 Vgl. Humboldt: Von den isothermen Linien, [1853] 1989, S. 25–30. Als eine erste Studie, die die Verteilung von Wärme und Kälte über den Erdball anhand von Messreihen untersuchte, sind die Arbeiten des Chemikers Richard Kirwan zu nennen: Richard Kirwan: An Estimate of the Temperature of Different Latitudes, London 1787.
- 203 Umfassend zum Thema der Geophilosophie im 18. Jahrhundert vgl. Günzel: Geographie der Aufklärung.
- 204 Vgl. Hanno Beck/Wolfgang-Hagen Hein: Humboldts Naturgemälde der Tropenländer und Goethes ideale Landschaft. Zur ersten Darstellung der Ideen zu einer Geographie der Pflanzen, Stuttgart 1989, S. 14.
- 205 Vgl. Beck: Kommentar. Zu dieser Ausgabe der ›Schriften zur Physikalischen Geographie‹ A. v. Humboldts, S. 201.
- 206 Humboldt: Von den isothermen Linien, [1853] 1989, S. 40 f.
- 207 Vgl. Sabine Mainberger: Experiment Linie. Künste und ihre Wissenschaften um 1900, Berlin 2010, S. 29–36.
- 208 In der Darstellung der Ergebnisse beziehe ich mich auf die Einschätzungen von Thomas Nocke, die er im Rahmen eines gemeinsamen Vortrags zusammengestellt hat.
- 209 Sebastian Greßmühl: The creation of global imaginaries, S. 41.
- 210 Dove 1849 zitiert nach Schneider-Carius: Wetterkunde, S. 176. Vgl. zu diesem Kapitel auch Michael Börngen: Heinrich Wilhelm Brandes (1777–1834). Erfinder der Wetterkarten, Leipzig 1817/1826, Leipzig 2017; Karl-Heinz Bernhard: Alexander von Humboldts Arbeit über die isothermen Linien und die vergleichende Klimatologie, in: Cornelia Lüdecke (Hrsg.): Deutsche Meteor. Ges. 2006.
- 211 »[...] to create in a masterful way the illusion of continuous measurement«, Sebastian Greßmühl: The Creation of Global Imaginaries: The Antarctic Ozone Hole and the Isoline Tradition in the Atmospheric Sciences, in: Birgit Schneider/Thomas Nocke (Hrsg.): Image Politics of Climate Change, Visualizations, Imaginations, Documentations, Bielefeld 2014, S. 29–53, hier S. 43.
- 212 Johann Heinrich Lambert: Beiträge zum Gebrauche der Mathematik und deren Anwendung, Berlin 1792, Bd. 1, S. 475.
- 213 Ebd., S. 425.
- 214 Ebd., S. 430.

215 Zur Geschichte der ältesten Karten zum Erdmagnetismus vgl. Gustav Hellmann: Die ältesten Karten der Isogonen, Isoklinen, Isodynamen, Berlin 1895. Halley hatte bereits 1686 eine Karte der ozeanischen Winde gezeichnet, weshalb er als Begründer der thematischen Kartografie angesehen wird.

216 »[...] what is here properly New, is the Curve Lines drawn over the several Seas, to shew [sic!] the degrees of the variation of the Magnetical Needle, or See-Compass«. Beschriftung der Karte zit. n. Gustav Hellmann: Die ältesten Karten der Isogonen, Isoklinen, Isodynamen, S. 7.

217 Vgl. Alexander von Humboldt / Jean Baptiste Biot: Sur les variations de magnétisme terrestre à différentes latitudes, in: *Journal de Physique* 59, 1804, S. 429–450.

218 Zur Forschung Humboldts zum Erdmagnetismus vgl. Karin Reich: Alexander von Humboldt und Carl Friedrich Gauß als Wegbereiter der neuen Disziplin Erdmagnetismus, in: HiN – Alexander von Humboldt im Netz. Internationale Zeitschrift für Humboldt-Studien, Potsdam/Berlin 2011, XII, 22, o. P.

219 Vgl. Beck/Hein: Humboldts Naturgemälde der Tropenländer, S. 11. 220 Ebd., S. 14. Das Vorhaben der Pflanzengeografie wurde bereits 1794 in Briefen an Friedrich von Schiller und Johann Friedrich Pfaff skizziert. Vgl. ebd., S. 18. Auch Humboldts Freund und Lehrer, der Kartograf und Forschungsreisende Georg Forster, hatte ihn auf die unterschiedlichen Temperaturen in gleichen Breiten hingewiesen.

221 Der Kartograf Carl Ritter hatte 1806 ebenfalls ein pflanzengeografisches

Kartenwerk herausgebracht, welches sich auf die Forschungen Humboldts bezog, den Ritter persönlich kannte und dem er mit seinem Postulat eines Blicks auf das Ganze im Denken sehr nahe stand. Auch hier gibt es ein Bergprofil mit eingetragenen Vegetationszonen. Vgl. Ritter: Sechs Karten von Europa.

222 Vgl. Humboldt: Von den isothermen Linien, [1853] 1989, S. 81–94.

223 Humboldt: Ideen zu einer Geographie der Pflanzen, 1989, S. 44.

224 Alexander von Humboldt: Ideen zu einer Physiognomik der Gewächse, Tübingen 1806, S. 28.

225 Johann Caspar Lavater: Von der Physiognomik, Leipzig 1772.

226 Ebd., S. 34 u. 37.

227 Ebd., S. 12.

228 Ebd., S. 8.

229 Vgl. Gernot Böhme: Für eine ökologische Naturästhetik, Frankfurt a. M. 1989, S. 29

230 Georg Simmel: Philosophie der Landschaft [1913], in: Ders.: Jenseits der Schönheit. Schriften zur Ästhetik und Kunsthphilosophie, Frankfurt a. M. 2008, S. 42–52, hier S. 42 f.

231 Humboldt: Ideen zu einer Physiognomik der Gewächse, S. 28 u. 31.

232 Beck: Kommentar. Zu dieser Ausgabe der ›Schriften zur Physikalischen Geographie‹ A. v. Humboldts, S. 201.

233 Girtanner: Über das kantische Prinzip für die Naturgeschichte, S. 5.

234 Humboldt: Von den isothermen Linien, [1853] 1989, S. 41.

235 Humboldt: Schriften zur Geographie der Pflanzen, S. 43 f.

236 Martin Heidegger: Die Zeit des Weltbildes, in: Ders.: Holzwege, Frankfurt a. M. 1950, S. 74–113, hier S. 89.

237 Vgl. Beck/Hein: Humboldts Naturgemälde der Tropenländer, S. 34.

238 Traugott Bromme: Atlas zu Alex. v. Humboldt's Kosmos in zweiundvierzig Tafeln mit erläuterndem Texte, Stuttgart 1851, S. 1.

239 Humboldt: Kosmos, S. 12.

240 Vgl. ebd., S. 13 f.

241 Ebd., S. 11.

242 Alexander von Humboldt: Ideen zu einer Geographie der Pflanzen nebst einem Naturgemälde der Tropenländer, Tübingen/Paris 1807. Wiederabdruck in: Mauritz Dittrich (Hrsg.): Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, Leipzig 1960, Nr. 248, S. 24.

243 Mehr dazu in Birgit Schneider: Berglinien im Vergleich. Bemerkungen zu einem klimageografischen Diagramm Alexander von Humboldts, in: HiN – Humboldt im Netz. Internationale Zeitschrift für Humboldt-Studien (Potsdam – Berlin) XIV, 26, 2013, S. 26–43.

244 Alexander von Humboldt: Ansichten der Kordilleren und Monamente der eingeborenen Völker Amerikas (übersetzt aus dem Franz.: *Vues des Cordillères et monumens des peuples indigènes de l'Amérique*, Paris: Schoell 1810–1813), hrsg. von Oliver Lubrich und Ottmar Ette, Frankfurt a. M. 2004, S. 65.

245 Alexander von Humboldt: Reise durch Venezuela, Auswahl aus den amerikanischen Reisetagebüchern, hrsg. von Margot Faak, Berlin 2000, S. 69.

246 Einzelne Bergformen der Anden beschrieb er als »schön«, »majestatisch«, »kolossal« oder »malerisch«, »mit pyramidenförmiger Spitze oder als abgestumpften Kegel« (vgl. Humboldt, Ansichten der Kordilleren).

247 Humboldt: Kosmos, S. 14 u. 15.

248 »[...] excellent laboratories for natural science«, Bernard Debarbieux: The Various Figures of Mountains in Humboldt's Science and Rhetoric, in: Cybergeo: European Journal of Geography, Artikel 618, in: www.cybergeo.reviews.org/25488, S. 25. Zuletzt eingesehen am 17.07.2017.

249 Vgl. ebd., S. 13.

250 »Within this framework, the comparison of topographical configurations in the various continents becomes a tool for understanding the nature, intensity, and distribution of the observed variety of forms.« Ebd.

251 Eberhard Knobloch: Erkundung und Erforschung. Alexander von Humboldts Amerikareise, in: HiN – Alexander von Humboldt im Netz. Internationale Zeitschrift für Humboldt-Studien, Potsdam/Berlin 2006, VII, 13, S. 64.

252 Humboldt: Kosmos, S. 10.

253 Ebd., S. 17 u. 10.

254 Eberhard Knobloch: Alexander von Humboldt und Carl Friedrich Gauß – im Roman und in Wirklichkeit, in: HiN – Alexander von Humboldt im Netz. Internationale Zeitschrift für Humboldt-Studien, Potsdam/Berlin 2012, XIII, 25, S. 63–79, S. 75.

255 Humboldt: Kosmos, S. 15.

256 Knobloch: Erkundung und Erforschung. Alexander von Humboldts Amerikareise, S. 68.

257 Christina Wessely: Wässrige Milieus. Ökologische Perspektiven in Meeresbiologie und Aquarienkunde um 1900, in: Berliner Wissenschaftsgeschichte, 2013, 36, S. 128–147, hier S. 130.

258 Ernst Haeckel: Generelle Morphologie der Organismen, Bd. 2, Allgemeine Entwicklungsgeschichte der Organis-

- men: Kritische Grundzüge der mechanischen Wissenschaft von den entstehenden Formen der Organismen, Berlin 1866.
- 259** Ich verwende hier einen Begriff von Anna-Dorothee von den Brincken in abgewandelter Weise. Von den Brincken bezeichnet mit »aufgeschriebenen Karten« solche Karten, deren Umrisslinien nur mit Schrift gefüllt sind. Vgl. Brincken: Studien zur Universalkartographie des Mittelalters, S. 94 f.
- 260** Vgl. Humboldt: Des lignes isothermes, 1843, Tafelteil.
- 261** Ein gängiges Problem, das Humboldt auch bei der *Geographie der Pflanzen* hatte, weswegen Goethe, dem er dieses Werk widmete und schickte, selbst ein Bild der Berge zeichnete.
- 262** Vgl. Oscar F. Peschel: Geschichte der Erdkunde bis auf Alexander von Humboldt und Carl Ritter, München 1865 (Geschichte der Wissenschaften in Deutschland 4), S. 649.
- 263** Friedrich Anton von Heinitz: Tabellen über die Staatswirtschaft eines europäischen Staates der vierten Grösse, nebst Betrachtungen über dieselben, Leipzig 1786, S. 4. Vgl. auch Barbara Segelken: Staatsordnung im Bild der Tabelle am Beispiel Anton von Heinitz (1785/86), in: Bildwelten des Wissens, 2003, 3,1, S. 34–47; Martin Campbell-Kelly et al. (Hrsg.): The History of Mathematical Tables. From Sumer to Spreadsheets, Oxford 2007.
- 264** Vgl. Gyula Pápay: Kartenwissen – Bildwissen – Diagrammwissen – Raumwissen. Theoretische und historische Reflexionen über die Beziehungen der Karte zu Bild und Diagramm, in: Stephan Günzel/Lars Novak (Hrsg.): KartenWissen. Territoriale Räume
- zwischen Bild und Diagramm, Wiesbaden 2012, S. 45–62.
- 265** Die häufigen Grenzveränderungen während der vielen napoleonischen Kriege in Europa mögen dazu beigetragen haben, dass die politische gegenüber der physischen Kartografie an Popularität verlor. Auch der Kartograf Ritter zeichnete Karten als reine Geografie. Vgl. Beck: Carl Ritter, Genius der Geographie, S. 25.
- 266** Humboldt: Von den isothermen Linien [1853] 1989, S. 97.
- 267** Sybille Krämer: Operative Bildlichkeit. Von der ›Grammatologie‹ zu einer ›Diagrammatologie‹? Reflexionen über erkennendes ›Sehen‹, in: Martina Heßler/Dieter Mersch (Hrsg.): Logik des Bildlichen. Zur Kritik der ikonischen Vernunft, Bielefeld 2009, S. 94–122, hier S. 95.
- 268** Zitiert nach Beck/Hein: Humboldts Naturgemälde der Tropenländer, S. 27.
- 269** Horst Bredekamp: Die Erkenntniskraft der Linien bei Galilei, Hobbes und Hooke, in: Barbara Hüttel et al (Hrsg.): ReVisionen. Zur Aktualität von Kunstgeschichte, Berlin 2002, S. 145–160, hier S. 145.
- 270** Vgl. Ernst Cassirer: Das Symbolproblem und seine Stellung im System der Philosophie, in: Ders.: Schriften zur Philosophie der symbolischen Formen, Hamburg 2009, S. 93–111, hier S. 97 f.
- 271** Bredekamp: Die Erkenntniskraft der Linien bei Galilei, Hobbes und Hooke, S. 145.
- 272** Vgl. Beck/Hein: Humboldts Naturgemälde der Tropenländer, S. 14.
- 273** Vgl. Karl-Heinz Bernhardt: Alexander von Humboldts Beitrag zur Entwicklung und Institutionalisierung

- von Meteorologie und Klimatologie im 19. Jahrhundert, in: Jürgen Hamel, Eberhard Knobloch, Herbert Pieper (Hrsg.): Alexander von Humboldt in Berlin. Sein Einfluss auf die Entwicklung der Wissenschaften, Augsburg 2003, S. 195–221, hier S. 212–213.
- 274** Vgl. Heinrich Bergius: Physikalischer Atlas oder Sammlung von Karten, auf denen die hauptsächlichsten Erscheinungen der anorganischen und organischen Natur nach ihrer geographischen Verbreitung und Vertheilung bildlich dargestellt sind, Gotha 1838–1848.
- 275** »Nearly all mankind's current activities, from use of fertilizer to expansion of cities, can be represented by exponential growth curves.« Donella H. Meadows et al.: The Limits to Growth, New York 1972, S. 25.
- 276** Vgl. Will Steffen et al.: The Trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration, in: The Anthropocene Review 2015, S. 81–98.
- 277** Aus einer Rohfassung des 4. Berichts der vom Weltklimarat der Working Group 1 (AR4), 2007.
- 278** Jürgen Link: Das »normalistische Subjekt« und seine Kurven. Zur symbolischen Visualisierung orientierender Daten, in: David Gugerli/Barbara Orland (Hrsg.): Ganz normale Bilder. Historische Beiträge zur visuellen Herstellung von Selbstverständlichkeit, Zürich 2002, S. 110.
- 279** Der kalifornische Gouverneur Arnold Schwarzenegger unterzeichnet die *Landmark legislation bill AB-32* am 27. September 2006 auf Treasure Island in San Francisco, Kalifornien, um Treibhausgasemissionen zu reduzieren und damit die globale Erwärmung zu stoppen. Schwarzenegger wird dabei vom Gouverneur von New York, George Pataki, sowie vom britischen Premierminister Tony Blair über Satellit sowie von weiteren internationalen Staatsführern begleitet. Originalquelle des Bildes: David Paul Morris/Getty Images News.
- 280** Wissenschaftliche Erkenntnisse, Pressebilder und die oftmals polemischen Gesten der Umweltaktivisten werden auch an der dritten Wand vermischt, wo noch eine weitere Grafik mittels einer enträhmenden ästhetischen Strategie reproduziert ist.
- 281** Jacques Rancières: Politik der Bilder, Berlin 2005, S. 68–70.
- 282** »Indem das Werk buchstäbliche, scheinlose Trümmer der Empirie in sich einlässt, den Bruch einbekannt und in ästhetische Wirkung umfunktioniert.« Theodor W. Adorno: Ästhetische Theorie, Frankfurt a. M. 1972, S. 232.
- 283** Christine Würmell: Vom Dissonieren der Zeichen. Ein Gespräch mit Raimar Stange, in: Existenz am Limit, Kunstforum, 2009, Bd. 199, S. 198–207, hier S. 205.
- 284** Der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre war noch nicht genau erforscht. So war die Frage offen, ob es einen globalen CO<sub>2</sub>-Wert gibt, der sich regional kaum unterscheidet, oder ob es Unterschiede zwischen der stärker bewaldeten Nord- und der Südhalbkugel gibt, ob und wie er sich mit den Jahreszeiten und dem damit einhergehenden Pflanzenwachstum verändert. Keeling platzierte seine Messstationen in Gebieten, die weit entfernt von störenden, d. h. menschlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen wie

Städten und Industrie lagen. In der Antarktis gab es einmal eine Störung der Messungen, die später durch einen laufenden Dieselmotor erklärt werden konnte; die seltenen CO<sub>2</sub>-Anteile in den Ausgasungen des Vulkans auf Hawaii wiederum zeichneten sich in den Messungen deutlich ab und konnten rückwirkend herausgerechnet werden. Vgl. Spencer R. Weart: *The Discovery of Global Warming*, Cambridge, Mass. u. a. 2008.

285 Beide Zitate Link: Das »normalistische Subjekt« und seine Kurven, S. 112.

286 Seit der antiken Philosophie spielen bei der metaphysischen, für Aristoteles so zentralen Frage, wie Zeit und Raum ontologisch zusammenhängen, Punkt und Linie eine maßgebliche Rolle. Zum Zusammenhang von Raum und Zeit vgl. Aristoteles: Physik. Vorlesung über die Natur, übers., mit einer Einleitung und mit Anmerkungen hrsg. von Günter Zekl, Bd. 2, Philosophische Schriften, Hamburg 1988, 219a–220a. Vgl. zu diesem Zusammenhang auch Karen Gloy: Zeit. Eine Morphologie, Freiburg u. a. 2006.

287 Vgl. Anthony Grafton/Daniel Rosenberg: *Cartographies of Time: A History of the Timeline*, New York 2009.

288 William Playfair: *The Commercial and Political Atlas: Representing, by Means of Stained Copper-Plate Charts, the Progress of the Commerce, Revenues, Expenditure, and Debts of England, During the Whole of the Eighteenth Century*, London 1801, S. VII–XV.

289 David Gugerli/Barbara Orland: Einleitung, in: Dies. (Hrsg.): *Ganz normale Bilder*, S. 9–18, hier S. 9.

290 Ebd.

291 Das Ziel, die globale Erwärmung auf 2 Grad Celsius zu begrenzen, kann in dieser Weise betrachtet werden, da es die politische Einigung auf den statistischen, globalen Grenzwert eines hinnehmbaren Klimawandels darstellt. Inwiefern die Aushandlung dieser Zahl politisch und wissenschaftlich problematisch ist, hat Oliver Geden in seinem Artikel *Modifying the 2°C Target* analysiert. Vgl. Oliver Geden: *Modifying the 2°C Target. Climate Policy Objectives in the Contested Terrain of Scientific Policy Advice, Political Preferences, and Rising Emissions*, in: Stiftung Wissenschaft und Politik (SWP), Research Paper 2013/RP 05, June 2013 sowie gemeinsam mit Silke Beck: *Climate Policy Objectives in the Contested Terrain of Scientific Policy Advice, Political Preferences, and Rising Emissions*, in: SWP Research Paper 2013/RP 05, June 2013; Silke Beck/Oliver Geden: *Renegotiating the Global Climate Stabilization Target*, in: *Nature Climate Change*, Vol. 4, September 2014, S. 747–748.

292 Jürgen Link: Versuch über den Normalismus. Wie Normalität produziert wird, Göttingen 2009, S. 40

293 Ulrich Beck: Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne, Frankfurt a. M. 2012, S. 86.

294 Die öffentlich geführte Debatte zum Klimawandel reicht natürlich weiter zurück. Einen Vorläufer gab es bereits um 1890, als in der Klimatologie erkannt wurde, unter welchen Einflüssen sich das Klima wandelt. Die aktuell geführte Debatte steht in der Tradition des vom Club of Rome publizierten Papiers *Die Grenzen des Wachstums* (1972) sowie des Brundtland-Reports *Our Common Future*

(1987) der Vereinten Nationen. Das Montrealer Protokoll von 1987, welches den Ozonloch-Effekt über der Antarktis zu bremsen versuchte, stellte die erste weltweite Anstrengung für den Klimaschutz dar.

295 Die soziale Konstruktion des Wissens der Klimatologie kann als »Mode-2-Wissenschaft« beschrieben werden, insofern Wissen interdisziplinär, kontextbestimmt und problemgeleitet erzeugt wird. Vgl. Michael Gibbons et al.: *The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies*, London 1994.

296 Link: Das »normalistische Subjekt« und seine Kurven, S. 108. Nach Link ermöglichen eine »herzhafte Identifikation« Pressebilder, die z. B. Gesichter zeigen – sie gelten in ihrer emotionalen Wirkung gemeinhin als gegensätzlich zu statistischen Kurven.

297 Für die erste Studie rekonstruierte Mann mit seinem Team die Klimgeschichte seit 1400. Vgl. Michael E. Mann et al.: *Global-scale temperature patterns and climate forcing over the past six centuries*, in: *Nature*, 1998, 392, S. 779–787. In einem darauf folgenden Artikel wurden tausend Jahre rekonstruiert: Dies.: *Northern Hemisphere Temperatures During the Past Millennium: Inferences, Uncertainties, and Limitations*. *Geophysical Research Letters*, 1999, 26, S. 759–762.

298 Im Internet finden sich zahlreiche Artikel über den *Hockey Stick Graph*; eine Diskussion dieser inzwischen fast zwanzig Jahre alten Kurve darf in keinem Internetforum zum Klimawandel fehlen. Ein Eintrag in der Interneten-

zyklopädie Wikipedia zeichnet die Kontroverse im Detail nach. Da die Grafik eine der wichtigsten Begründungen des anthropogenen Klimawandels darstellt, beinhaltet Blogs mit Klimawandelskeptischem bis leugnerischem Inhalt meistens Artikel, die den *Hockey Stick Graph* als wissenschaftlich falsch darstellen. Vgl. exemplarisch <http://environment.newscientist.com; www.klimanotizen.de>.

299 So werden die Klimamodelle der Großrechenanlagen, mit denen Szenarien für die Zukunft berechnet werden, heute mit den Proxydaten ebenso validiert wie mit den Messungen der Vergangenheit. Mithilfe dieser Daten kann überprüft werden, ob ein Modell funktioniert oder nicht.

300 Vgl. Bruno Latour: *Die Hoffnung der Pandora. Untersuchungen zur Wirklichkeit der Wissenschaft*, Frankfurt a. M. 2002, 2. Aufl., S. 36 ff.

301 Vgl. Mann et al.: *Northern Hemisphere Temperatures During the Past Millennium*.

302 Vgl. Link: Das »normalistische Subjekt« und seine Kurven, S. 9 f.

303 Eine weiter gehende rhetorische Analyse des *Hockey Stick Graph* findet sich bei Lynda Walsh: »Tricks«, *Hockey Sticks, and the Myth of Natural Inscription: How the Visual Rhetoric of Climate-gate Conflated Climate with Character*, in: Birgit Schneider/Thomas Nocke (Hrsg.): *Image Politics of Climate Change*, Bielefeld 2014, S. 81–104, und Dies.: *The Visual Rhetoric of Climate Science*, in: *Wires Climate Change*, April 2015, S. 361–368.

304 Die Dekonstruktionen der Kurve Manns, die für die Wissenschaft sehr

produktiv waren, können hier nur angedeutet werden. Einerseits wurden die statistischen Methoden kritisiert, mit welchen die Daten interpretiert und die Kurve erzeugt worden war. Forscher versuchten die Kurve auf der Grundlage derselben Daten nachzubauen, was dadurch erschwert wurde, dass Mann zwar die Daten, nicht jedoch den Code der statistischen Berechnung veröffentlichte. So unterzogen beispielsweise Steven McIntyre und Ross McKittrick, ein Mathematiker und ein Ökonom, Manns Daten und Methoden einer Detailanalyse. Ihre Kritik, die sich wie eine Detektivgeschichte liest, publizierten sie im Internet, <http://www.uoguelph.ca/~rmckitri/research/trc.html>, zuletzt eingesehen am 24.07.2017. Andererseits bezweifelten Wissenschaftler die Aussagekraft der Proxydaten selbst, auf welchen die Rekonstruktion beruhte. So wurde beispielsweise bemerkt, dass Mann einer bestimmten Baumringanalyse einer Region mehr Gewicht gegeben hatte als anderen, wodurch allein die Form des Hockeyschlägers hervorgetreten sei. Dann wurde festgestellt, dass die Analysen von Baumringen nach 1980 die ansteigenden Durchschnittstemperaturen im Einzelnen gar nicht widerspiegeln, wodurch Baumringe generell als Indikatoren angezweifelt wurden. Auch was die Durchschnittstemperaturen seit 1860 angeht, sei Vorsicht angebracht, da sich die Messgeräte und Verfahren im Lauf der Zeit geändert haben. Vgl. die Angaben in Anm. 11 und BBC News: Climate Legacy of »Hockey Stick«, 16.08.2004, <http://news.bbc.co.uk/1/hi/sci/tech/3569604.stm>, zuletzt eingesehen am 17.07.2017.

305 Vgl. Walsh: »Tricks«, Hockey Sticks, and the Myth of Natural Inscription.  
306 Was für einen neuralgischen Punkt durch den Vorwurf der Unglaubwürdigkeit getroffen worden war, zeigt die Veröffentlichung einer vom US-Senat beauftragten Überprüfung des Sachverhalts durch den National Research Council: Surface Temperature Reconstruction for the last 2000 years, National Academy of Science, Washington D.C. 2006. Die Studie will die »policy makers« und »scientific community« mit einer kritischen Einschätzung der Aussagekraft von Klimarekonstruktionen versorgen. Auch sie stützt die Kernaussage, dass die Durchschnittstemperaturen der letzten Jahrzehnte mit großer Wahrscheinlichkeit die seit Jahrhunderten höchsten sind, während diese Wahrscheinlichkeit für den Zeitraum von 900 bis 1600 nicht in diesem Ausmaß gegeben sei. Je weiter zurück die Rekonstruktionen reichen, desto größer sind die Unsicherheiten, mit denen sie behaftet sind.  
307 Schwankungen spiegeln kurz- und langfristige Änderungen in der Zusammensetzung der Atmosphäre wider. Die Temperaturen der Eisoberflächen lassen sich aus den relativen Werten bestimmter Sauerstoff- und Wasserstoffisotope abschätzen. Vgl. Walter Hauser (Hrsg.): Klima. Das Experiment mit dem Planeten Erde, München 2002 (Ausstellungskatalog), S. 88 ff.  
308 Dieser Zusammenhang wurde bereits am Ende des 19. Jahrhunderts durch den Chemiker und Nobelpreisträger Svante Arrhenius postuliert. Er erforschte, um welchen Wert ein zunehmender CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmo-

sphäre die Temperaturen der Erdoberfläche aufgrund der spektroskopischen Eigenschaften von CO<sub>2</sub> aufheizt.  
309 Diese visuelle Argumentationsstrategie bezeichnet Edward Tufte als Überlauf-Effekt (»spill-over-effect«). Vgl. Edward R. Tufte: Envisioning Information, Cheshire, Conn. 1990, S. 107.  
310 Impacts of a Warming Arctic: Arctic Climate Impact Assessment. ACIA Overview report. Cambridge 2004, S. 3.  
311 »This is the planet's heart beating«. Vgl. z. B. Eric Wolff: Meltdown – Evidence of Climate Change from Polar Science, Vortrag innerhalb der Reihe »Climate Change« vor der Environmental Protection Agency (Irland), 22.01.2008, Folie 32. Quelle: Internet. Inzwischen ist der Vortrag nicht mehr online verfügbar.  
312 The Anthropozän – From Hunter-Gatherers to a Global Geophysical Force, Ppt Slides von Will Steffen, in: [https://www.pik-potsdam.de/news/public-events/archiv/alter-net/former-ss/2007/05-09.2007/steffen/presentation\\_steffen.pdf](https://www.pik-potsdam.de/news/public-events/archiv/alter-net/former-ss/2007/05-09.2007/steffen/presentation_steffen.pdf), zuletzt eingesehen am 14.07.2017.  
313 Bruno Latour/Steve Woolgar: Laboratory Life: The Construction of Scientific Facts, Princeton 1986.  
314 Link: Das »normalistische Subjekt« und seine Kurven, S. 108.  
315 Vgl. zu diesem Punkt auch: Hans von Storch/Nico Stehr: Klima inszenierter Angst, in: Der Spiegel, 2005, Bd. 4, S. 160. Dass die Öffentlichkeit nicht stärker auf die Bedrohung durch den Klimawandel reagiert, wenn sie mit plastischen Katastrophenbildern einhergeht, zeigte eine im Jahr 2006 veröffentlichte Studie vom Tyndall Centre for Climate Change Research. Hier wurde anhand von Probanden untersucht, ob

filmische Erfahrungen wie der Film *The Day after Tomorrow* eine größere individuelle Reaktion auf die potenziellen Gefahren des Klimawandels bewirken als wissenschaftliche Texte zum gleichen Inhalt. Vgl. Thomas D. Lowe: Is this climate porn? How does climate change communication affect our perceptions and behaviour?, Working Paper 98, Tyndall Research Centre for Climate Research, 2008.  
316 Vgl. auch Link: Versuch über den Normalismus, S. 39 u. 213. Link war vor allem an den sozialen Effekten des Normalismus auf den Einzelnen interessiert.  
317 Link: Das »normalistische Subjekt« und seine Kurven, S. 112.  
318 Link: Versuch über den Normalismus, S. 39.  
319 Ebd., S. 368.  
320 Link: Das »normalistische Subjekt« und seine Kurven, S. 110.  
321 Link: Versuch über den Normalismus, S. 368.  
322 Ebd., S. 367 f.  
323 Link: Das »normalistische Subjekt« und seine Kurven, S. 115.  
324 Ebd.  
325 George Lakoff/Mark Johnson: Leben in Metaphern. Konstruktion und Gebrauch von Sprachbildern, Heidelberg 2003.  
326 Ralf Konersmann: Unbehagen der Natur. Veränderungen des Klimas und der Klimasemantik, in: Lutz/Macho (Hrsg.): 2°, S. 32–73, hier S. 32.  
327 Jim Fleming: Picturing Climate Control Visualizing the Unimaginable, in: Thomas Nocke/Birgit Schneider (Hrsg.): Image Politics of Climate Change. Visualizations, Imaginations, Documentations, Bielefeld 2014, S. 345–362.

- 328 »[...] that climate change is making extreme weather events the new normal.« Matt Wade: Extreme Weather the New Normal in Australia's Disaster-prone Neighbourhood, 16.03.2015, The Sydney Morning Herald, online: <http://www.smh.com.au/environment/un-climate-conference/extreme-weather-the-new-normal-in-australias-disaster-prone-neighbourhood-20150315-144mio.html>, zuletzt eingesehen 07.07.2017.
- 329 Eva Horn: Zukunft als Katastrophe, Frankfurt a. M. 2014; Rob Nixon: Slow Violence and the Environmentalism of the Poor, Harvard 2011, S. 6 f.
- 330 David Gugerli/Barbara Orland: Einleitung, in: Dies. (Hrsg.): Ganz normale Bilder. Historische Beiträge zur visuellen Herstellung von Selbstverständlichkeit, Zürich 2002, S. 9–16, hier S. 11.
- 331 Vgl. Horst Bredekamp/Birgit Schneider/Vera Dünkel (Hrsg.): Das Technische Bild. Kompendium zu einer Stilgeschichte wissenschaftlicher Bilder, Eintrag: »Objektivität und Evidenz«, Berlin 2008, S. 148–151.
- 332 Gugerli/Orland: Einleitung, in: Dies. (Hrsg.): Ganz normale Bilder, S. 11.
- 333 Lat. Evidentia. Zur Geschichte der Evidenz vgl. Lorraine Daston: Wunder, Beweise und Tatsachen. Zur Geschichte der Rationalität, Frankfurt a. M. 2001.
- 334 Vgl. Hans-Jörg Rheinberger: Objekt und Repräsentation, in: Bettina Heintz/Jörg Huber (Hrsg.): Mit dem Auge denken. Strategien der Sichtbarmachung in wissenschaftlichen und virtuellen Welten, Zürich 2001, S. 55–61.
- 335 Vgl. Daston: Wunder, Beweise und Tatsachen, S. 7–25.
- 336 Vgl. Lorraine Daston/Peter Gallison: Objektivität, Frankfurt a. M. 2008.

- 337 Ludwik Fleck: Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv, Frankfurt a. M. [1935] 1980, S. 166.
- 338 Vgl. Étienne-Jules Marey: La méthode graphique dans les sciences expérimentales – La circulation du sang à l'état physiologique et dans les maladies. Paris 1878, S. III (Übersetzung B.S.); Walsh: »Tricks«, Hockey Sticks, and the Myth of Natural Inscription.
- 339 Fleck: Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache, S. 189.
- 340 Walsh: »Tricks«, Hockey Sticks, and the Myth of Natural Inscription, S. 98 f. Der Gedanke geht auf Bruno Latour zurück.
- 341 »If we try to see past the numbers to the objects they represent or ›draw together‹, in Latour's terms, ultimately we arrive in our imaginations at nature itself – trees, glaciers, clouds, rain, the sun.« Ebd., S. 99.
- 342 Leonardo da Vinci: Traktat von der Malerei. Nach der Übers. von Heinrich Ludwig neu hrsg. und eingel. von Marie Herzfeld, Jena 1909, S. 9 u. 11.
- 343 Vgl. auch Horst Bredekamp: Die Erkenntniskraft der Plötzlichkeit. Högredes Szenenblick und die Tradition des Coup d'Oeil, in: Joachim Bromand/Guido Kreis (Hrsg.): Was sich nicht sagen lässt. Das Nicht-Begriffliche in Wissenschaft, Kunst und Religion, Berlin 2010, S. 455–468.
- 344 Steffen Bogen/Felix Thürlemann: Jenseits der Opposition von Text und Bild. Überlegungen zur Theorie des Diagramms und des Diagrammatischen, in: Alexander Patschovsky (Hrsg.): Die Bildwelt der Diagramme Joachims von Fiore. Zur Medialität religiöspolitischer Programme im Mittelalter, Ostfildern 2003, S. 1–22, hier S. 8.
- 345 Gregory Bateson: Ökologie des Geistes: Anthropologische, psychologische, biologische und epistemologische Perspektiven. (Steps to an ecology of mind), Frankfurt a. M. 1999.
- 346 Sloterdijk: Sphären 2: Globen, Frankfurt a. M. 2004, S. 207.
- 347 Lynn D. Rosentrater: Representing and Using Scenarios for Responding to Climate Change, in: WIREs Climate Change, Bd. 1, 2010, S. 253–259, hier S. 253.
- 348 Gabriele Gramelsberger: Computerexperimente. Zum Wandel der Wissenschaft im Zeitalter des Computers, Bielefeld 2010; Paul N. Edwards: A Vast Machine. Computer Models, Climate Data, and the Politics of Global Warming, Cambridge, Mass. 2010.
- 349 Diesen Begriff entlehnte Gabriele Gramelsberger für die Klimasimulation der Bioinformatik, wo der Ausdruck gebräuchlich ist, um die Differenz zu In-vitro- und In-vivo-Experimenten zu verdeutlichen. Vgl. Gramelsberger: Computerexperimente, S. 145.
- 350 Vgl. ebd., S. 94 u. 120.
- 351 Den Begriff »Computerexperiment« nutzte der russische Mathematiker Alexander Andrejewitsch Samarskij als Synonym für Computersimulation und Computational Science. Vgl. ebd., S. 87.
- 352 Die Unterscheidung von Nah- und Fernzukunft ist Thomas Macho entnommen. Vgl. Thomas Macho: Vorbilder, München 2011, S. 21.
- 353 Den Unterschied von simulierten Fischen und semiotischen Ozeanen im Modell zur Erfahrungswelt hat Gabriele Gramelsberger besonders plastisch beschrieben im Artikel: Das epistemische Gewebe simulierter Welten, in: Andrea Gleiniger/Georg Vrachliotis (Hrsg.): Simulation. Kontext Architektur, Basel 2008, S. 83–91.
- 354 Gramelsberger: Computerexperimente, S. 121.
- 355 »To see how well their models are working, researchers run them over a historical time period and compare the model's results to observations of what really happened.« Website der UCAR (University Corporation for Atmospheric Research), USA, deren Inhalte seit dem Regierungswechsel 2017 massiv verändert wurden: <https://ncar.ucar.edu/learn-more-about/climate>, zuletzt eingesehen am 30.05.2017.
- 356 Im Earth-System-Projekt *Super-Vulcano*, Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg, gemeinsam mit dem Deutschen Klimarechenzentrum.
- 357 Vgl. Claudia Timmreck: Begrenzter Klimaeinfluss von extrem großen Vulkaneruptionen, <http://www.mpimet.mpg.de/institut/jahres-berichte/jahresbericht-2011.html>, erstellt 2011, zuletzt eingesehen am 30.05.2017.
- 358 Auf den zunehmenden Naturalismus dieser Darstellungen wurde ich durch einen Vortrag von Björn Stevens aufmerksam, den mir Christoph Rosol weiterleitete. Meine Argumentation sowie die Beispiele sind in Anlehnung an den Vortrag von Stevens entwickelt.
- 359 Gramelsberger: Computerexperimente, S. 85.
- 360 Die Unterscheidung von *malerisch* und *haptisch* ist in der Kunstgeschichte bedeutsam. Sie geht auf Alois Rieg (1858–1905) zurück, der damit die Formübergänge innerhalb eines Bildes

beschrieb. Haptisch (distinkt) sind diese, wenn sie durch harte Linienkontraste begrenzt sind, malerisch (analog), wenn sie weich sind und ineinanderfließend. Die beiden Kategorien unterscheiden sich auch durch Flächigkeit und Tiefe.

361 Aus: John Theodore Houghton et al.: Introduction, in: Dies. (Hrsg.): Climate Change. The IPCC Scientific Assessment (FAR), Cambridge 1990, xxv. Die Bildunterschrift dort lautet: »Schematic illustration of the climate system components and interactions. (from Houghton, J. T. (ed), 1984: The Global Climate; Cambridge University Press, Cambridge, UK, 233 pp)«. Originalgrafik von: World Meteorological Organization, 1975.

362 Aus: John Theodore Houghton et al. (Hrsg.): Climate Change 1995. The Science of Climate Change (SAR). Contribution of Working Group 1 to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge (Cambridge University Press) 1995, S. 55. Bildunterschrift dort: »Figure 1.1: Schematic view of the components of the global climate system (bold), their processes and interactions (thin arrows) and some aspects that may change (bold arrows).«

363 Aus: John Theodore Houghton et al. (Hrsg.): Climate Change 2001. The Scientific Basis (TAR). Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge (Cambridge University Press) 2001, S. 88. Bildunterschrift: »Figure 1.1: Schematic view of the components of the global climate system (bold), their processes

and interactions (thin arrows) and some aspects that may change (bold arrows).«

364 Aus: Susan Solomon et al. (Hrsg.): Climate Change 2007. The Physical Science Basis (AR4). Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC, Cambridge 2007, S. 104. Bildunterschrift: »FAQ 1.2, Figure 1. Schematic view of the components of the climate system, their processes and interactions.«

365 Solomon et al.: Climate Change 2007 (AR4), S. 99.

366 »The complexity of climate models has increased over the last few decades. The additional physics incorporated in the models are shown pictorially by the different features of the modelled world.« Ebd.

367 Die Grafik stellt eine überarbeitete Form einer älteren Modellansicht dar, die bereits den dreidimensionalen Schnitt ins Gelände, wenngleich in grafischem Stil, elaborierte: <http://www.ucar.edu/communications/CCSM/overview.html>, zuletzt eingesehen am 30.05.2017.

368 Horst Bredekamp/Birgit Schneider/Vera Dünkel: Editorial: Das Technische Bild, in: Dies. (Hrsg.): Das Technische Bild. Kompendium einer Stilgeschichte wissenschaftlicher Bilder, Berlin 2008, S. 8–11, hier S. 8.

369 Sein Fachgebiet ist mit der Theorie, Modellierung und Beobachtung von niedrigen Wolken derjenige Bereich der Klimamodelle, der immer noch die größten Unsicherheiten in der Modellierung birgt.

370 »And this [...] is a really fascinating figure [...], absurdly fantastic. It is so overwhelmed by its own realism that it

compounds the mistakes of earlier figures, so that the most important driver of climate change is no longer included [...]. The idea that the coupling among processes is the key challenge has been completely eliminated in favor of a picture that emphasizes how complete our models are [...] and hence how realistic they have become.« Eröffnungsrede von Bjorn Stevens auf der Third International Conference on Earth System Modeling, Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg, 17.09.2012, unveröffentlichte PowerPoint-Folie.

371 Gabriele Gramelsberger: Die präzise elektronische Phantasie der Automatenhirne. Eine Analyse der Logik und Epistemik simulierter Weltbilder, in: Martina Heßler/Dieter Mersch (Hrsg.): Logik des Bildlichen. Zur Kritik der ikonischen Vernunft, Bielefeld 2009, S. 219–234, hier S. 229.

372 Inzwischen liefern Suchmaschinen bei der Eingabe »trust in the models« eine Mischung aus Artikeln, die für die Glaubwürdigkeit der Modelle argumentieren, und Artikeln, die das generelle Misstrauen der Klimawandelskeptiker gegenüber den Klimamodellen der großen meteorologischen Institute schüren.

373 Bredekamp/Schneider/Dünkel, Editorial, S. 8. Die Natürlichkeit entsteht auch im Gebrauch von technischen Artefakten. Zur Naturalisierung von Bildern vgl. insbes. David Gugerli/Barbara Orland: Einführung, in: Dies. (Hrsg.): Ganz normale Bilder. Historische Beiträge zur visuellen Herstellung von Selbstverständlichkeit, Zürich 2002, S. 9–15; Hans Blumenberg: Lebenswelt und Technisierung unter Aspekten der Phänomenologie, in: Ders.: Wirklichkeiten, in denen wir leben, Stuttgart 1993, S. 7–54.

374 Vgl. Gramelsberger: Computerexperimente, S. 33.

375 Vgl. Markus Rautzenberg: Die Gegenwendigkeit der Störung. Aspekte einer postmetaphysischen Präsenztheorie, Berlin/Zürich 2009, S. 9. Vgl. exemplarisch Jean Baudrillard: Agonie des Realen, Berlin 1978; Florian Rötzer (Hrsg.): Digitaler Schein. Ästhetik der elektronischen Medien, Frankfurt a. M. 1991.

376 Hans Blumenberg: Die Genesis der kopernikanischen Welt, Frankfurt a. M. 1985, S. 136.

377 Hanna Arendt: Vita activa oder Vom Tätigen Leben, München et al. 2016, S. 278.

378 Dieses Kapitel basiert auf dem gemeinsamen Artikel von Georg Feulner/Thomas Nocke/Birgit Schneider: Images and Graphs in Climate Skeptical Media, in: Birgit Schneider/Thomas Nocke (Hrsg.): Image Politics of Climate Change. Visualizations, Imaginations, Documentations, Bielefeld 2014, S. 153–186.

379 Vgl. Naturalnews.com. Cartoon von Mike Adams und Dan Berger, 2007, Truth Publishing int. Ltd. »Look at it this way: if there's enough smog in the air, no one will be able to see the climate change.«

380 EIKE steht für den Titel »Europäisches Institut für Klima und Energie e. V.«. Da der Begriff »Institut« nicht geschützt ist, kann Forschung suggeriert werden, die jedoch am EIKE nicht stattfindet. Der EIKE e. V. ist eher mit einer Interessensgruppe zu vergleichen, die Politiker ebenso wie Wissenschaftler jeder Herkunft vereint, die sich zum Ziel gesetzt haben, »die Klimalüge« zu

bekämpfen – nach der auf der Website geäußerten Devise »Nicht das Klima ist bedroht, sondern unsere Freiheit! Umweltschutz; Ja! Klimaschutz: Nein.«. Finanziert ist EIKE teilweise durch Partner->Institute aus den USA.

381 Vgl. Elisabeth Wehling: Politisches Framing. Wie eine Nation sich ihr Denken einredet – und daraus Politik macht. Köln 2016.

382 Diesen Zusammenhang sowie die Systemfrage hat Naomi Klein in ihrem Buch über Kapitalismus und Klima zu ergründen versucht. Vgl. Naomi Klein: Die Entscheidung. Kapitalismus vs. Klima, Frankfurt a. M. 2015.

383 Einen Überblick über die verschiedenen Typologien, die verwendet werden, um das Feld der Klimawandelskepsis zu differenzieren, gibt James Painter: Poles Apart: The International Reporting of Climate Scepticism, Oxford 2011.

384 Die Geschichte dieser systematischen Strategien haben Naomi Oreskes und Erik M. Conway deziert erforscht. Vgl. Naomi Oreskes/Erik M. Conway: Merchants of Doubt. How a Handful of Scientists Obscured the Truth on Issues from Tobacco Smoke to Global Warming, New York 2011.

385 Vgl. Haydn Washington/John Cook: Climate Change Denial: Heads in the Sand, London/New York 2011; John Cook: The Scientific Guide to Global Warming Skepticism, gepostet im Dezember 2010, <http://www.skeptical-science.com/The-Scientific-Guide-to-Global-Warming-Skepticism.html>, zuletzt eingesehen am 17.07.2017; James Painter: Poles Apart, S. 7–34; Kari Norgaard: Living in Denial: Climate Change, Emotions and Everyday

Life, Boston 2011; Aaron McCright: Dealing with Climate Change Contrarians, in: Susanne Moser/Lisa Dilling (Hrsg.): Creating a Climate for Change: Communicating Climate Change and Facilitating Social Change, Cambridge 2007, S. 200–212; Anna Leuschner: Die Glaubwürdigkeit der Wissenschaft. Eine wissenschafts- und erkenntnis-theoretische Analyse am Beispiel der Klimaforschung, Bielefeld 2011, S. 77–110; Peter Weingart et al.: Der anthropogene Klimawandel im Diskurs zwischen Wissenschaft, Politik und Massenmedien, Opladen 2007, S. 141–153; Tobias Greitmeyer: Beware of Climate Skeptic Films, in: Journal of Environmental Psychology, 2013, 35, S. 105–109.

386 Das *Heartland Institute* ist ein Think Tank, der 1984 gegründet wurde. Ein weiterer Think Tank war das ebenfalls 1984 gegründete George C. Marshall Institute. In ihm waren namhafte Forscher aus der Verteidigungsindustrie (Frederick Seitz, William A. Nierenberg) organisiert, die bereits früh Lobbyarbeit gegen die Erkenntnis des Klimawandels und viele andere Ziele des Umweltschutzes betrieben. Dieses Institut schloss 2015, setzt die Arbeit jedoch unter dem Namen CO<sub>2</sub> Coalition fort.

387 Alec Rawls: (Blog), 28. Januar 2005, <http://errortheory.blogspot.de/2005/01/greenhouse-alarmists-fight-new-sunspot.html>, zuletzt eingesehen am 20.07.2017.

388 Zur sozialen Konstruktion von Klimawandelwissen mit einer speziellen Berücksichtigung von Klimawandelskepsis siehe David Demeritt: Science Studies, Climate Change and the Prospects for Constructivist Critique, in: Economy and Society, 2006, 35 (3), S. 453–479.

Dass der wissenschaftstheoretische Relativismus, der im Konstruktivismus angelegt ist, heute ein Problem für die Klimaforschung ist (im Sinne von: »alles nur sozial konstruiert«, also nicht real), hat Bruno Latour in seinen jüngsten Publikationen zum Thema gemacht.

389 Vgl. Oreskes/Conway: Merchants of Doubt, S. 213 f. und S. 240–74.

390 Deshalb lautet der Vorwurf an die Klimaforscher, sie seien eigentlich »water melons«, außen grün und innen (politisch) rot.

391 Junk Science ist zu unterscheiden von Pseudowissenschaften, da Junk Science mit dem manipulativen Ziel auftritt, mit ihren Ergebnissen und Argumenten Einfluss auf politische Entscheider zu nehmen, wobei sie oft mittels Think Tanks operiert und ihre Geldgeber verschleiert.

392 Innerhalb der Klimawissenschaft selbst gibt es lebhafte Debatten über die Qualität der Daten und die Unsicherheiten der Modelle, die sich aus dem mathematischen Design, der hohen Komplexität der Interaktionen und den vielen Rückkopplungseffekten ergeben. Hier wird kritisch diskutiert, wie man der Wissenschaftstheorie bekannten generellen Tendenz entgegenwirkt, zu erforschen, was man bereits vermutet (»bias in the theories«). Vgl. Leuschner: Die Glaubwürdigkeit der Wissenschaft, S. 83–88; Paul Edwards: A Vast Machine. Computer Models, Climate Data, and the Politics of Global Warming, Cambridge, Mass. 2010.

393 »[...] considering the full body of evidence before coming to a conclusion.« Cook: The Scientific Guide to Global Warming Skepticism, S. 1.

394 »[...] ignoring facts and the science«. Ebd., S. 1. Wie Ignoranz zu einem politischen Instrument gemacht wird, behandelt das Buch Robert N. Proctor/Londa Schiebinger (Hrsg.): Agnotology. The Making and Unmaking of Ignorance, Stanford 2008.

395 Beide Zitate aus Oreskes/Conway: Merchants of Doubt, S. 34.

396 Oreskes/Conway: Merchants of Doubt, S. 34–35. Wie verschiedene Werte – politisch, kulturell, religiös und moralisch – die jeweiligen Weltsichten und auch die Sicht auf den Klimawandel beeinflussen, hat Mike Hulme beschrieben in: Ders.: Why We Disagree About Climate Change, Cambridge 2009.

397 Leuschner: Die Glaubwürdigkeit der Wissenschaft, S. 67.

398 Vgl. Ulrich Beck: Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne, Frankfurt a. M. 1986.

399 Theodore M. Porter: Trust in Numbers: The Pursuit of Objectivity in Science and Public Life, Princeton 1995, Kapitel 5.

400 Wie das politisch wichtige 2-Grad-Celsius-Ziel. Vgl.: Carlo C. Jaeger/Julia Jaeger: Warum zwei Grad?, in: Aus Politik und Zeitgeschichte, 2010, 32–33, S. 7–15.

401 Leuschner: Die Glaubwürdigkeit der Wissenschaft, S. 36.

402 Zur »False balance«-Debatte vgl. Painter: Poles Apart, S. 11; Maxwell T. Boykoff/Jules M. Boykoff: Balance as Bias: Global Warming and the US Prestige Press, in: Global Environmental Change, 2004, 14, S. 125–136.

403 Oreskes/Conway: Merchants of Doubt, S. 214.

404 Vgl. Lynda Walsh: »Tricks«, Hockey Sticks, and the Myth of Natural

Inscription: How the Visual Rhetoric of Climategate Conflated Climate with Character, in: Thomas Nocke/Birgit Schneider (Hrsg.): *Image Politics of Climate Change*, Bielefeld 2014, 81–104.

405 Oreskes/Conway: *MERCHANTS OF DOUBT*, S. 197–215.

406 Fiona Harvey: BBC coverage of IPCC climate report criticized for sceptics' airtime, in: *The Guardian*, 1. Oktober 2013.

407 Die Hintergründe der Akteure und Organisationen können im Detail auf der Website [www.desmogblog.com](http://www.desmogblog.com) recherchiert werden.

408 »In the space of one hundred and seventy-six years the Lower Mississippi has shortened itself two hundred and forty-two miles. This is an average of a trifle over one mile and a third per year. Therefore, any calm person, who is not blind or idiotic, can see that in the Old Oolitic Silurian Period, just a million years ago next November, the Lower Mississippi River was upward of one million three hundred thousand miles long, and stuck out over the Gulf of Mexico like a fishing-rod. And by the same token any person can see that seven hundred and forty-two years from now the Lower Mississippi will be only a mile and three-quarters long, and Cairo and New Orleans will have joined their streets together, and be plodding comfortably along under a single mayor and a mutual board of aldermen. There is something fascinating about science. One gets such wholesale returns of conjecture out of such a trifling investment of fact.« Mark Twain: *Life on the Mississippi*, Bd. 1., Leipzig 1883, S. 176.

- 409 Vgl. Darrell Huff: *How to Lie with Statistics*, New York 1954.
- 410 Vgl. Edward R. Tufte: *The Visual Display of Quantitative Information*, Cheshire 1983; Lee Brasseur: *Florence Nightingale's Visual Rhetoric in the Rose Diagrams*, in: *Technical Communication Quarterly*, 2005, Vol. 14 no. 2, S. 161–182; Lee Brasseur: *Visualizing Technical Information: A Cultural Critique*. Amityville, New York 2003; Charles Kostelnick und Michael Hassett: *Shaping Information. The Rhetoric of Visual Conventions*, Carbondale 2003; Bruno Latour: *Visualization and Cognition: Drawing Things Together*, in: Henrika Kuklick (Hrsg.): *Knowledge and Society. Studies in the Sociology of Culture Past and Present*, Jai Press, 1986, Bd. 6, S. 1–40.
- 411 Stuart Card: *Information Visualization*, in: Andrew Sears/Julie A. Jacko (Hrsg.): *The Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies, and Emerging Applications*, Mahwah, N. J./London 2003, S. 544–582, hier S. 523.
- 412 Jock Mackinlay: *Automating the Design of Graphical Presentations of Relational Information*, in: *ACM Transactions on Graphics*, 1986, Bd. 5 (2), S. 110–141.
- 413 Porter: *Trust in Numbers*, 1995, S. viii.
- 414 »[...] prestige and power of quantitative methods in the modern world«, ebd.
- 415 Ebd., S. xi.
- 416 Wie Wissenschaftler in konstruktiver Weise mit der politischen Sphäre interagieren können, aber auch welche Probleme es dabei gibt, ist Thema des Buches von Roger A. Pielke: *The Honest Broker: Making Sense of Science in Policy and Politics*, Cambridge 2007.

- 417 Cartoons, die eine dritte Gruppe bilden, werden hier ausgeklammert.
- 418 Vgl. den Blog von Anthony Watts: *Productivity of Land Plants May Be Greater Than Previously Thought*, 29. September 2011, <https://wattsupwith-that.com/2011/09/29/plants-gobbling-up-co2-45-more-than-thought/>, zuletzt eingesehen am 17.07.2017.
- 419 Z. B. CFACT (Committee For A Constructive Tomorrow), <http://www.cfact.org/2013/08/18/time-to-praise-co2-the-miracle-gas/>, zuletzt eingesehen am 17.07.2017.
- 420 Ein Beispiel hierfür gibt es auf Foxnews: »*America Crushed by the Snow and Ice of Global Warming*«. Vgl. <http://nation.foxnews.com/global-warming/2011/02/03/americas-crushed-snow-and-ice-global-warming>, zuletzt eingesehen am 17.07.2017.
- 421 In diese Gruppe fallen auch Cartoons, die oftmals das Erlebnis eines kalten Winters als Gegenargument für den globalen Klimawandel behandeln.
- 422 Siehe als Beispiel ein Artikel auf der Webseite des Heartland Institutes, veröffentlicht am 29. März 2013, <https://www.heartland.org/news-opinion/news/alarmist-hansen-admits-temperatures-not-following-predictions>, zuletzt eingesehen am 17.07.2017.
- 423 Oreskes/Conway: *MERCHANTS OF DOUBT*, S. 2 f.
- 424 Vgl. Lynda Walsh: *Scientists as Prophets. A Rhetorical Genealogy*, Oxford 2013.
- 425 »They don't practice what they preach.« Blog von Anthony Watts *Watts Up With That?*, 16.06.2016. Oder frei nach Heine: »Ich weiß, sie tranken heimlich Wein und predigten öffentlich Wasser.«
- 426 Die Kampagne wurde auf digitalen Plakatwänden neben dem Eisenhower Expressway in Maywood in Illinois installiert.
- 427 »The most prominent advocates of global warming aren't scientists. They are Charles Manson, a mass murderer; Fidel Castro, a tyrant; and Ted Kaczynski, the Unabomber. Global warming alarmists include Osama bin Laden and James J. Lee.« Heartland Institute, erstellt am 3. Mai 2012. Die Pressemitteilung ist inzwischen nicht mehr über die Seite des Heartland Institute abrufbar, nur eine Erklärung zur Einstellung dieser Kampagne, vgl. <https://www.heartland.org/news-opinion/news/heartland-institute-ends-experiment-with-unabomber-global-warming-billboard?source=policybot>, zuletzt eingesehen am 20.07.2017.
- 428 »This provocative billboard was always intended to be an experiment. And after just 24 hours the results are in: It got people's attention. This billboard was deliberately provocative, an attempt to turn the tables on the climate alarmists by using their own tactics but with the opposite message.« Carol Felsenthal: Chicago's Heartland Institute, the Group Behind the Unabomber Billboard, in: Chicago Magazine, erstellt 14. Juni 2012, <http://www.chicagomag.com/Chicago-Magazine/Felsenthal-Files/June-2012/Chicagos-Heartland-Institute-and-itsUnabomber-Billboards/>, zuletzt eingesehen am 17.07.2017.
- 429 Siehe Feulner/Nocke/Schneider: *Images and Graphs in Climate Skeptical Media*.

- 430 Eine detaillierte Diskussion der Klassifikation geben Washington/Cook: Climate Change Denial, 2011, Kapitel 3.
- 431 Meinungsumfragen zum allgemeinen Verständnis des Klimawandels und seiner Ursachen in Großbritannien und den USA legen nahe, dass das generell geringe Verständnis vom Klimawandel und die anwachsende Klimaskepsis mit der Art und Weise der journalistischen Berichterstattung ursächlich zusammenhängt. vgl. Painter: Poles Apart, S. 12; vgl. die Ergebnisse einer Umfrage der BBC News im Februar 2011: »Climate scepticism → on the rise«, BBC poll shows«, veröffentlicht auf der Webseite der BBC,
7. Februar 2010, <http://news.bbc.co.uk/1/hi/8500443.stm>, zuletzt eingesehen am 20.07.2017.
- 432 »[...] the briefing had a big impact, stopping the positive momentum [about global warming] that had been building in the Bush administration.« Oreskes/Conway: Merchants of Doubt, S.186.
- 433 James E. Hansen et al.: Climate Impact of Increasing Atmospheric Carbon Dioxide, in: *Science*, 1981, Nr. 213, S. 957–966.
- 434 Die y-Achse in dem Artikel von Hansen et al. ist in ihrer Anordnung neutraler, da die beiden Kurven auf diese Weise so eingezeichnet werden, dass ihre Mittelwerte im Verhältnis zum 0-Punkt (Mittelwert) der y-Achse verlaufen.
- 435 »It looked like they were relying on peer-reviewed science.« Oreskes/Conway: Merchants of Doubt, S.187.
- 436 Anthony Watts Blog: Do Solar Scientists STILL Think That Recent Warming Is Too Large To Explain By Solar Activity?, veröffentlicht am
2. Januar 2011, <http://wattsupwiththat.com/2011/01/02/do-solar-scientists-still-think-that-recent-warming-is-too-large-to-explain-by-solar-activity>, zuletzt eingesehen am 17.07.2017.
- 437 »Icecap«, [http://icecap.us/images/uploads/Correlation\\_Last\\_Decade.pdf](http://icecap.us/images/uploads/Correlation_Last_Decade.pdf), zuletzt eingesehen am 17.07.2017.
- 438 »If you can't count on the media to report, place the facts where they must be seen. Fight propaganda with facts!«
- 439 »[...] plateaued in 1997 and remained stable for 16 years.« David Rose: Global warming stopped 16 years ago, reveals Met Office report quietly released [...] and here is the graph to prove it, Daily Mail, 16. Oktober 2012, <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2217286/Global-warming-stopped-16-years-ago-reveals-Met-Office-report-quietly-released-chart-prove-it.html>, zuletzt eingesehen am 17.07.2017.
- Der Autor des Artikels ist bekannt für seine klimawandelskeptische Berichterstattung.
- 440 Jürgen Link: Versuch über den Normalismus. Wie Normalität produziert wird, Göttingen 2006.
- 441 Iselin Medhaug et al.: Reconciling Controversies About the »Global Warming Hiatus«, in: *Nature*, 04.05. 2017, Nr. 543, S. 41–47, hier S. 41 ff.
- 442 Christian D. Schönwiese: Klimaänderungen. Daten, Analysen, Prognosen, Berlin 1995. Die Geschichte dieses Bildtyps in der Klimgeschichte einer mittelalterlichen Warmzeit hat John Mashey noch weiter zurückverfolgt. Er nennt den IPCC-Bericht von 1990 und einen wissenschaftlichen Artikel von 1965 als Quellen, die jedoch aus dem Zusammenhang gelöst zitiert werden und ignorieren,

- dass die Grafiken nur einen lokalen Ausschnitt der Erde (in England) zeigen. Vgl. <http://www.desmogblog.com/2015/01/26/medievaldeception-2015-in-hofe-drags-senate-dark-ages>, zuletzt eingesehen am 17.07.2017.
- 443 Feulner/Nocke/Schneider: Twist and Shout, S. 175.
- 444 Das tut auch der Agrarökonom und Kollege Fred Singer, Dennis Avery, auf seinen zahlreichen Präsentationen der jährlich stattfindenden *International Conferences on Climate Change* (ICCC), organisiert vom Heartland Institute, z. B. die Vorträge im Jahr 2009 oder 2017. Gleicher gilt für Fritz Vahrenholt / Sebastian Lüning: Die kalte Sonne: Warum die Klimakatastrophe nicht stattfindet, Hamburg 2012.
- 445 »The annual temperature variation in Chicago is typically 100 degrees, changing from about -5° F to about 95° F. In comparison, the extent of mean global temperature variation over the last 150 years is tiny.« Steve Goreham: Climatism! Science, Common Sense, and the 21st Century's Hottest Topic. New Lenox 2010, S. 381 f.
- 446 Das Magazin war der Nachfolger vom *Whole Earth Catalogue* und wurde ebenfalls von Stewart Brand herausgegeben. Es erschien von 1974 bis 1985.
- 447 Die Kulturtheorie hat diese Vorannahmen mit dem »Grid-group«-Schema untersucht und die Risikowahrnehmungen in fatalistisch, hierarchisch, individualistisch und egalitär unterschieden, die jeweils zu anderen Einstellungen gegenüber der Natur und der Zukunft führen. Diese Unterscheidungen gehen auf Mary Douglas und Aaron Wildavsky zurück. Vgl. Dies.: Risk and Culture:
- An Essay on the Selection of Technical and Environmental Dangers, Berkeley 1983. Mike Hulme hat dieses Schema auf die Wahrnehmung von Risiko und Klimawandel angewendet. Vgl. Ders.: Why We Disagree About Climate Change, Cambridge 2009, S. 186. Ein Fatalist wird eher denken, dass er selbst nichts ausrichten kann und Spielball ist, während eine hierarchische oder individualistische Haltung nahelegt, den Problemen mit technischen Lösungen zu begegnen, um die eigenen Errungenschaften zu schützen; egalitäre Einstellungen stellen die ökologischen Gefährdungen in den Vordergrund und verlangen politische Konsequenzen. Dass die Deutungshoheit in diesen Fragen auf mehreren Ebenen stark umkämpft und ideologisch geprägt ist, hängt ursächlich mit diesen unterschiedlichen Blickwinkeln zusammen.
- 448 Kate Manzo: Imaging Vulnerability: The Iconography of Climate Change, in: *Area*, 42 (1), 2010, S. 96–107, hier S. 97.
- 449 Aus der Definition »Klimatologie« in Victor Conrad: Handbuch der Klimatologie, Bd. 1, Die klimatologischen Elemente und ihre Abhängigkeit von terrestrischen Einflüssen, Stuttgart 1936, S. III.
- 450 Horn: Zukunft als Katastrophe, S. 119.
- 451 Lynn D. Rosentrater: Representing and Using Scenarios for Responding to Climate Change, in: *WIREs Climate Change*, 2010, 1, S. 253–259.
- 452 Horn: Zukunft als Katastrophe, S. 24.
- 453 Zitiert nach ebd.
- 454 Rob Nixon: Slow Violence and the Environmentalism of the Poor, Harvard 2011, S. 6 f.
- 455 Horn: Zukunft als Katastrophe, S. 25. Kursivierungen im Original.

456 Das Original befindet sich in Danzig, eine Kopie in der Gemäldegalerie in Berlin. Das Bild wurde für eine Kirche in Florenz in Brügge durch den Vorsitzenden der Bank der Medici in Auftrag gegeben, wo es jedoch wegen Raubes beim Transport auf See niemals ankam.

457 Das Bild einer apokalyptischen Endzeit, die abschließend für alle Menschen eintritt, ist eine gemeinsame Vorstellung der monotheistischen Religionen, also des Islam, des Christentums und des Judentums. Historisch geht sie auf babylonische und ägyptische Vorstellungen vom Jenseits zurück. Besonders im Mittelalter, aber noch lange danach, besaß das Endgericht für gläubige Christen eine alle anderen Zukunftsvorstellungen überstrahlende Gültigkeit; der Glaube, das Endgericht stehe kurz bevor, sollte sie zu einem guten und gerechten Leben anspornen.

458 Vgl. Daniel Weidner/Stefan Willer (Hrsg.): Prophetie und Prognostik. Verfügbungen über Zukunft in Wissenschaften, Religionen und Künsten, München 2013.

459 Joachim Radkau hat erst kürzlich die Geschichte deutscher Zukunftsvorstellungen seit 1945 behandelt in: Geschichte der Zukunft. Prognosen, Visionen, Irrungen in Deutschland von 1945 bis heute, München 2017. Aus einer kulturwissenschaftlichen Sicht kann Eva Horns Buch *Zukunft als Katastrophe* als die Fortführung von Kosellecks Historiografie vergangener Zukunftsvorstellungen gelten.

460 Vgl. Ulrich Beck: Weltrisikogesellschaft: Auf der Suche nach der verlorenen Sicherheit, Frankfurt a. M. 2007; Lynda Walsh: Scientists as Prophets: A Rhetorical Genealogy, Oxford 2013.

461 Radkau: Geschichte der Zukunft, S. 405.

462 Vgl. Gillen Wood: Vulkanwinter 1816. Die Welt im Schatten des Tambora, Darmstadt 2015.

463 Seit Ende des 19. Jahrhunderts hatte der Klimatologe Eduard Brückner die Klimavariabilität erstmals untersucht; infolgedessen versuchte er die Politik und die Öffentlichkeit über bevorstehende Klimaveränderungen und ihren Einfluss auf Landwirtschaft und Gesellschaft aufzuklären. Vgl. Nico Stehr/Hans von Storch: Einleitung: Klimawandel, Klimapolitik und Gesellschaft, in: Dies. (Hrsg.): Eduard Brückner – Die Geschichte unseres Klimas: Klimaschwankungen und Klimafolgen, Österreichische Beiträge zur Meteorologie und Geophysik (40), 2008, S. 10–27.

464 Vgl. Wilhelm Bölsche: Eiszeit und Klimawechsel, Stuttgart 1919, 10. Aufl., S. 10 f., 13 u. 62.

465 Christina Wessely: Welteis. Eine wahre Geschichte, Berlin 2013.

466 Die Imagination dieses Blickes begründet letztlich das ökologische Denken. Dies zeigt sich in der Bedeutung dieses imaginären Blickes auch für Alexander von Humboldt, der in der Einleitung zur Pflanzengeographie und zum *Kosmos* das Bild der Erde aus der Sicht des Adlers zeichnet, um das Zusammenspiel der Sphären zu veranschaulichen.

467 Osborn Fairfield: Our Plundered Planet, Boston 1948, S. 32.

468 Die Einschätzung des Menschen als geologischen Faktor entstand in den USA bereits in der Mitte des 19. Jahrhunderts. Vgl. z. B. George P. Marsh: Man and Nature; Or, Physical Geography as

Modified by Human Action, New York 1864. S. schrieb bereits Hans Julius von Hann 1908: »Die Vereinigten Staaten scheinen die günstigsten Bedingungen darzubieten zur Entscheidung der Frage, inwieweit die fortschreitende Kultur großer Länderräume das Klima zu ändern vermag.« Hans Julius v. Hann: Handbuch der Klimatologie, Bd. 1, Stuttgart 1908, S. 345.

469 Carl O. Sauer: The Agency of Man on the Earth, in: Men's Role in Changing the Face of the Earth, Chicago 1956, S. 49–69.

470 Horn: Zukunft als Katastrophe, S. 36.

471 Vgl. John R. McNeil: Something New Under The Sun. An Environmental History of the Twentieth-Century World, New York 2000. Die zahlreichen Strände dieser Geschichte hat Joachim Radkau aufgeschlüsselt, vgl. Ders.: Die Ära der Ökologie. Eine Weltgeschichte, München 2011, S. 124–164.

472 Wenngleich in den 1950er-Jahren die Angst vor einem alles vernichtenden Atomkrieg stärker war. Vgl. Herman Kahn: On Escalation. Metaphors and Scenarios, London 1965; Günther Anders: Die Antiquiertheit des Menschen 1. Über die Seele im Zeitalter der zweiten industriellen Revolution, München [1956] 1987. Aus Platzgründen wird hier nur die US-amerikanische Perspektive erwähnt, die jedoch besonders einflussreich für die ökologische Bewegung war.

473 Die Modelle gehen auf kybernetische Forschungen zurück, die Szenarien für militärische Fragen im Rahmen der atomaren Aufrüstung entwickelten. Siehe die Veröffentlichungen von Robert Jungk in den 1950er-Jahren und Hermann Kahn. Systemtheorie und Kybernetik

können dabei als ein wichtiger Nährboden für ökologische Fragestellungen gelten; in ihrem Umfeld und mit ihren Methoden wurden seit 1950 die ersten Klimamodelle mit Computern berechnet.

474 Zur Wissenschaftsgeschichte des Klimawandels siehe Spencer R. Weart: The Discovery of Global Warming, Cambridge 2003.

475 Beck: Weltrisikogesellschaft, S. 30.

476 Der Klimawandel spielte noch keine Rolle in der Publikation, wenngleich eine Vorhersage für die Zunahme am CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre getätigt wurde – Fragen wie nuklearer Abfall, Ressourcenverbrauch, Rückgang der Fischbestände in den Weltmeeren und Nahrungsmittelproduktion standen für den Bereich der Ökologie im Zentrum. Getestet wurden mehrere Szenarien wie grenzenloses Wachstum von Bevölkerung und Industrie versus Stabilisierung der Bevölkerungszahlen etc., wobei als Ergebnis der Studie ausdrücklich die Balance (Equilibrium) und die Stabilisierung des Weltmodells als erstrebenswertes Ziel und Problemlösung vorgeschlagen wurde.

477 Vgl. Beck: Weltrisikogesellschaft; Anna Leuschner: Die Glaubwürdigkeit der Wissenschaft. Eine wissenschafts- und erkenntnistheoretische Analyse am Beispiel der Klimaforschung, Bielefeld 2011. Die Vereinten Nationen beriefen den IPCC 1988 gemeinsam mit der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) dazu, für die Politik relevantes Wissen zum Klimawandel und möglichen Klimazukünften der Erde bereitzustellen.

478 Das Treffen von Entscheidungen für das Gemeinwohl der Gesellschaft – also auch ihrer Zukunft, spielt bei der

Definition von Politik eine Schlüsselrolle. Die politische Relevanz von Klimawissen zeigt sich anhand der Fragen, auf die es bezogen ist. Hier sollen Wissenschaftler einschätzen, wie sich ein Temperaturanstieg auf bewohnte Küstenregionen auswirken kann, was die Entwaldung und die zunehmende Landwirtschaft für das Klima bedeutet oder an welchen Orten welche Anpassungsstrategien nötig oder möglich sind.

479 In der Selbstdefinition des IPCC heißt es: »Because of its scientific and intergovernmental nature, the IPCC embodies a unique opportunity to provide rigorous and balanced scientific information to decision makers. By endorsing the IPCC reports, governments acknowledge the authority of their scientific content. The work of the organization is therefore policy-relevant and yet policy-neutral, never policy-prescriptive.« Vgl. <https://www.ipcc.ch/organization/organization.shtml>, zuletzt eingesehen am 17.07.2017.

480 Zu den vielfältigen Vermischungen von Politik und Wissenschaft im Falle der Klimaforschung siehe Daniel Sarewitz/Roger A. Pielke, Jr./Radford Byerly, Jr. (Hrsg.): *Prediction. Science, Decision Making, and the Future of Nature*, Washington D. C. 2000 und Walsh: *Scientists as Prophets*.

481 Vgl. Niklas Luhmann: *Soziologie des Risikos*, Berlin et al. 1991.

482 Hierzu maßgeblich: Paul Edwards: *A Vast Machine. Computer Models, Climate Data, and the Politics of Global Warming*, Cambridge, Mass. 2010; Gabriele Gramelsberger: *Computerexperimente. Zum Wandel der Wissenschaft im Zeitalter des Computers*, Bielefeld 2010.

483 Diesen Begriff benutzt Gabriele Gramelsberger im Unterschied zu »in-situ«-, »in-vitro«- und »in-vivo«-Experimenten. Gramelsberger: *Computerexperimente*, S. 145 u. S. 157.

484 »The dilemma rests, metaphorically, in our need to gaze into a very dirty crystal ball; but the tough judgment to be made here is precisely how long we should clean the glass before acting on what we believe we see inside.« Stephen Henry Schneider: *The Coevolution of Climate and Life*, San Francisco 1984.

485 Vgl. hierzu Nate Silver: *The Signal and the Noise. Why So Many Predictions Fail – But Some Don't*. London 2012, S. 370–411. Der Weltklimarat hat ein genaues Vokabular zur Beschreibung von Wahrscheinlichkeiten entwickelt. Unsicherheiten wiederum sind ein wichtiges Thema, und auch die Frage, wie diese in den Visualisierungen darstellbar sind.

486 Elena Esposito: *Die Fiktion der wahrscheinlichen Realität*, Frankfurt a. M. 2007.

487 Kahn zitiert nach Horn: Zukunft als Katastrophe, S. 38. Die Begriffe »Szenario« und »Storyline« aus Literatur und Theater tragen dem bereits erwähnten Fiktionalitätscharakter jeder Zukunftsberechnung implizit Rechnung. Die ideengeschichtliche Wurzel, an die die Klimaszenarien anschließen, liegt jedoch in der militärischen Strategieentwicklung des Kalten Krieges. Vgl. Ron Bradfield et al.: *The origins and evolution of scenario techniques in long range business planning*, in: *Futures*, Bd. 37, Oktober 2005, S. 795–812; Hermann Kahn/Anthony Wiener: *The Year 2000: A Framework for Specu-*

*lation on the Next Thirty-Three Years*, Macmillan 1967.

488 Esposito: *Die Fiktion der wahrscheinlichen Realität*, S. 55–57.

489 »Eine Welt, in der Menschen Entscheidungen treffen, hat nicht nur eine unsichere Zukunft, die von den in der Gegenwart getroffenen Entscheidungen abhängt. In dieser Welt vervielfacht sich die Unsicherheit noch um die Zahl der Personen, die Entscheidungen treffen.« Ebd., S. 51 f.

490 Ebd., S. 55.

491 Horn: *Zukunft als Katastrophe*, S. 39.

492 »The goal of working with scenarios is not to predict the future, but to better understand uncertainties in order to reach decisions that are robust under a wide range of possible futures.« Richard Moss et al.: *The Next Generation of Scenarios for Climate Change Research and Assessment*, in: *Nature* 463, 11. Februar 2010, S. 747–756, hier S. 747.

493 »Emissions scenarios for climate change research are not forecasts or predictions, but reflect expert judgments regarding plausible future emissions based on research into socioeconomic, environmental, and technological trends represented in integrated assessment models.« Ebd., S. 748.

494 Ebd., S. 750. Bei den neuen RCP-Szenarien geht es dabei nicht mehr nur um die Frage »[W]as wäre wenn [...]?«, die in den früheren Emissionsszenarien noch im Mittelpunkt stand und die die Storyline von ihren Ausgangsgrößen her entwickelte, sondern der Ansatz denkt den Klimawandel von seinem Ende her, also was getan werden müsste, um einen bestimmten Energiehaushalt der Erde im Jahr 2100 zu erreichen.

495 Theodore M. Porter: *Trust in Numbers: The Pursuit of Objectivity in Science and Public Life*, Princeton 1995. 496 Ebd., S. xi.

497 Vgl. George Lakoff/Mark Johnson: *Metaphors We Live By. With a New Afterword*. Chicago 2003.

498 Lynda Walsh hat den Begriff des Triptychons auf diesen Bildtyp übertragen. Vgl. Walsh: *Scientists as Prophets*, S. 179.

499 Vgl. z. B. die Studie zur Zukunftsplanung von der Hirnforscherin Kathleen McDermott von der Washington University in St. Louis.

500 In der Fassung des Klimatriptychons von 2014 sind die beiden Skalen am linken und rechten Rand der Grafik, die erstmals als Thermometer gestaltet wurden, von besonderem Interesse. Die bislang ungeklärte Frage ist nämlich, wo der Basispunkt der Erwärmung angesetzt werden soll, der dann jeweils unterschiedliche nationale Einsparungsverpflichtungen zur Folge hat – im Verhältnis zur vorindustriellen Phase von 1850 bis 1900 oder zur Phase von 1986 bis 2005. Im ersten Fall erscheint eine Erwärmung um bis zu 6 Grad Celsius (oberer roter Rand), im anderen eine Erwärmung von nur 5 Grad. Die Frage dieses historischen Referenzpunktes ist essenziell für die Politiken, die in Hinblick auf das – ebenso politisch begründete – 2-Grad-Ziel getroffen werden. Sie zeigen sich deshalb auch im Bild. 501 Die Kurve steht neben einem weiteren Schaubild, das die dünnen Linien der Szenarien ins Verhältnis zu ansteigenden Risiken und Gefährdungen wie den Rückgang der Arten oder die erhöhte Wahrscheinlichkeit von Ext-

remwetterereignissen setzt. Die Grafik hieß vormals »Reasons for Concern« und erhielt aufgrund ihrer glutroten Farbgebung den Spitznamen »Burning Embers« (Brennende Kohlen). Die im Kopf vorgenommene Zusammensicht der Szenarien mit den roten Risiken der Szenarien für unterschiedliche Systeme zeigen die Risiken der jeweiligen »Pathways« und was den Unterschied zwischen den Szenarien ausmacht. Die Szenarien werden zwischen den Polen »very high risk« und »moderate risk« eingeordnet. Aufgrund ihrer eindeutigen Rhetorik der Sorge und der Warnung gehört diese Grafik zu den stark diskutierten Bildern des Weltklimarats und wurde in der Fassung seines Berichts von 2007 sogar ausgeklammert, um dann 2014 wieder aufgenommen zu werden. Durch diesen Bezug erhalten die Szenarien eine Rahmung, die die jeweiligen Gefahren von Temperaturanstiegen für andere Systeme einschätzbar und vergleichbar machen will. Vgl. Martin Mahony: *The Color of Risk: Expert Judgment and Diagrammatic Reasoning in the IPCC's 'Burning Embers'*, in: Thomas Nocke/Birgit Schneider (Hrsg.): *Image Politics of Climate Change, Visualizations, Imaginations, Documentations*, Bielefeld 2014, S. 105–124.

502 Auf der Website von der Organisation Nesta: *Don't Stop Thinking About Tomorrow: A Modest Defence of Futurology*, 2013, <http://www.nesta.org.uk/publications/dont-stop-thinking-about-tomorrow-modest-defence-futurology>, zuletzt eingesehen am 20.07.2017.

503 Vgl. hierzu das Kapitel *Kosmogramme des Anthropozäns*.

- 504 Wie gerade Farben in den Klimaberichten die Ambiguität der Wissenschaftler zwischen Politik und Wissenschaft zeigen, dazu hat die Rhetorikerin Lynda Walsh geforscht. Lynda Walsh: *Visual Strategies to Integrate Ethos Across the »is/ought« Divide in the IPCC's Climate Change 2007: Summary for Policy Makers*, in: Poroi, Issues in the Rhetoric of Science and Technology, 6(2), 2009, S. 33–61. Zur Farbsemantik von Rot und Blau in den Klimawissenschaften vgl. Schneider: *Red Futures*.
- 505 Walter Benjamin: *Gesammelte Schriften*, hrsg. von Rolf Tiedemann und Hermann Schweppenhäuser, Frankfurt a. M. 1991, Bd. I, S. 683.
- 506 Ebd.
- 507 »To sum up at this point: the future is not a blank page; and neither is it an open book. The current notion that one has only to measure existing trends and to project, on a grander scale, the forces and institutions that dominate our present-day society in order to give a true picture of the future is based on another kind of illusion – the statistical illusion. This method overweights those elements in the present which are observable and measurable and seemingly powerful, and it overlooks many other elements that are hidden, unmeasured, irrational.« Lewis Mumford: *Prospects*, in: William L. Thomas (Hrsg.): *Man's Role in Changing the Face of the Earth*, Chicago 1956, S. 1141–1152, hier S. 1142.
- 508 »The children born now will see the last part of the graphic.« Mitschnitt der Pressekonferenz, September 2013 in Stockholm [Hervorhebung – B. S.].
- 509 Watsuji Tetsuro: *Fudo – Wind und Erde. Der Zusammenhang von Klima*

- und Kultur
- und Kultur, übersetzt von Dora Fischer-Barnicol und Okochi Ryogi, Darmstadt [1935] 1992, S. 13.
- 510 »L'être humain est un être géographique. Son être est géographique. [...] et nécessairement, déterminé par une certaine relation à ce qui fait l'objet de la géographie.« Augustin Berque: *Ecoumène: Introduction à l'étude des milieux humains*, Paris 2000.
- 511 »This is the face of the surface of our planet if you look at the atmosphere. It is red. The world has been warming. The trend that you see is clearly given as colors of red.« Mitschnitt der Pressekonferenz, 27. September 2013 in Stockholm.
- 512 Vgl. Mark Monmonier: *Cartographies of Danger: Mapping Hazards in America*, Chicago 1997; Yi-Fu Tuan: *Landscape of Fear*, New York 1979.
- 513 Die Projektionsart heißt Mollweide-Projektion. Im Unterschied zur Mercatorprojektion erlaubt die Mollweide-Projektion eine relativ flächengetreue Darstellung der Erde.
- 514 Vgl. die Wetterkarte Australiens vom 14.01.2013, publiziert vom Australian Bureau of Meteorology.
- 515 Thomas Nocke hat eine Befragung zum Verständnis ausgewählter Grafiken der aktuellen SPMs durchgeführt, die diese Einschätzung fundiert. Unveröffentlichtes Manuskript, 2015.
- 516 Dass die Hintergrundfarbe mit der Fertigstellung des Berichts von einem hellen Orange zu einem hellen, hoffnungsvollerem Blau wechselte, weist wiederum auf die vielschichtigen Konnotationen von Blau und Rot in diesem Feld hin.
- 517 Ottmar Edenhofer ist Ko-Vorsitzender der Arbeitsgruppe III des IPCC,

Direktor des Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change (MCC) sowie stellvertretender Direktor und Chefökonom des Potsdamer Instituts für Klimafolgenforschung.

518 Vgl. Kjersti Fløttum/Trine Dahl/Vegard Rivenes: *Young Norwegians and their views on climate change and the future: Findings from a climate concerned and oil rich nation*, in: *Journal of Youth Studies*, 19(8), 2016, S. 1128–1143.

519 Rosentrater: *Representing and Using Scenarios*.

520 Gottlob Benjamin Jäschke (Hrsg.): *Immanuel Kants Logik: Ein Handbuch zu Vorlesungen*, Königsberg 1800.

521 Dorothee Messmer/Markus Landert (Hrsg.): *Moralische Fantasien: Aktuelle Positionen zeitgenössischer Kunst in Zusammenhang mit der Klimaerwärmung*, Katalog zu den Ausstellungen im Kunstmuseum des Kantons Thurgau und im Museum Morsbroich Leverkusen, Wien 2008.

522 Vgl. ebd., S. 108–111.

523 Martina Heßler (Hrsg.): *Konstruierte Sichtbarkeiten: Wissenschafts- und Technikbilder seit der Frühen Neuzeit*, München 2005.

524 Donna J. Haraway: *Situated Knowledges: The Science Question in Feminism and the Privilege of the Partial Perspective*, in: *Feminist Studies*, 1988, 14 (3), S. 575–599.

525 Zitiert nach dem Apollo Flight Journal der NASA, 4. Tag, Lunar Orbits 4, 5 and 6, publiziert auf <http://history.nasa.gov/>. »Oh my God! Look at that picture over there! Here's the Earth coming up. Wow, is that pretty.« »Hey, don't take that, it's not scheduled.« »You got a color film, Jim?« »Hand me

that roll of color quick, will you [...]« »Oh man, that's great!« »Oh, I got it, what a beautiful shot!«

526 Ulrich Grobner: Die Entdeckung der Nachhaltigkeit. Kulturgeschichte eines Begriffs, München 2010, S. 24 f.

527 »[...] small and blue and beautiful in that eternal silence where it floats, is to see ourselves as riders on the earth together«, Archibald MacLeish: Riders on Earth Together, Brothers in Eternal Cold, in: New York Times, Dezember 1968.

528 Michael Mönninger: Das umgedrehte Fernrohr. Die Fernerkundung der Nahwelt – vom Himmelsblick zur Erdbeobachtung, in: Kritische Berichte, 2009, Heft 3, S. 96–104.

529 Vgl. z.B. Sheila Jasanoff: Image and Imagination: The Formation of Global Environmental Consciousness, in: Paul Edwards / Clark A. Miller (Hrsg.): Changing the Atmosphere: Expert Knowledge and Environmental Governance, Cambridge, MA 2001, S. 309–337; Terry Hope: Spacecam: Faszinierende Bilder des Weltalls, München 2006; Horst Bredekamp: Blue Marble. Der Blaue Planet, in: Christoph Marksches et al. (Hrsg.): Atlas der Weltbilder, Berlin 2011, S. 366–375. Diedrich Diederichsen / Anselm Franke (Hrsg.): The Whole Earth California and the Disappearance of the Outside, Berlin 2013; Don Nardo: Captured World History: The Blue Marble How a Photograph Revealed Earth's Fragility, Mankato, Minn. 2014; Sebastian Grevsmühl: La Terre vue d'en haut: L'invention de l'environnement global, Paris 2014; Finnis Dunaway: Seeing Green: The Use and Abuse of American Environmental Images, Chicago 2015.

530 Hier ist natürlich auf die früheren Fotografien der Erde hinzuweisen, die aus Raumsonden aufgenommen wurden. Diese waren noch schwarz-weiß und ihre Verbreitung gering. Vgl. Lisa Parks: Cultures in Orbit: Satellites and the Televisual, Durham, NC 2005.

531 Sybille Krämer: Die Welt aus der Satellitenperspektive. Google Earth, in: Christoph Marksches et al. (Hrsg.): Atlas der Weltbilder, Berlin 2010, S. 422–432, hier S. 429.

532 Hans Blumenberg: Die Genesis der kopernikanischen Welt, Frankfurt a. M. 1985, S. 134.

533 Zitiert nach ebd., S. 135.

534 Ebd., S. 145.

535 Vgl. Dunaway: Seeing Green.

536 Blumenberg: Die Genesis der kopernikanischen Welt, S. 141.

537 Hannah Arendt: Vita activa oder vom tätigen Leben, München [1960] 1981, S. 253.

538 Blumenberg: Die Genesis der kopernikanischen Welt, S. 136.

539 Tim Ingold: Globes and Spheres. The Topology of Environmentalism, in: Michael R. Dove (Hrsg.): Environmental Anthropology: A Historical Reader, Oxford et al. 2007, S. 462–469.

540 Als Umwelt wird seit Jakob Johann von Uexküll (1864–1944) und seiner Publikation *Umwelt und Innenwelt der Tiere* (1909) das verstanden, was ein Lebewesen wahrnimmt (Merkwelt) und aus der Umgebung (Wirkwelt) herausfiltert.

541 Vgl. Ingold: Globes and Spheres, S. 463–468.

542 Zu den umhüllenden und behauenden Sphären bzw. dem Blick auf das Erdobjekt als Globus vgl. insbes. Peter

Sloterdijk: Sphären 2. Globen, Frankfurt a. M. 2004, Einleitung und Kapitel 8.

543 Arendt: Vita Activa oder vom tätigen Leben, S. 244.

544 Carl Ritter: Sechs Karten von Europa, Schnepfenthal 1806.

545 Krämer: Die Welt aus der Satellitenperspektive, S. 829 f.

546 »It appears that the world as it really exists can only be witnessed by leaving it.« Ingold: Globes and Spheres, S. 35.

547 »[...] we do not belong to the world, [...] it is the world that belongs to us.« Ebd., S. 39.

548 Martin Heidegger: Die Zeit des Weltbildes, in: Ders.: Holzwege, Frankfurt a. M. 1950, S. 74–113.

549 Den wenig verbreiteten Begriff findet man in der Literatur zur Computergrafik. W. Patrick McCray hat ihn zum Titel eines Buches gemacht: The Visioneers. How a Group of Elite Scientists Pursued Space Colonies, Nanotechnologies, and a Limitless Future, Princeton / Oxford 2013.

550 Arendt: Vita Activa oder vom tätigen Leben, S. 359.

551 »[It] reduces the Earth to a product-design-engineered object.« Leon Gurevitch: Google Warming. Google Earth as ecomachinima. In: The International Journal of Research into New Media Technologies, 2014, Vol. 20 (1), S. 85–107, hier S. 85.

552 »[...] a feedback loop in which we move from media ecology to ecology as media.« Gurevitch: Google Warming, S. 103.

553 Ebd., S. 86, in Bezug auf Lev Manovich.

554 Blumenberg: Die Genesis der kopernikanischen Welt, S. 141.

555 Vgl. die Betriebsanleitung für Avizo Green. Online: [https://www.dkrz.de/pdfs/docs/Getting\\_started\\_with\\_Avizo\\_Green\\_8.1.pdf/view](https://www.dkrz.de/pdfs/docs/Getting_started_with_Avizo_Green_8.1.pdf/view), zuletzt eingesehen am 20.07.2017.

556 Roland Barthes: Rhetorik des Bildes (»Rhétorique de l'image«), in: Ders.: Der entgegenkommende und der stumpfe Sinn (»L'obvie et l'obtus«), Frankfurt a. M. 2005.

557 Eine Befragung von Rezipienten zu einer roten Karte der globalen Erwärmung im Vergleich mit alternativen Färbungen der Karte in Blau-, Grün, Rosatönen und abgemilderten Rottönen hat diese Lesart bestätigt. Vgl. Thomas Nocke/Birgit Schneider: The Feeling of Red and Blue – A Constructive Critique of Color Mapping in Visual Climate Change Communication, in: Walter F. Leal (Hrsg.): Handbook of Climate Change Communication, Climate Change Management Series, Cham 2017.

558 So Lorraine Daston in ihrem Vortrag »The Passions of The Unnatural« auf der Tagung »The Artwork between Technology and Nature« im Statens Museum for Kunst, Kopenhagen 2010. Zu Dastons Konzept von Horror und Terror siehe Dies.: Das Wunder und die Ordnung der Natur, Frankfurt a. M. 1998.

559 Zum Einzug dieses Begriffs in die deutsche Politik- und Alltagssprache vgl. Anita Engels et al.: Von der Hypothese zur Katastrophe: der anthropogene Klimawandel im Diskurs zwischen Wissenschaft, Politik und Massenmedien, Opladen 2002.

560 Unter dem Titel »Moralische Fantasien« kuratierte Raimar Stange

eine Kunstausstellung zum Klimawandel, Vgl. den Katalog, Messmer/Landert (Hrsg.): *Moralische Fantasien*.  
561 Latour übernahm den Begriff der Natur als »Quasi-Objekt« von Michel Serres. Vgl. Michel Serres: *Der Parasit*, Frankfurt a. M. 1987, S. 344 f.  
562 Günther Anders: *Die Antiquiertheit des Menschen 1. Über die Seele im Zeitalter der zweiten industriellen Revolution*, München [1956] 1987, S. 273.  
563 »Burning World« ist ein verbreitetes Schlagwort für Bilder in kommerziellen Bilddatenbanken wie Getty Images. Der Begriff steht für Bilder, die die globale Erwärmung illustrieren. Die doppelte Bedeutung von »brennen«, einerseits für Hitze allgemein, andererseits für das Verbrennen von fossilen Energien, zeigt sich auch in Buchtiteln, z. B. *How to stop the planet from burning*. Auch Science-Fiction-Geschichten, die ein Zeitalter der Postklimakatastrophe skizzieren, nutzen dieses Wort als Titel, wie in *Aviator: The Burning World* by Gareth Renowden, 2013, sowie für das frühe Werk der Climate Fiction *The Burning World* von J. G. Ballard (1964), das seit 1968 unter dem Titel *The Drought* erschien.  
564 Interview mit Michael Böttinger, 29. Juni 2011, Kartograf und Visualisierer am Deutschen Klimarechenzentrum Hamburg.  
565 Vgl. Eduard Imhof: *Kartographische Geländedarstellung*, Berlin 1965, S. 85.  
566 Vgl. Jacques Bertin: *Semiology of Graphics. Diagrams, Networks, Maps*, Madison, Wis. [1967] 1983; Alan M. MacEachren: *How Maps Work: Representation, Visualization, and Design*, New York 1995; Reto Stauffer et al.: *Somewhere over the Rainbow. How to Make Effective*

Use of Colors in Meteorological Visualizations in *Bulletin of the America Meteorological Society*, 96, 2015, S. 203–216.  
567 »Tying color to information is as elementary and straightforward as color techniques in art«, but »putting a good color in a good place is a complex matter [...]. Avoiding catastrophe becomes the first principle in bringing color to information. Above all, do no harm.« Edward Tufte: *Envisioning Information*, Connecticut 1990, S. 81.  
568 Imhof: *Kartographische Geländedarstellung*, S. 83.  
569 Gilles Palsky: *Des chiffres et des cartes. Naissance et développement de la cartographie quantitative française au XIXe siècle*, Paris 1996, S. 134; Tufte: *Envisioning Information*, S. 90.  
570 Vgl. Imhofs Kapitel zur Farbe, in: *Kartographische Geländedarstellung*, Kapitel 5; John Gage: *Kulturgeschichte der Farbe: von der Antike bis zur Gegenwart*, Ravensburg 1994; Ders.: *Color and Meaning. Art, Science and Symbolism* Oakland, Calif. 2000. *Couleurs de la Terre: des mappemondes médiévaux aux images satellites*, Ausstellungs-katalog unter der Leitung von Monique Pelletier, Paris 1998.  
571 Palsky: *Des chiffres et des cartes*, S. 133. Hier ließe sich auch eine Beziehung zu politischen Farbgebungen (nicht nur) in der Kartografie herstellen, nach der Rot die Farbe einer linken Politik bzw. des Kommunismus ist bzw. im Kontext der USA gegenläufig mit dem politischen Farbschema »Red states« (Republikaner) und »Blue states« (Demokraten) korreliert.  
572 Sophie Nicholson-Cole/Saffron O'Neill: »Fear Won't Do It«: Promoting

Positive Engagement with Climate Change Through Visual and Iconic Representations, in: *Science Communication*, 2009, Nr. 20, S. 355–379.  
573 Hans-Jörg Schellnhuber: *Tragic Triumph*, in: *Climatic Change*, 2010, Nr. 100, S. 229–238.  
574 Eva Horn: *Zukunft als Katastrophe*, Frankfurt a. M. 2014, S. 27.  
575 »[...] object of contemplation, detached from the domain of lived experience«, Ingold: *Globes and Spheres*, S. 32.  
576 Roland Barthes: *Schockfotos*, in: Ders.: *Mythen des Alltags*, Frankfurt a. M. 2006. Die Frage lässt sich auch mit der Mischung aus Schock, Betroffenheit und Distanzierung betrachten, die Susan Sontag beschrieben hat. Vgl. Susan Sontag: *Das Leiden anderer betrachten*, München 2003.  
577 Vgl. O'Neill/Nicholson-Cole: »Fear Won't Do It«.  
578 Vgl. Helena Bilandzic et al.: *Running Head: Emotions and Framing Effects in Climate Change Communication. Guilt, Fear and Optimism a. M. diators of Framing Effects in Climate Change Communication*, Manuscript-fassung, Paper submitted to the Annual Conference of the ICA, 2015, San Juan, Puerto Rico, 38 Seiten.  
579 Donna Haraway: *Situiertes Wissen. Die Wissenschaftsfrage im Feminismus und das Privileg einer partialen Perspektive*, in: Elvira Scheich (Hrsg.): *Vermittelte Weiblichkeit. Feministische Wissenschafts- und Gesellschaftstheorie*, Hamburg 1988, S. 217–248.  
580 John Tresch: *Cosmologies Materialized: History of Science and History of Ideas*, in: Darrin M. McMahon/Samuel Moyn (Hrsg.): *Rethinking Modern European Intellectual History*, Oxford/New York 2015, S. 153–172.  
581 Tresch: *Cosmologies Materialized*, S. 164. Übersetzung: B. S.  
582 Will Steffen/Paul J. Crutzen/John R. McNeill: *The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature?* in: *Ambio*, 2007, 36 (8), S. 614–621; Helmut Trischler (Hrsg.): *Anthropocene. Envisioning the Future of the Age of Human*, Rachel Carson Center, München 2013; Guido Visconti: *Anthropocene: another academic invention?* Rendiconti Lincei, 2014, 25 (3), S. 381–392; Jürgen Manemann: *Kritik des Anthropozäns. Plädoyer für eine neue Humanökologie*, Bielefeld 2014; Donna Haraway: *Staying with the Trouble: Making Kin in the Chthulucene*, Durham 2016.  
583 Z. B. von Manemann, Castree, Visconti, Yussof. Vgl. Noel Castree: *The Anthropocene and Geography III: Future Directions in Geography Compass*, 2014, 8 (7), S. 464–476; Jürgen Manemann: *Kritik des Anthropozäns. Plädoyer für eine neue Humanökologie*, Bielefeld 2014; Guido Visconti: *Anthropocene: another academic invention?* Rendiconti Lincei, 2014, 25 (3), S. 381–392; Kathryn Yusoff: *Geologic Life: Prehistory, Climate, Futures in the Anthropocene*, in: *Environment and Planning in Society and Space*, 2013, 31 (5), S. 779–795.  
584 »[...] material cosmologies set the stage for cultural contacts. Western science was not a neutral »tool of empire«, using value-free facts to accomplish utilitarian ends; it carried culturally specific values [...] and sought to redraw the map of the world, both meta-physically and geographically.« Tresch: *Cosmologies Materialized*, S. 166.

585 Für das Folgende vgl. Elisabeth Wehling: Politisches Framing. Wie eine Nation sich ihr Denken einredet – und daraus Politik macht, Köln 2016, S. 180–188.

586 Maria Inez Angela Z. Ponce de Leon/Charlotte Kendra Gotangco: Balancing Paradigms in Climate Change Communication Research to Support Climate Services, Vortrag auf der World Conference of Climate Change Communication, Manchester, 23. Februar 2017. Der Artikel wird erscheinen in: Walter F. Leal (Hrsg.): Handbook of Climate Change Communication, Climate Change Management Series, Cham 2018.

Erste Auflage Berlin 2018

Copyright © 2018

MSB Matthes & Seitz Berlin Verlagsgesellschaft mbH  
Göhrener Straße 7, 10405 Berlin  
[info@matthes-seitz-berlin.de](mailto:info@matthes-seitz-berlin.de)

Umschlaggestaltung: Dirk Lebahn, Berlin  
Layout und Satz: Laura Fronterré, Bielefeld  
Herstellung: Hermann Zanier, Berlin  
Druck und Bindung: Pustet, Regensburg

ISBN 978-3-95757-545-6  
[www.matthes-seitz-berlin.de](http://www.matthes-seitz-berlin.de)