

Teil II:
Aufstieg der Theorie zeitlicher Begrenzung
(~ 1938–1988)

6 Die Doppelbedeutung von Wandel

»Welcher Kipppunkt macht Ihnen am meisten Sorge?«

Jochem Marotzke: »Keiner.«¹

In der öffentlichen und wissenschaftlichen Debatte zum Klimawandel begegnet man nur selten Entwarnungen. Folgerichtig bemerkt ein Journalist der *Frankfurter Allgemeinen Sonntagszeitung*, dass es einigermaßen »seltsam« (Frey 2020: 59) ist, wenn ein Klimaforscher Zweifel an der Kipppunkttheorie anmeldet. Das bedeute natürlich nicht, dass der Klimawandel insgesamt harmlos wäre; »durch ein erhöhtes Auftreten von Klima- und Wetterextremen [ist] der Zusammenhalt von Gesellschaften stärker bedroht« (zit. in Frey 2020: 58), hält der Klimaforscher Jochem Marotzke gleich eingangs fest. Trotzdem scheint seine Stellungnahme »seltsam«, zumal in Kapitel 4 ein Klimaforscher gleichen Rangs zu Wort kam, der zu einer gänzlich anderen Bewertung gelangt. Die Worte des Weltklimarat-Wissenschaftlers verblüffen deshalb so sehr, weil man es in der Klimadiskussion zu hören gewohnt ist, dass einerseits nahezu jedes menschliche oder soziale Handeln auf ganz grundlegende Weise Einfluss auf das Klima nimmt und dass andererseits nahezu jede denkbare und undenkbbare Zukunft durch den gegenwärtigen Einfluss herbeigeführt werden kann. Komplementiert wird die Problemdefinition meist noch durch ein Prädikat. Die Zukunft gilt *inhärent* als bedrohlich, düster oder eben besorgniserregend, das menschliche Verhalten als schädlich, nebenwirkungsreich oder eben besorgniserregend. In dieser Perspektive, in der jedes noch so kleine Handeln unter dem Verdacht steht, einen immensen Schaden anzurichten, kann es keine Entwarnung geben.² Die Unsicherheit über den Ausgang des Experiments mit dem Klima ist selbst schon Grund zur Besorgnis. Mögen die Risiken noch so spekulativ sein, sie sind »too risky to bet against« (Lenton et al. 2019), betonen die Vertreter der Kipppunkttheorie. Dass durch den (a) negativen Einfluss des Menschen eine (b) negative, von der Vergangenheit unterscheidbare Zukunft herbeigeführt wird, ist die Doppelbedeutung, die sich hinter dem Suffix *-wandel* in Klimawandel verbirgt. Der *Gesellschaftsbezug* und die *Zeitdimension* macht die Klimaforschung zur *Klimawandelforschung*.³

1 Im Gespräch mit Frey (2020: 59).

2 »Happily«, schreiben zwei Klimaforscher, »that's a word we climatologists rarely get to use« (Hausfather & Peters 2020: 619).

3 Einen Teil dieser Beobachtung verdanke ich einem veröffentlichten Gespräch mit Hans von Storch. Auf die Frage, ob man als Naturwissenschaftler auch etwas Soziologie studieren müsste, antwortete er: »Für Klimaforschung

Dieses Kapitel widmet sich der Zeitperspektive und der Wiederentdeckungen der Gesellschaft in der entstehenden Klimaforschung, nachdem die Dynamische Klimatologie mit dem Menschen abgeschlossen zu haben gedacht hatte. Vor dem Hintergrund der allgemeineren, relativ marginalen Diskussion um Klimaänderungen im 19. und in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts (6.1) wird die Herausbildung der Treibhaustheorie rekonstruiert (6.2). Während die erste Gruppe der Klimawandeltheorien Versuche umfasste, vergangene Klimaänderungen zu erklären, und dabei in der Regel ohne Überlegungen zur menschlichen Verursachung auskamen, richtete die CO₂-Theorie ihr Augenmerk auf eine menschengemachte Zukunft. Die anschließenden zwei Kapitel gehen zwei größtenteils unabhängig voneinander verlaufenden Rezeptionskontexten der Treibhaustheorie in den 1950er und 1960er Jahren nach, vorwiegend in den USA⁴ und jenseits der Klimatologie. Kapitel 6.3 rekonstruiert den Eingang der Treibhaustheorie in einen Forschungszusammenhang, in dem die Aussichten auf eine beabsichtigte Veränderung des Wetters diskutiert wurden. Durch eine schrittweise Ausweitung und schließlich

schlechthin ist es nicht nötig. Aber wenn jemand Klimaforschung versteht als *Klimawandelforschung*, und damit die gesellschaftliche Dimension meint, dann schon« (im Gespräch mit Rödder & Ibrahim 2022: 435). Tatsächlich versteht man seit den 1990er Jahren unter Klimaforschung vorwiegend *Klimawandelforschung*. Engels und Weingart stellen in einer längerfristigen Betrachtung der Klimaforschung fest: »Natürliche Einflußfaktoren treten als Forschungsgegenstand in den Hintergrund, beziehungsweise ihre Erforschung kann immer weniger aus sich selbst heraus, sondern nur noch in bezug auf den Erklärungsgehalt für anthropogene Faktoren legitimiert werden« (Engels & Weingart 1997: 93). Als Proxy für den Gesellschaftsbezug der Klimaforschung könnte man auch die Arbeiten der »empirische[n] Konsensforschung« (Bogner 2021: 25) heranziehen. Wenn Oreskes (2004) bemerkt, dass von über 900 Artikel zu dem Schlagwort »climate change« 75 Prozent mehr oder weniger die Annahme über die Anthropogenität des Klimawandels stützten (inzwischen spricht man von deutlichen höheren Zahlen), lässt sich dieser Befund als ein Hinweis auf die Beschäftigung mit der Gesellschaft lesen. Schließlich weist Heymann (2009: Fn. 11) darauf hin, dass der Weltklimarat beispielsweise in seinem vierten Bericht über das von ihm vertretene Feld als »climate change research« oder »climate change science« spricht.

- 4 Wie bereits in Kap. 4.3 erwähnt, rückte der deutschsprachige Raum als akademisches Zentrum klima- und wetterbezogener Forschung nach dem Ersten Weltkrieg und noch deutlicher nach dem Zweiten Weltkrieg in den Hintergrund. An seine Stelle traten die USA. Dort lief, vor allem in der Nachkriegszeit, der Großteil der Diskussion um den anthropogenen Klimawandel an. Weart (1997: 321) spricht von gerade einmal einem von zehn Artikeln im Umfeld der Treibhaustheorie, die zwischen 1945 und 1960 jenseits der USA veröffentlicht wurden.

Reformulierung des Ausgangsproblems des Forschungsfelds verschob sich die Aufmerksamkeit von den beabsichtigten Experimenten mit dem Wetter zugunsten der Gesellschaft hin zum unbeabsichtigten CO₂-Experiment mit dem Klima. Nicht das Wetter, so das Resümee, das man Anfang der 1970er zog, müsse kontrolliert werden, sondern die nicht-intendierten Klimafolgen sozialen Handelns. Die Bedeutung und der zeitgleiche Bedeutungsgewinn der computergestützten Klimamodellierung als Theorie-Methoden-Daten-Kombination, mit der sich die menschengemachte Zukunft abtasten ließ, ist Gegenstand von Kapitel 6.4. Der Computer machte aus der Klimaforschung eine Möglichkeitswissenschaft, die die menschengemachte Klimazukunft als Möglichkeitshorizont vergegenwärtigt. Kapitel 6.5 behandelt, wie die beiden Forschungsstränge in den frühen 1970er Jahren zusammenliefen und eine interdisziplinäre, globale Klima-Wissenschaft der Gesellschaft begründeten, die das aus der Klimatologie überlieferte Gesellschaftsmodell klimatisch begrenzter Gesellschaften in einer Vielzahl korrespondierender KlimaNischen einer radikalen Revision unterziehen und an die Stelle der Theorie räumlicher Begrenzung eine Theorie zeitlicher Begrenzung setzen wird, wonach es nur eine Gesellschaft in einer einzigen zeitlich limitierten Klima-Nische gibt.

Damit rekonstruiert dieses Kapitel die Variationsschübe wissenschaftlichen Wissens, die zuerst von einer theoretischen Innovation aus der disziplinären Nachbarschaft der Klimatologie ausgingen und sich dann niederschlugen in der Wiederentdeckung des Menschen als Gesellschaftskategorie, der Ausweitung des Zeithorizonts, der Diffusion von Überlegungen zum Verhältnis von Klima und Gesellschaft in die interdisziplinäre Nachbarschaft der Klimatologie und von dort wieder zurück sowie schließlich der Durchsetzung von Modellen als Zugang für die Erforschung des Klimaexperiments mit der Folge einer Begrenzung und zugleich Ausweitung interdisziplinärer Zusammenarbeit.

6.1 Streitpunkt Klimaänderungen

Seit Menschengedenken wurde über die Existenz und die Ursachen von Klimaänderungen spekuliert (vgl. etwa Behringer 1999). Wenigstens in den Alltagstheorien, in den religiösen Anschauungen und vorwissenschaftlichen Deutungen war der Mensch schon immer vom Klimawandel betroffen. In der wissenschaftlichen Debatte hingegen blieb die Frage, ob und warum sich das Klima wandelt, bis vor wenigen Jahrzehnten strittig. Am Ende des 19. Jahrhunderts hatte sich gar die Annahme festgesetzt, dass in ›historischen Zeiten‹, also seit Beginn der Aufzeichnungen, kein Entwicklungstrend in den Daten abzulesen sei (Stehr et al. 1995: 603). Über weite Strecken überwog der Anteil derjenigen Klimatheorien,

denen die Behauptung, dass sich das Klima ändere, als Kolportage galt. Der Titel eines Aufsatzes Julius Ideler bringt bestens zum Ausdruck, wie es um die Klimawandelfrage im 19. Jahrhundert bestellt war. In seiner Abhandlung »Ueber die angeblichen Veränderungen des Klima« (Ideler 1832) befasste sich der Universalgelehrte mit den Gründen für diese aus seiner Sicht unbelegten Annahme. »Es giebt eine Reihe von Gegenständen, über deren Verschlechterung und Verringerung jedes Zeitalter klagt«, befand Ideler (1832: 417). Und weiter: »Alles hat der Greis in besserem Zustande erblickt, als er noch jung war« und dazu gehöre nicht zuletzt das Klima, das sich »verschlimmert« (Ideler 1832: 417) haben soll. Er vermutet, dass sich eine Art Rückschaufehler hinter der verbreiteten Änderungsdiagnose verberge. »Um die Vergangenheit mit der Gegenwart in Einklang zu bringen« (Ideler 1832: 418), habe man Klimaänderungen verantwortlich gemacht. Es mag zu »geringen Veränderlichkeiten des Klima« zwar kommen, zuverlässige Zahlen gebe es aber erst seit der Epoche, die »wir mit dem Namen der meteorologischen bezeichnen wollen«, und die »liegt unserem jetzigen Standpunkte noch keinesweges fern« (Ideler 1832: 469, 435). Und so ging es viele Jahre weiter. Rund vier Jahrzehnte später resümierte der Physiker Louis Dufour (1870: 420) trotz seiner umfangreichen Datengrundlage agnostisch, dass man weder beweisen noch widerlegen könne, dass sich das Klima ändere. Warum? Ein halbes Jahrhundert später kommentierte ein Handbuchbeitrag Dufours Analysen: »Sicher ist nur, daß wenn kontinuierliche Klimaänderungen wirklich bestehen sollten, dieselben nur äußerst langsam erfolgen, so daß wir heute noch nichts Bestimmtes nachweisen können« (Alt 1916: 500). Auch der wissenschaftliche Leiter des US-amerikanischen Wetterbüros Cleveland Abbe (1889) befasste sich mit der Frage nach den Klimaänderungen. Aus wissenschaftlicher Sicht fange das Problem schon dabei an, was man unter Klima verstehe. In einer begrifflichen Annäherung stellte er fest, dass das Klima, verstanden als mittleres Wetter, *per definitionem* Permanenz voraussetze. Das Problem seien weniger die mangelnden Beobachtungsdaten als vielmehr die definitorisch abgeblendete permanente Variabilität des Klimas, die es verunmögliche, einen längerfristigen Trend zu identifizieren.

Wie für umstrittene, bisweilen verworfene Forschungsfragen üblich gab es auch in der Klimawandelfrage einige randständige Theorieentwicklungen. Was man erst seit einigen Jahrzehnten unter Klimawandel versteht – eine anthropogen verursachte, graduelle, lineare Erwärmung der globalen Durchschnittstemperatur und mit ihr eine mitunter disruptive Verschiebung in weiteren Variablen –, war bis ins letzte Drittel des 20. Jahrhunderts nur ein Sonderfall unter den wenigen, inzwischen vielfach verworfenen Theorien klimatischer Änderungen. In etlichen Hinsichten unterscheidet sich die Theorie anthropogener Erderwärmung auch von den einstigen Konkurrenten. Ins Auge fällt als erstes, dass sie

auf einem durch Eingängigkeit, Plausibilität, Simplität und – wer es nicht glauben mag, sei auf Carl Sagans legendäre, videoaufgezeichnete Kongressanhörung im Jahr 1985 verwiesen – Bescheidenheit bestechenden physikalischen Mechanismus beruht: dem Treibhauseffekt. Demnach ist der Planet Erde umspannt durch eine transparente Luftschicht – die Atmosphäre –, in der sich eine Reihe von Gasen sammelt. Die für das menschliche Auge nicht sichtbare Verdunkelung der Atmosphäre im Infrarotbereich verhindert, dass das gesamte Licht, das von der Sonne eingestrahlt wird, vollständig zurückgeworfen wird. Ohne diese Gase wäre der Planet sehr viel kälter und daher unbewohnbar. Je höher die Anzahl der Gasmoleküle, die die Atmosphäre bedecken, desto mehr Licht wird von der Atmosphäre zurück auf die Erde reflektiert. Die Erde erwärmt sich.

Allein für sich genommen ist an dem Treibhauseffekt nichts Bedrohliches. Im Gegenteil: Der Treibhauseffekt macht Leben auf der Erde erst möglich. Problematisch wird der Treibhauseffekt nur, wenn das Leben auf der Erde interveniert und die Balance zwischen ein- und ausstrahlender Wärme ins Schwanken bringt. Und hier kommt der Faktor Mensch ins Spiel. Seit dem Beginn der Industrialisierung wird durch die Verbrennung von fossilen Energieträgern, vorwiegend Kohle, Öl und Gas, die chemische Verbindung Kohlenstoffdioxid freigesetzt – ein sehr undurchlässiges Gas-Molekül, das die Zurückstrahlung des Lichts blockiert und den ›natürlichen‹ Treibhauseffekt ›künstlich‹ verstärkt.⁵ Im Laufe der Forschungsgeschichte kamen weitere Treibhausgase wie Methan oder Lachgas hinzu. Aber in den ersten Jahrzehnten zieht CO₂, auch wegen seines verhältnismäßig größten Anteils an menschlich erzeugten Treibhausgasen, die größte Aufmerksamkeit auf sich, sodass der Klimawandel zunächst als CO₂-*Problem* diskutiert wird. Da nahezu jede menschliche und soziale Aktivität, zumindest bis zum Beginn der internationalen Anstrengungen um Klimaschutz, in irgendeiner Weise Treibhausgase abwirft, adressiert die ab dem zweiten Drittel des 20. Jahrhunderts als Klimawandeltheorie reüssierende Treibhaustheorie nicht einzelne Gruppen, Menschen, Nationalstaaten, sondern *die* Staatengemeinschaft, *die* Menschheit, *die* Gesellschaft usw. Anders als in vielen anderen Theorien ist der Mensch als globales Kollektiv und Subjekt des Klimawandels Thema der Klimaforschung, nicht als Individuum und Objekt.

Was die Treibhaustheorie anthropogener Erderwärmung zusätzlich von den anderen Klimawandeltheorien unterscheidet, ist der

- 5 Davon streng zu unterscheiden sind andere Arten der Umweltverschmutzung, die zeitgleich an Prominenz gewinnen und teilweise zwar auf dieselben Verschmutzungsquellen zurückgeführt werden können, aber in Verbindung mit anderen physikalischen Mechanismen stehen und andersgelagerte Probleme erzeugen. Dazu gehören die Luftverschmutzung und das Ozonloch.

Zeithorizont. Klimatologen, Geografen, Geologen oder Astronomen interessierten sich im 19. Jahrhundert vor allem für die Klimaänderungen vergangener, häufig ferner Zeiten. Nur selten schien in ihren Ausführungen die Zukunft prominent auf. Gänzlich davon abweichend interessierten sich Vertreter der anthropogenen Treibhaustheorie im 20. Jahrhundert sowohl für die Vergangenheit als auch für die Zukunft, ja die Zukunft war ihr zentraler Gegenstand *und* ihre schwerwiegendste Sorge. Ihre Überlegungen zeichneten sich dadurch aus, dass sie die Zukunft in ihrem Zeithorizont miteinbezogen. Obwohl sie Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft zu einem Zeitstrahl verketteten (vgl. Kap. 7.2) und nach Analogien für die erwartbaren Klimazukünfte suchten (vgl. Kap. 7.3.5), blieb die Zukunft eine distinkte Kategorie. Die Zukunft erschien nicht als generalisierte Vergangenheit, und allein, dass sich aus der bisherigen Erfahrung keine Erwartungen ableiten ließen, bot Grund zur Sorge.

Bevor die Verbreitung der Treibhaustheorie anthropogener Erderwärmung in Kapitel 4.2 rekonstruiert wird, lohnt sich eine Betrachtung einer Auswahl konkurrierender Theorien, um in ihrem Licht die Eigentümlichkeiten der Ersteren schärfer in den Blick zu bekommen. Bis in die ersten Jahrzehnte des 20. Jahrhunderts zirkulierten mindestens vier prominente Klimawandeltheorien: Theorien periodischer Klimaschwankungen (6.1.1), klimatologische Zivilisationstheorien (6.1.2), Spekulationen über lokale Klimaänderungen (6.1.3) und die Deutung von geochronologischen Klimaepochen (6.1.4).

6.1.1 Periodische Klimaschwankungen

»Zahllos sind die Hypothesen und Theorien« über die Veränderung des Klimas, bemerkte der Klimatologe Eduard Brückner (1890: 2) am Ende des 19. Jahrhunderts. Inzwischen zirkulierten so viele sich widersprechende Annahmen, und dann werden sie auch noch »vertreten durch Namen ersten Ranges!« und »ernsten Männern der Wissenschaft« (Brückner 1890: 24, 34). In seiner Rekonstruktion des Forschungsstandes bilanzierte Brückner (1890: 35), dass das Klima, sofern es allen Theorien »gerecht werden« wolle, den Konjekturen der Klimawandeltheorien folgen und »bald in dieser, bald in jener Richtung sich ändern und auf und ab pendeln [müsste]«. Sein Hauptwerk über die »Klimaschwankungen seit 1700« galt lange Zeit als »characteristic piece of careful German scholarship« (Manley 1944: 198) und als einschlägiger Beitrag zur Theorie *periodischer Klimaschwankungen*. Damit stand er freilich nicht allein da. Bis 1928, so die Schätzungen von Meteorologen, zirkulierten rund 200 Theorien über Wetter- und Klimazyklen, die Zeiträume von einem Jahr bis 260 Jahren andauern sollten (vgl. Nebeker 1995: 95).

Brückner (1890: 35) selbst beobachtete schon zu seiner Zeit eine »regelmäßige systemlose Periodenjagd«.

In seiner umfangreichen Untersuchung identifizierte er 35 Jahre andauernde »Schwankungen« oder »Oszillationen«, die mit Zyklen der Produktion, dem Handel und der Landwirtschaft korrelieren (Lehmann 2015: 55ff.) »und sogar in den Theorien und wissenschaftlichen Anschauungen sich widerspiegel[n]« (Brückner 1890: 322). Die periodische Änderung des Klimas vollziehe sich als natürliche Variabilität und ohne menschliches Zutun auf globaler Ebene und führe zu einer Veränderung der lokalen Klimata (Stehr & von Storch 2000: 8ff.). Dies habe zur Folge, dass die einzelnen Regionen in ungleicher Weise von schlechteren Bedingungen betroffen seien bzw. profitieren würden. Seine Theorie, wonach sich Klimaschwankungen schon in so kurzen Zeiträumen und seit Beginn der Aufzeichnungen abzeichneten, stand im Widerspruch zur weitverbreiteten Ansicht, wonach sich Klimaänderungen allenfalls auf geologischen Zeitskalen »unendlich langsam« (Brückner 1890: 323) materialisieren, aber nicht in »historischen Zeiten« stattgefunden hätten. Recht bald merkten also die Fachkollegen an, dass diese Fluktuationen nicht zu beobachten seien, und spätestens in den 1930er Jahren wurde die Theorie gänzlich zurückgewiesen (Manley 1944: 198f.).

Wie erklärt sich die Faszination für Klimaänderungen? Brückner hielt dafür die weitreichenden Folgen verantwortlich, die sich aus einer vergangenen Klimaänderung ergeben würden. Sollte die Behauptung, dass eine Veränderung des Klimas in der Vergangenheit zu beobachten gewesen sein soll, tatsächlich zutreffen, lässt das »sofort den Gedanken an die Möglichkeit einer zukünftigen Änderung auftauchen; eine solche aber könnte sich nicht ohne einschneidende Wirkung auf das wirtschaftliche Leben der Völker vollziehen« (Brückner 1890: 2). An anderer Stelle hält er es für plausibel, dass die Aussicht auf eine mögliche Klimaänderung sogar »tiefgehendsten Einfluss auf das ganze Leben und Treiben des Menschengeschlechts« (Brückner 1890: 101) hätte. Aber selbst seine Schwankungsthese hielt er nur bedingt für prognosefähig. Während er sich recht sicher war, dass seine Untersuchung einige Schwankungen »nachgewiesen« hätte, lasse sich die Zukunft nur »annähernd« bestimmen, insofern sie sich »in ganz ähnlicher Weise« (Brückner 1890: 286) wie die Vergangenheit wiederholt. Weder für den universalen Akteur Menschheit noch für die Zukunft als distinkte Zeitkategorie ist ein Platz in Brückners Klimaschwankungen vorgesehen.

6.1.2 *Klimatologische Zivilisationstheorie*

Die allgemein geteilte Skepsis gegenüber klimatischem Wandel bot einen Nährboden für das Gesellschaftsmodell der klassischen Klimatologie.

Wie in Kapitel 3 geschildert gehörte es zur Aufgabenbeschreibung der Klimatologie, Wirtschaftsformen, kulturelle ›Sitten‹ und ›zivilisatorische‹ Leistungen in Abhängigkeit vom regionalen Klima zu untersuchen. Unter der Federführung eines US-amerikanischen Geografen und Eugenikers erhielt diese Denkweise in ihrer schärfsten Form einen Auftrieb im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts. In der Fassung von Ellsworth Huntington wurde sie später als Klimadeterminismus bezeichnet. Anders als andere Klimatologen dachte er die Abhängigkeit der Gesellschaften weniger vom Raum her als von der Zeit. Über mehrere Jahrzehnte verfolgte er systematisch den Entwurf einer *klimatologischen Zivilisationstheorie* und Menschheitsgeschichte unter klimatischen Gesichtspunkten. Das Programm seiner Klimawandeltheorie erklärte den Aufstieg und Fall ganzer ›Zivilisationen‹ für abhängig von ihrer Wechselwirkung mit – von ihm als »pulsations« bezeichneten – Klimaänderungen (Fleming 1998: 97). In seiner ersten Monografie schreibt er Klimaänderungen zu, dass sie »one of the greatest factors in determining the course of human progress« (Huntington 1907: 359) gewesen seien. Diese Überlegungen übertrug er zunächst auf ›arbeitswissenschaftliche‹ Studien. Das *Science Magazine* berichtete 1914 über eine seiner Studien, bei der er eine gesteigerte Arbeitsleistung in Abhängigkeit von der Außentemperatur gefunden haben wollte (Brooks 1914: 429).

Auf Basis solcher Beobachtungen und historischer Studien entwickelte er seine klimatologische Zivilisationstheorie. Trotz Schwierigkeiten, die skeptischen Kollegen von seinen Analysen zu überzeugen (Fleming 1998: 98f.), erschien 1915 sein Hauptwerk »Civilization and Climate«, das bis 1924 immerhin in dreifacher Auflage abgedruckt wurde (Stehr & Machin 2019: 101). Darin gestand er zwar ein, dass das Klima nicht die einzige Bedingung ist, die Zivilisation hervorbringe, insistierte jedoch, dass es so doch eine notwendige sei: »Today a certain peculiar type of climate prevails wherever civilization is high. In the past the same type seems to have prevailed wherever great civilization arose. Therefore, such a climate seems to be a necessary condition of great progress« (Huntington 1915: 9).

Das Herzstück bildete die Analyse der gegenwärtigen »Distribution of Civilization« (Huntington 1915: Kap. 8 & 10). Um diese zu ermitteln, erbat er von mehr als 200 »well-informed persons« (Huntington 1915: 149) aus 27 Ländern eine Einschätzung zum weltweiten Stand der Zivilisation. Seine Definition umfasste die »capacity for formulating new ideas«, »Power to lead and control other races«, »Standard of honesty and morality«, »Application of principles of hygiene« und »Sense for beauty in literature« (Huntington 1915: 160).⁶ Bei einer Rücklaufquote

6 Für eine Übersicht über die sozialen Phänomene (darunter Normen, Kommunikation, Prostitution, Konflikte), die ehemalige und gegenwärtige

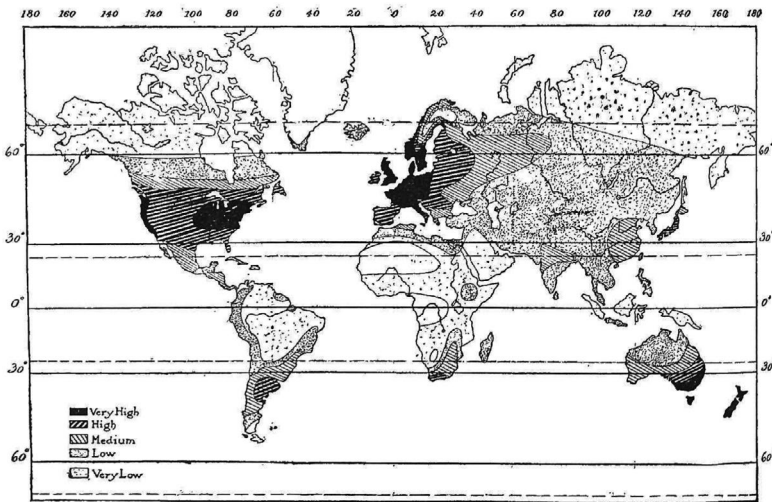


Figure 31. The Distribution of Civilization

Abbildung 3: Kartografische Darstellung der klimatologischen Zivilisationstheorie
 Aus: Huntington 1915: 200

von etwa 25 Prozent hielt sich die Begeisterung für das Projekt in Grenzen. Nichtsdestotrotz konstruierte er auf Basis des »consensus of expert opinion« (Huntington 1915: 151) eine Karte und verglich sie mit der Verteilung klimatologischer Variablen. Obgleich die Arbeit, resümierte er, einige Limitation aufweise, scheinen seine Überlegungen im Großen und Ganzen zutreffend zu sein, sodass er schlussfolgerte, »[that] man is far more limited than he has realized« (Huntington 1915: 285). Wie auch in Brückners Studie ist der Mensch des Klimadeterminismus Objekt des Klimawandels, nicht handlungsfähiges Subjekt. Er sei ein Spielball der ewigen Verschiebungen der Klima-Nischen und für die Zukunft bedeute das, dass es durchaus im Bereich des Denkbaren sei, dass in tausend Jahren »no highly favorable region may exist upon the globe« (Huntington 1915: 286), sodass die Menschen in das Stadium der Tropenbewohner zurückgeworfen werden. Aus dieser Endlosschleife gebe es kein Entrinnen, nur Anpassung und Migration in diejenigen Erdregionen, die günstige Klima-Nischen anzubieten haben. Nur wenn der Mensch seine Grenzen erkenne, könne er so etwas wie Freiheit entwickeln (Huntington 1915: 293). Eine im Vergleich zur Vergangenheit anders geartete Zukunft war nicht im Klimadeterminismus vorgesehen.

Vertreter der klimatologischen Zivilisationstheorie mit dem Klima in Verbindung brachten bzw. bringen, siehe Stehr & Machin (2019: 119ff.).

6.1.3 Lokale Klimaänderungen

Konträr zu den anderen Klimawandeltheorien verhielt sich eine dritte Gruppe von Klimawandeltheorien, die ökonomischen, landwirtschaftlichen und raumgestalterischen Aktivitäten die Fähigkeit zur Umweltveränderung zuschrieb. Die Spekulationen der Vertreter der Theorie *lokaler Klimaänderungen* äußerten sich teils in einem Gestaltungsoptimismus, teils in einem Konservatismus und bezogen sich vor allem auf die Möglichkeiten und Grenzen des imperialen Expansionismus (Endfield & Randalls 2015). Im Zentrum der Debatte standen die möglichen Konsequenzen, die die Landnutzung für das regionale Klima haben könnte. Beginnend mit einigen Mutmaßungen im 17. Jahrhundert über die Spuren, die die Besiedlung Nordamerikas hinterlassen haben mag (Kuperman 1982; Vogel 2011), stabilisierte sich die Frage nach den klimatischen Effekten der Kultivierung und Entwaldung von Landflächen im 19. Jahrhundert zu »one of the most contested« (Forry 1842: 27). Unter dem Titel ›Wald-Klima-Frage‹ wurde sie beispielsweise im deutschsprachigen Raum auf eine Stufe mit der ›sozialen Frage‹ oder der ›Frauenfrage‹ gehoben (Coen 2018: 242f.). Im kolonialen Neuseeland richtete sich in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts die Aufmerksamkeit auf die wahrgenommene Zunahme von Fluten und Bodenerosion (Beattie 2003). Mit Verweis auf Beobachtungen in Europa, Asien und Nordafrika wiesen Wissenschaftler auf die Abnahme des Regenfalls und die Zunahme von Fluten hin, für die sie die Entwaldung für ausschlaggebend hielten. Sie kritisierten, dass Landflächen für den Anbau von Nutzpflanzen umgestaltet werden und warben für eine Gesetzgebung, die die Wälder schützen und dadurch das Risiko für Überschwemmungen und Bodenzerstörung reduzieren sollte.

Im kolonialen Nordafrika entstand eine Weltanschauung, die die Historiker Christophe Bonneuil und Jean-Baptiste Fressoz (2016: 179) als ›climatic orientalism‹ bezeichnen. Demnach habe die Entwaldung zum Niedergang früher Zivilisationen geführt und eine Wüste hinterlassen. Beispielsweise habe man von Algerien angenommen, dass dort einst eine Zivilisation zu finden war, die reich an Wäldern und fruchtbarem Land war (Davis 2004). Zugrunde lagen dieser Annahme einerseits antike Überlieferungen und andererseits die religiös eingefärbte ›Austrocknungstheorie‹ (*desiccation theory*), wonach die Erde einst mit paradiesischen Wäldern überzogen war, die durch den menschlichen Eingriff zerstört worden seien. Bald lancierten die Kolonialisten arabische Nomaden als Umweltzerstörer, die das ehemals walddreiche Land mit ihrem Vieh umgestaltet haben sollen. Ab 1830 wurde die für französische Klimaverhältnisse entwickelte Waldverordnung auf wissenschaftlichen Rat in Algerien, später auch in Tunesien und Marokko angewandt. Sie sah vor, das Klima zu verbessern, indem Aufforstungsprojekte – man sprach jedoch

von Wiederaufforstung (Davis 2004: 373) – vorangetrieben und gleichzeitig der lokalen und enteigneten Bevölkerung der Zugang zu und die Nutzung der Waldflächen (etwa zum Grasen) verwehrt werden.

Skepsis an der Theorie lokaler Klimamodifikation wurde auch geäußert. In Russland sah man zwar, dass der Mensch einen Einfluss auf die Landflächen ausgeübt hatte, dass das Klima aber davon unberührt geblieben war (Moon 2010: 255f.). Russische Wissenschaftler nahmen im ausgehenden 19. Jahrhundert an, dass die landwirtschaftliche Landnutzung einen Einfluss auf den Grundwasserstand, nicht jedoch auf das Klima habe. Ebenso skeptisch zeigte sich ein Wissenschaftler in diesen Jahren über eine angebliche Änderung des Wasserstandes des venezuelischen Valenciasees (Cushman 2011). Humboldt war Anfang des 19. Jahrhunderts zuvor in diese Region gekommen und hatte versucht den von der lokalen Bevölkerung wahrgenommenen Wasserstand zu erklären. Er identifizierte die Landnutzung als Ursache für die Abnahme des Wassers (Cushman 2011: 28f.). Rund 100 Jahre später ließ eine längere Messreihe an dem See grundsätzliche Zweifel an dem menschlichen Einfluss auf das lokale Klima aufkommen (Cushman 2011: 40f.).

Obwohl diese Theorien einen menschlichen Einfluss auf das Klima betonten und sich damit signifikant von konkurrierenden Deutungsangeboten absetzten, unterschieden sie sich mindestens genauso deutlich von der Treibhaustheorie. Erstens steht nicht *die* Menschheit oder *das* menschliche Handeln als generische Kategorie im Verdacht. In den ideologisch überformten Ad hoc-Hypothesen wurden partikuläre soziale Gruppen oder kulturelle Praktiken als Klimafaktoren herausgestellt. Zweitens geht es entweder um die Erklärung vergangener Klimaänderung oder wie im Fall der Gestaltungsoptimisten um die zukünftige Herbeiführung einer bereits bekannten oder angenommenen Vergangenheit. Die Zukunft als distinkte Zeitkategorie stand nicht zur Debatte.

6.1.4 Geochronologische Klimatepochen

Schließlich lässt sich eine vierte Gruppe von Klimawandeltheorien identifizieren, die auf Änderungen zielte, die sich auf geologischen Zeitskalen abspielten. Sie versuchten *geochronologische Klimatepochen* zu erklären. Ausgangspunkt war die Frage nach der Ursache für die Eiszeiten. Um dieses Rätsel kreisten Vermutungen, die man heute so unterschiedlichen (Teil-)Disziplinen wie Vulkanologie, Geologie, Astronomie und Glaziologie zurechnen würde. Eine einflussreiche astronomische Klimawandeltheorie und Erklärung für den Eintritt von Eiszeiten wurde 1865 von dem Geologen James Croll vorgelegt (Fleming 2006a). Auf einer Zeitstrecke von 3 Millionen Jahren in die Vergangenheit und 1 Million Jahren in die Zukunft berechnete er verschiedene Kennwerte der Umlaufbahn und

Rotation der Erde (u.a. sog. Exzentrizität, Präzession und Äquinoktium). Ihm zufolge komme es auf einer der beiden Hemisphären zu einer Eiszeit, wenn sich gleichzeitig sowohl die Umlaufbahn verlängert als auch eine Wintersonnenwende ereignet, während die betreffende Hemisphäre weit von der Sonne entfernt ist. Einmal vereist, führe die Reflexion des Eises zu einer niedrigen Temperatur und damit zu einer sich selbsterhaltenden Eiszeit (Weart 2008: 16). In diesem Modell ist ein Klimawandel im Allgemeinen und eine Eiszeit im Besonderen lediglich von wiederkehrenden astronomischen Faktoren und unter ihnen insbesondere von der Sonneneinstrahlung abhängig, nicht von menschlichen Aktivitäten.

Mit astronomischen Erklärungsansätzen konkurrierten terrestrische Theorien, die Vulkanaktivitäten für ausschlaggebende Auslöser von Eiszeiten hielten (Dörries 2006). Den Anstoß für diese Diskussion bot die Eruption des Krakatau in Indonesien im Jahr 1883, die 30 Gigatonnen des Erdinneren an die Erdoberfläche und in die Luft beförderte und 36.000 Menschen infolge eines von seinem Druck ausgelösten Tsunamis das Leben gekostet hatte. An seinen Ausbruch setzten Spekulationen über die Folgen einer Veränderung der atmosphärischen Komposition für das Klima an. Eine Reihe von Wissenschaftlern kam um die Jahrhundertwende zu dem Schluss, dass ein lokales Ereignis wie ein Vulkanausbruch eine Eiszeit von globaler Dimension auslösen könnte. Auch hier lag der Schwerpunkt auf der Vergangenheit und auf Klimawandelursachen ohne menschliches Zutun. Indem die, so die terrestrische Klimawandeltheorie, vom Vulkan ausgestoßenen Staubpartikel in der Atmosphäre einen Schleier bilden, reflektieren sie Sonnenstrahlen zurück, wodurch die Temperatur auf der Erde sinke. Statt Wärme einzuschließen, erzeugen vulkanische Aerosole einen »inverse greenhouse effect« (zit. n. Dörries 2006: 96).⁷ Damit war eine Theorie angesprochen, die seit dem Ende des 19. Jahrhunderts vereinzelt für Diskussion gesorgt hatte: die Treibhaustheorie.

- 7 Dieser Mechanismus ist noch heute aktuell. Aerosole, wie sie von Vulkanen ausgestoßen werden, werden auch bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen erzeugt und gelten als extrem gesundheitsschädlich. Dadurch, dass Technologien beispielsweise für den Luft- und Autoverkehr entwickelt wurden, die den Anteil der Luftverschmutzung reduzieren, kommt es nun zu einem paradoxen Effekt: Die Luft wird sauberer, aber das Klima verschlechtert sich, da die reflektierenden Partikel im Verbrennungsprozess herausgefiltert werden. Man geht davon aus, dass sich seit dem Jahr 2000 die gesundheitsschädliche Luftverschmutzung um 30 Prozent reduziert hat, während gleichzeitig die Erderwärmung um 15 bis 50 Prozent gestiegen ist (Voosen 2022). Wissenschaftler, die zum sogenannten *Solar Radiation Management* (einer Variante des *Geoengineerings*) forschen, wollen sich den Effekt zunutze machen und gezielt Aerosole in die Atmosphäre injizieren, um die Erderwärmung zu bremsen.

6.2 Menschengemachte Zukunft

Das vergangene Teilkapitel hat einen Abriss der Diskussion um Klimaänderungen gegeben und jeweils kurz erläutert, inwiefern sich klimatologische Schwankungs- und Zivilisationstheorien sowie Deutungen lokaler Klimaänderungen und geochronologischer Klimaepochen von der Treibhaustheorie anthropogener Erderwärmung unterschieden. Nun soll es um die Karriere der Treibhaustheorie selbst gehen. Ab hier betritt man in der Literatur ein Reich der Legendenbildung, Identitätsstiftung und Diskursstrategien. Emblematisch dafür stehen die typischen Zeitreihen, die nahelegen, dass, wenn man nur früh genug auf die Klimaforschung gehört hätte, das Schlimmste zu vermeiden gewesen wäre. Beispielsweise unterstreicht ein jüngerer Bericht des Weltklimarats diese Annahme, indem er den Verlauf des Temperaturanstiegs und die zunehmende CO_2 -Konzentration an die Zeitleiste klimawissenschaftlicher ›Meilensteine‹ anlegt (Abb. 4).

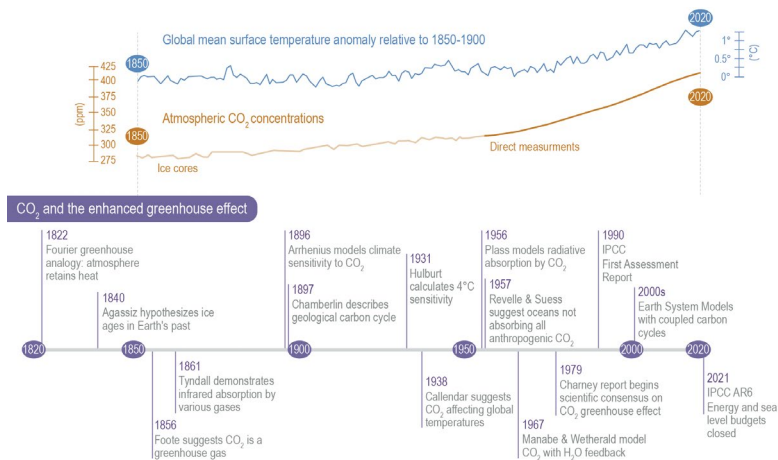


Abbildung 4: Selbsthistorisierung der Klimaforschung: Meilensteine, Treibhausgase, Temperaturen

Aus: IPCC 2021: 174

Zweifelsohne gehören diese theoretischen Einsichten, experimentellen Nachweise und mathematischen Berechnungen zur Geschichte der Klimaforschung – nur nicht so, wie es die Klimaforschung (und zahlreiche Medienbeiträge und populärwissenschaftliche Publikationen) suggerieren. Zunächst seien einige dieser Beiträge im Folgenden umrissen entlang der Frage, inwiefern sie bereits die zwei zentralen Denkfiguren der Klimaforschung – Gesellschaftsbezug und Ausweitung des Zeithorizonts

– in Grundzügen aufweisen (6.2.1). In meiner Lesart bildet sich die heute bekannte Klimawandeltheorie erst ab den späten 1930er Jahren in zwei Etappen aus. Zum einen gerät *der Mensch* in den Fokus als klimarelevanter Faktor (6.2.2). Während proto-treibhaustheoretische Überlegungen sich auf eine *physikalische* Möglichkeit bezogen, beginnt die eigentliche Geschichte der Treibhaustheorie anthropogener Erderwärmung mit der Erwägung der *sozialen* Möglichkeit der Klimaänderung. Zum anderen wird erst in der zweiten Phase, Mitte der 1950er Jahre, die Zukunft als distinkte, von der Vergangenheit unterscheidbare Zeitkategorie Gegenstand der Treibhaustheorie (6.2.3). Die ganze Klimawandelfrage wird von einem Vergangenheitsrätsel in ein Zukunftsproblem reformuliert. Demnach vollziehe die Gesellschaft ein globales Selbstexperiment mit noch unbekanntem Ausgang. Der letzte Abschnitt diskutiert, warum davon in der Vorgeschichte noch keine Rede sein kann, diese Erzählung aber dennoch perpetuiert wird (6.2.4).

6.2.1 Gründungsmythen

Der Wissenschaftshistoriker James Fleming (1998: Kap. 5) rekonstruiert, wie ein Artikel, über dessen Erscheinungsdatum schon Ungewissheit herrscht (ca. 1820er Jahre), rückblickend zum vermeintlich ›ersten‹ Nachweis für den Treibhauseffekt und zum Gründungsmythos hochstilisiert wurde. In dem besagten Artikel entwarf der französische Mathematiker Joseph Fourier ein theoretisches Modell, wonach die Temperaturverteilung der Erde von der Wärmestrahlung des Erdinneren, der Sterne und der Sonne abhinge. Er nahm zwar an, dass die Erde von einer Atmosphäre umgeben ist, die die eingehende Wärme einschließt. Für den relevantesten Temperaturregler hielt er aber nicht die Atmosphäre, sondern die Bestrahlung der Erde durch Sterne. Das Potenzial für zeitliche Veränderungen des Strahlungshaushalts der Erde, i.e. Treibhaustheorie als Klimawandeltheorie stand nicht zur Diskussion (Fleming 1998: 64). Tatsächlich tauche Fleming (1998: 62) zufolge der französische Begriff für Treibhaus (*serre*) in dem Artikel gar nicht auf. Daher attestiert Fleming (1998: 56) den Selbsthistorisierungen der Klimaforschung, dass sie »far too much continuity in scientific understanding of the greenhouse effect from Fourier to today« in die Geschichte hineinlesen.

Einige Jahrzehnte später, so überliefern es die Selbsterinnerungen der Klimaforschung, sei der experimentelle Nachweis des Treibhauseffekts gelungen. Dieser wurde lange Zeit unbestritten dem britischen Physiker John Tyndall zuerkannt (vgl. Fleming 1998: Kap. 6; Weart 2008: 3ff.). Er habe um 1860 als Erster mithilfe einer speziellen Apparatur verschiedene Gase darauf getestet, wie durchlässig oder absorbierend sie sich gegenüber Einstrahlung verhalten. Die Ergebnisse übertrug er auf die

Atmosphäre und resümierte, dass Gase wie Wasserdampf, Kohlenstoffdioxid und Kohlenwasserstoff verantwortlich sein könnten für »*all the mutations of climate which the researches of geologists reveal*« (zit. n. Fleming 1998: 73). In den vergangenen Jahren wurde ein Aufsatz der Amateurwissenschaftlerin Eunice Foote entdeckt, der den experimentellen Nachweis des Treibhauseffekts wenige Jahre früher, nämlich bereits 1856, dokumentiert. Darin kam sie zu dem Schluss, dass eine Atmosphäre mit einer hohen CO_2 -Konzentration »would give our earth a high temperatur« (zit. n. Jackson 2020: 108). Interessant an dieser Kontroverse ist zwar auch, dass der Nachweis fälschlicherweise einem Mann statt einer Frau zugeschrieben wurde. Mindestens genauso relevant ist aber, dass man es in beiden Fällen eher mit einem Gründungsmythos zu tun hat als mit einer vorweggenommenen Erkenntnis. Weder schwebte Tyndall der Mensch als einer der geologischen Faktoren, um die es ihm ging, vor, noch diskutierte Foote den Menschen als Subjekt des Klimawandels. Weder Foote noch Tyndall spekulierten über einen zukünftigen Klimawandel; Foote sprach von »history« (zit. n. Jackson 2020: 108), Tyndall beschäftigte sich mit der geologischen Vergangenheit. Wollte man Fourier, Tyndall oder Foote in die Geschichte der Klimaforschung integrieren für die Leistung, dass sie Atmosphäre und Gase für relevante Wärmeregulatoren hielten, dann müsste man auch Celsius (Temperaturskala), Kirchhoff (Strahlungsgesetz) und Helmholtz (freie Energie) aufnehmen.

Der letzte Mythos zur Entstehung der Treibhaustheorie betrifft das Kernstück: die Berechnungen des schwedischen Physikers Svante Arrhenius. Dieser bemerkte 1896 mit Fourier, dass sich die Atmosphäre wie ein »hot-house« (Arrhenius 1896: 237) verhalten würde, und mit Tyndall, dass die Absorptionsfähigkeit der Atmosphäre eine große Bedeutung für das Klima habe, und nahm diese Überlegungen zum Anlass, eine »experimentelle« Berechnung durchzuführen. Den Ausgangspunkt seiner Untersuchung bildete die Frage nach den Ursachen von Eiszeiten. Der Artikel versuchte die Lücke zu schließen, die die Vorgänger offengelassen hatten, nämlich welches Ausmaß eine Erhöhung oder Verringerung des CO_2 -Gehalts in der Atmosphäre auf die Temperatur auf der Erde haben könnte. Hierfür berechnete er einen Koeffizienten für die Absorptionsfähigkeit von CO_2 , mit dem die Temperatur auf der Erde bei einer Erhöhung der CO_2 -Konzentration in der Atmosphäre sinkt bzw. steigt. Demnach erhöhe sich oder falle die Temperatur um 5 bis 6 °C, wenn sich der Gehalt verdoppelt oder halbiert. Er vermutete, dass die Abwesenheit von Eiszeiten auf die veränderte Atmosphärenkomposition infolge von Vulkanausbrüchen und damit auf deren Ausstoß von CO_2 zurückzuführen sei. Dass aber die Verbrennung von fossilen Brennstoffen bald zu einer Erwärmung um 8 oder 9 °C führe, wie er sie in der Epoche vor den Eiszeiten vermutete (Crawford 1997: 9), hielt er für nicht plausibel. Allenfalls in 3.000 Jahren werde es zu einer Verdopplung des

CO₂-Gehalts gekommen sein können (Uppenbrink 1996: 1122). Einige Jahre später zeigte er sich angesichts der steigenden CO₂-Werte *optimistischer*. Zwischen 1890 und 1904 sei die jährliche Kohleverbrennung von 510 auf 900 Millionen Tonnen gestiegen, sodass sich die veränderte Atmosphärenkomposition möglicherweise schon in einigen Jahrhunderten in den Temperaturen widerspiegeln könnte (Arrhenius 1908: 54). Deshalb wendet er sich gegen diejenigen, die zum Haushalten mit der Kohle zugunsten künftiger Generationen aufrufen. Man solle die Dinge nicht so einseitig betrachten:

»By the influence of the increasing percentage of carbonic acid in the atmosphere, we may hope to enjoy ages with more equable and better climates, especially as regards the colder regions of the earth, ages when the earth will bring forth much more abundant crops than at present, for the benefit of rapidly propagating mankind.« (Arrhenius 1908: 63)

Von Schweden aus gesehen schien ein Klimawandel keine besorgniserregende Angelegenheit zu sein. Im Gegenteil: Je früher, desto besser. Dadurch könne nicht nur die Lebensgrundlage verbessert werden, sondern auch eine weitere Eiszeit abgewendet werden (Fleming 1998: 82). Diese Perspektive hat also relativ wenig mit der gegenwärtigen Auffassung von Klimawandel zu tun (Crawford 1997: 11). Dies hängt zum einen mit den positiven Eigenschaften zusammen, die hier mit einem möglichen Klimawandel verbunden werden. Mindestens genauso wichtig ist aber zum anderen, dass in Arrhenius' Ausführungen ein globaler Klimawandel, wenn überhaupt, als generalisierte Vergangenheit erscheint. Die Zukunft taucht zwar auf, aber nur als Spielart des Bekannten. Die Kohleverbrennung könne das Klima stabilisieren und eine neue Eiszeit (i.e. Klimawandel) abwenden.

Es war also eine Furcht vor einer Wiederkehr der Eiszeit, die lange vor der Furcht vor einer Erderwärmung das Interesse an der Treibhaustheorie antrieb. Man könnte womöglich so weit gehen und behaupten, dass die Treibhaustheorie nicht ein Schreckensszenario nahelegte, sondern eine Aussicht darauf bot, eine zukünftige Wiederkehr einer ungewünschten Vergangenheit zu vermeiden (Schubert 2021: 94). Klimawandel hieß bei Arrhenius vor allem: die Gegenwart bewahren. Die Proto-Treibhaustheorie versprach sich von der Kohleverbrennung eine Stabilisierung, allenfalls eine leichte Besserung der Gegenwart. Sie kommunizierte nicht die Sorge vor einer dramatischen und disruptiven Zukunft. Der schwedische Meteorologe Nils Ekholm brachte das Kalkül 1901 auf den Punkt:

»Thus a future Ice Age might possibly occur. But here we find a remarkable circumstance that has hitherto been unexampled in the history of the earth. This is the influence of Man on climate. [...] If this [the burning of pit-coal] continues for some thousand years it will undoubtedly cause a very obvious rise of the mean temperature of the earth. [...]

Thus it seems possible that Man will be able efficaciously to regulate the future climate of the earth and consequently prevent the arrival of a new Ice Age. By such means also the deterioration of the climate of the northern and Arctic regions, depending on the decrease of the obliquity of the ecliptic, may be counteracted. It is too early to judge of how far Man might be capable of thus regulating the future climate. But already the view of such a possibility seems to me so grand that I cannot help thinking that it will afford to Mankind hitherto unforeseen means of evolution.« (Ekholm 1901: 61)

Die Treibhaustheorie verkündete keine Hiobsbotschaft. Vielmehr war sie ein physikalisches Gedankenexperiment mit einem Szenario, das zu dieser Zeit als Extremszenario galt. Die Idee einer Verdopplung (!) des atmosphärischen CO₂-Gehalts schien, wenn man sie im Kontext der Klimawandeltheorien betrachtet, recht abwegig. Kleinräumige Veränderungen regionaler Klimata mögen denkbar gewesen sein, aber ein Eingriff des Menschen in die *geologischen* Epochen wurde als nichts anderes als eine physikalische Phantasterei erachtet (Bonneuil & Fressoz 2016: 205f.). Bereits kurz nach Fouriers Untersuchungen beschrieb der Mathematiker und Ökonom Charles Babbage (1833: 25), dass der Mensch »nur in geringem Maasstabe Zusammensetzung und Zersetzung hervor[bringt], welche die Natur beständig wieder in das Gegentheil zu verwandeln thätig ist«. Die Emissionen durch die »Verbrennung von Brennstoffen [...] schwängern unaufhörlich die Atmosphäre mit grossen Quantitäten Kohlensäure« und doch sei die Natur im Stande, das »Gleichgewicht wiederherzustellen« (Babbage 1833: 25). Der Wissenschaftshistoriker Paul Edwards (2001: 40, 75) hält mit Blick auf die damalige Rezeption der Theorie fest, dass sie als »idle speculation« aufgenommen und Anfang des 20. Jahrhunderts bereits zurückgewiesen wurde (vgl. auch Mudge 1997: 15). Dass sich die Temperaturen im *geologischen* Maßstab durch einen veränderten CO₂-Gehalt erhöhen und senken könnten, war vielleicht *physikalisch* möglich, aber dass der Mensch diesen Einfluss ausüben könnte, lag, auch aus Sicht von Arrhenius und Ekholm, wenn man ihre Wortwahl und das Extremszenario berücksichtigt, jenseits des Denkbaren.

6.2.2 Anthropogenisierung

Es dauerte mehr als drei Jahrzehnte, bis die treibhaustheoretischen Vorüberlegungen wiederentdeckt werden sollte. Ab 1938 veröffentlichte der Ingenieur Guy Stewart Callendar (1938, 1940, 1949) eine Serie von Aufsätzen und Vorträgen, die den Einfluss des Menschen auf das Klima untersuchten. Mit dem Vortrag »The Artificial Production of Carbon Dioxide and Its Influence on Temperature« (Callendar 1938) versuchte er

erstmal, die britische *Royal Meteorological Society* von der Treibhaustheorie zu überzeugen. Ihm war bewusst, dass Gegner der Treibhaustheorie den Effekt von CO_2 für vergleichsweise vernachlässigbar hielten (Callendar 1938: 223). Nun aber seien im letzten halben Jahrhundert 150.000 Millionen Tonnen CO_2 durch die Verbrennung von fossilen Brennstoffen freigesetzt worden. Dies habe, so seine Berechnung, zu einer jährlichen Erhöhung der globalen Temperatur um $0,005^\circ\text{C}$ geführt. Damit fokussierte er ein gänzlich anderes Forschungsproblem als seine Vorgänger: Das Rätsel waren nicht die Eiszeiten, sondern die von ihm vermutete *menschengemachte* Erhöhung der globalen Durchschnittstemperatur.

Während bei Proto-Treibhaustheoretikern der ersten Stunde solche Überlegungen – Callendar (1938: 223) bezeichnete sie als »speculation« – als Residuum abgefallen waren, stellten sie sich nun als Forschungsprobleme eigener Art dar. Ziel des Vortrags war es, zu zeigen, dass die »artificial« durch »man« (Callendar 1938: 223) hinzugefügte Menge von CO_2 die Kapazitäten des natürlichen Austauschs – oder mit Babbage: die Fähigkeit, das natürliche Gleichgewicht wiederherzustellen – überschritt (Fleming 2007: 71). Dies habe im Vergleich zur globalen Durchschnittstemperatur des 19. Jahrhunderts bereits insgesamt zu einer Abweichung um $0,07^\circ\text{C}$ geführt. Im Laufe des 20. Jahrhunderts könne die Temperaturerhöhung die erste Dezimalstelle knacken und im 21. und 22. Jahrhundert einen Wert von $0,39$ bzw. $0,57^\circ\text{C}$ erreichen (Callendar 1938: 232). Seinen Berechnungen zufolge führe eine Verdopplung der atmosphärischen CO_2 -Konzentration zu einer Erhöhung der Temperatur um 2°C (Fleming 2007: 72). Obwohl er dies offensichtlich in der fernen Zukunft verortete, da er eine Effizienzsteigerung der Energienutzung voraussetzte, ging er davon aus, dass sich seine Berechnungen in den kommenden 20 Jahren bestätigen werden (Callendar 1938: 231, 236).

In der Fassung, in der Callendar die Treibhaustheorie präsentierte, teilt sie eine große Schnittmenge mit der gegenwärtigen Definition. Von der Idee, dass der Klimawandel eine noch nie dagewesene Zukunft herbeiführen und mit negativen Konsequenzen verbunden sein wird, war Callendar zwar noch weit weg. Aber seine Untersuchung führte eine wichtige Unterscheidung ein, nämlich die zwischen dem *physikalischen* Treibhauseffekt, wie ihn Fourier angedeutet hatte, mit dem Tyndall und Foote experimentiert hatten und den Arrhenius für die Erklärung der (ausbleibenden) Eiszeit herangezogen hatte, einerseits und andererseits der *sozialen* Möglichkeit einer *menschengemachten globalen Erderwärmung*.

Wie Fleming (2007: 72) feststellt, war Callendar »by no means an environmental alarmist«. Er nahm umgekehrt an, dass die Verbrennung fossiler Energien in mehrfacher Hinsicht »beneficial to mankind« (Callendar 1938: 236) sein könnte. Neben der Wärme und der Elektrizität

schätzte Callendar (1938: 236) an ihnen, dass sie den sekundären Effekt haben, die Temperatur zu erhöhen, wodurch der landwirtschaftliche Anbau erleichtert werde und die »return of the deadly glaciers should be delayed indefinitely«. Die anwesenden Meteorologen waren kaum von den Berechnungen des Ingenieurs und der Annahme, dass der Mensch das globale Klima verändern könne, zu überzeugen. Die erste Wortmeldung, wie sie in dem abgedruckten Diskussionsprotokoll dokumentiert ist, spricht für sich. Der Direktor des *Meteorological Office* George Simpson kommentierte: »[I]t was not sufficiently realised by non-meteorologists who came for the first time to help the Society in its study, that it was impossible to solve the problem of the temperature distribution in the atmosphere by working out the radiation« (zit. in Callendar 1938: 237).

Er zeigte sich skeptisch, dass man – zumal als Fachfremder – bloß den Vorgang der Sonneneinstrahlung zur Erklärung der Temperaturen heranzieht und die atmosphärische Bewegung in der Horizontalen und Vertikalen ausklammert, die – gemäß den neuesten Einsichten (Kap. 4) – zum Großteil die Temperaturverteilung beherrsche. Alles in allem hielten die Kritiker den Befund für zufällig oder fehlerhaft. Es blieb auch in den Folgejahren bei dem Zweifel an der Signifikanz des menschlichen Einflusses auf das globale Klima. Beispielsweise resümierte eine umfangreiche Bestandsaufnahme der Klimawandeltheorien im von der *American Meteorological Society* verlegten »Compendium of Meteorology«, dass schon zu Zeiten Arrhenius' die CO₂-Theorie zurückgewiesen wurde, da Wasserdampf einen ähnlichen Effekt erziele. Auch Callendar habe nicht den Nachweis erbracht, inwiefern sich der Anstieg der Temperaturen abhebt von den Schwankungen der letzten 7.000 Jahre »without the intervention of man« (Brooks 1951: 1016). Es bestünden demnach berechtigte Zweifel, die es begründen würden, diese Theorie nicht ausführlicher zu diskutieren. An einer Sammelrezension diverser Klimawandeltheorien der *Royal Meteorological Society* lässt sich zudem der geringe Stellenwert einer Klimawandeltheorie ablesen, die sich für einen menschengemachten Klimawandel interessierte. Callendars Berechnungen werden zwar eingangs genannt (»fresh in our minds«), um dann über sie hinwegzugehen und zu Theorien überzugehen, die Klimaänderungen behandeln, die umgekehrt »have affected human history« (Manley 1944: 197).

Eine nennenswerte, in ihrer Tonalität und ihrer Wertung abweichende Perspektive bildet eine Sammelrezension des Klimatologen Flohn über »Die Tätigkeit des Menschen als Klimafaktor«. Mit Blick auf Callendars und Arrhenius' Arbeiten erkennt er an, dass »die Tätigkeit des Menschen zur Ursache einer erdumspannenden Klimaänderung [wird], deren zukünftige Bedeutung niemand ahnen kann« (Flohn 1941: 22). Zusammen mit lokalen Änderungen stelle sie eine »anthropogene Klimaschädigung« dar, die es »zu beseitigen« und durch eine

»bewußte Klimaschöpfung« (Flohn 1941: 22) zu ersetzen gelte. Obgleich der historische und politische Kontext seiner Überlegungen deutlich hervortritt, wenn er auf die »erhebliche praktische Aufgabe in der Raumordnung und Raumplanung des nationalsozialistischen Reiches« (Flohn 1941: 22) hinweist, so scheint seiner Deutung doch eine Vorstellung vom Klimawandel als ein globales und anthropogenes Zukunftsproblem zugrunde zu liegen. Solcherart Diagnosen sucht man zu dieser Zeit und in den darauffolgenden Jahren vergeblich. Die Treibhaustheorie verschwand wieder für einige Jahre.

6.2.3 Futurisierung

Erst in den 1950er Jahren begann die zweite zentrale Phase der Treibhaustheorie. Da Callendar schon den Menschen als Klimafaktor eingeführt hatte, hielten sich unter den Fürsprechern die Zweifel an seiner Fähigkeit zur Beeinflussung des Klimas in Grenzen. Die Treibhaustheoretiker der 1950er Jahre setzten die Annahme einer sozialen Möglichkeit zur Klimaänderung stillschweigend voraus. Wichtiger für sie war, was das für die Zukunft bedeuten könnte. Das *Time Magazine* zeichnete 1953 ein düsteres Bild, das die laufende Untersuchung des Physikers Gilbert N. Plass nahelegte. Über der Erde schwebte eine »Invisible Blanket«, so der Titel des Zeitungsartikels, die einer »conservative estimate« zufolge bereits in etwas mehr als einem Jahrhundert einen um 50 Prozent höheren CO_2 -Gehalt aufweisen werde (»will«). Wie in einem »greenhouse« führe die »unsichtbare Decke« dazu, dass Wärme auf die Erde hineinstrahle, aber unter erschwerten Bedingungen zurückgestrahlt werde. In der Folge werde es weniger regnen, das Klima werde trockener, die Temperatur steige weiter an. Nach einigen Jahren werde das überschüssige CO_2 von Pflanzen und Meeren aufgenommen: »But for centuries to come, if man's industrial growth continues, the earth's climate will continue to grow warmer« (Anonymous 1953).

Einen ähnlichen Ton schlug der Physiker auch in seinem später erschienen Aufsatz an. Gerade im Vergleich zu den natürlichen CO_2 -Emissionen und der Fähigkeit der Pflanzen und Gewässer, CO_2 zu absorbieren, werde deutlich, dass »man's activities« inzwischen so groß seien, »to upset the carbon dioxide balance and to increase the amount in the atmosphere appreciably« (Plass 1956: 379). Bereits jetzt steige die Temperatur um 1.1°C pro Jahrhundert durch menschliche Aktivitäten an, und vor diesem Hintergrund erscheint auch seine eingangs eingeführte Illustration des Effekts in einem anderen Licht: Die atmosphärische Komposition verhalte sich zur Erde wie ein »automobile that has been standing in the summer sun with closed windows« und das werde »a real problem in several generations« (Plass 1956: 377, 387) sein. Auch wenn er

die dramatischen Auswirkungen noch einige Zeit in die Zukunft datierte, zeigten diese Berechnungen, dass die anthropogene Erhöhung der CO_2 -Konzentration, anders als die meisten Zeitgenossen meinten, durchaus einen signifikanten Einfluss auf das Klima habe (Weart 2008: 24). 1923 schrieb Köppen (1923: 23), dass »es noch nicht gelungen [ist], irgend-einen erheblichen meteorologischen Vorgang mit Sicherheit nachzuweisen, dessen Kraftquelle nicht in der Bestrahlung unseres Weltkörpers durch die Sonne läge«. Plass (1956: 378) bestärkte diese Annahme durch den Verweis auf die weitreichenden Folgen für das gesamte Klima, die schon ein »very small change in the average temperature« haben könnte.

Nur ein Jahr später wurden diese Überlegungen von zwei Wissenschaftlern der *Scripps Institution of Oceanography* aufgegriffen. Rechtzeitig zum Auftakt des *International Geophysical Year* (IGY), einer Initiative, die Wissenschaftlern aus aller Welt die interdisziplinäre Zusammenarbeit ermöglichen sollte (und den verfeindeten Blöcken eine Gelegenheit bot, den politischen Gegner auszuhorchen, Einflussphären zu erweitern oder auch Rivalitäten beizulegen; vgl. Howkins 2008), veröffentlichten sie einen Aufsatz, der einen Epochenwechsel ausrief:

»Thus human beings are now carrying out a large scale geophysical experiment of a kind that could not have happened in the past nor be reproduced in the future. Within a few centuries we are returning to the atmosphere and oceans the concentrated organic carbon stored in sedimentary rocks over hundreds of millions of years.« (Revelle & Suess 1957: 19)

Ihre Berechnungen legten nahe, dass die Ozeane weit weniger CO_2 absorbieren könnten, als man zuvor angenommen hatte, was bedeutete, dass der Mensch ein signifikanter Klimafaktor ist (Edwards 2010: 210f.), und zwar schon früher, als es die spekulativsten Spekulationen spekuliert hatten. Es ging nun nicht mehr um möglicherweise leicht positive, nahezu unendlich langsame Entwicklungen, die allenfalls in Jahrtausenden zu erwarten wären (Arrhenius, Callendar), sondern um eine *disruptive Zukunft*, in der umgekehrt ein Jahrmillionen andauernder Prozess innerhalb weniger Jahrhunderte rückgängig gemacht sein wird. Neu war auch, dass sie ihren Überlegungen völlig andere Voraussetzungen zugrunde legten. Anders als die Vorläufer nahmen sie nicht an, dass fossile Brennstoffe effizienter oder auf nahezu gleichbleibendem Niveau eingesetzt werden, sondern vermuteten, dass in den »next few decades« (Revelle & Suess 1957: 19) der Bedarf an fossilen Energien *exponentiell* steigen wird (sofern die Nuklearenergie nicht ausgebaut wird). Dieses »Experiment«, so die Autoren, müsse genau beobachtet werden und die geplante Forschungsinitiative biete dafür eine willkommene Gelegenheit (Revelle & Suess 1957: 19f., 26).

Weart (2008: 29) und Edwards (2010: 211) legen nahe, dass der Begriff »Experiment« im ursprünglichen, wissenschaftlichen Wortsinn

gebraucht wurde. Die Anhörungen zum IGY lassen indes die Vermutung zu, dass sie konträr zu ihren Vorgängern die Zukunft mit Besorgnis bedachten.⁸ Revelle wiederholte vor dem Ausschuss nahezu wortgleich die Schlussfolgerungen und fügte hinzu, dass erstens dieses Experiment deshalb einmalig sei, weil in der Zukunft die fossilen Brennstoffe schon verbrannt sein werden, und dass zweitens dieses »vast experiment« (U.S. House of Representatives 1956: 473) innerhalb von 100 Jahren (und nicht mehr Jahrhunderten oder Jahrtausenden) abgeschlossen sein werde. Bis zum Jahr 2010 könne es einen »remarkable change in climate« geben, »the Arctic Ocean will become navigable« und »the Russians will become a great maritime nation« (U.S. House of Representatives 1956: 473). Ein Jahr später verschärfte er seine Wortwahl. Nun hieß es, dass große Teile von Kalifornien und Texas »real deserts« (U.S. House of Representatives 1957: 106) werden könnten. Damit positionierte er das globale CO₂-Experiment als Bedrohung der nationalen Sicherheit. Selbst die vermeintlich längst in Verruf geratene deterministische Klimawandeltheorie mobilisiert er, um auf die Risiken hinzuweisen. Orte, die vormals ein »cradle of our civilization« gewesen waren, hätten infolge von Klimaänderungen ein »progressive drying up« erlebt; Klimaänderungen seien verantwortlich gewesen für »the rise and fall and complete decay of many civilizations« (U.S. House of Representatives 1957: 107. Aber: »Only God knows whether what I am saying is true or not« (U.S. House of Representatives 1957: 108), und wie sich in den nächsten Jahren herausstellen sollte, sei die Unwissenheit allein schon Grund zur Besorgnis. Die Menschheit veranstalte ein globales Selbstexperiment mit unbekanntem Ausgang. Diese Befürchtungen boten schließlich eine Begründung für ein Projekt, dessen Wert für die Klimaforschung nicht überschätzt werden kann. Im Rahmen des IGY wurde eine Beobachtungsstation auf Hawaii eingerichtet, an der (mit Ausnahme einer kurzen Unterbrechung) kontinuierlich und fern allen »Rauschens« durch Abgase der atmosphärische CO₂-Gehalt gemessen wird. Kapitel 6.3. kommt darauf und die evidenzstützende Funktion der Messungen noch einmal zurück.

- 8 Es mag sich dabei vermutlich um eine zufällige, aber eine erwähnenswerte Koinzidenz handeln: Im selben Jahr, in dem Revelle und Suess verkündeten, dass der Mensch mit seiner Umwelt experimentiere, warb Bundeskanzler Konrad Adenauer unter dem Wahlkampfslogan »Keine Experimente« für seine Wiederwahl. Möglicherweise hofften Revelle und Suess darauf, einen Nerv der Zeit zu treffen, denn »Keine Experimente« war nicht nur in der Bundesrepublik eine der Grundmaximen der Nachkriegspolitik« (Hölscher 2016: 290). Im Übrigen erreichte die Union mit 50,2 Prozent eine in der Geschichte der Bundesrepublik einmalige absolute Mehrheit.

6.2.4 Die Menschheit als Subjekt eines Selbstexperiments

In der Kombination zweier Grundmotive unterschied sich die neue Treibhaustheorie von ihren Vorgängern und konkurrierenden Klimawandeltheorien. Erstens verstand sie *den* Menschen als Subjekt des Klimawandels. Der Mensch war in ihrer Perspektive weder das Objekt von Klimaänderungen noch waren es wie in der Diskussion um lokale Klimamodifikationen lediglich einzelne Handlungstypen (z.B. Landnutzung), denen Klimarelevanz beigemessen wurden. Vielmehr menschliches Handeln als solches konzeptualisierten Callendar, Plass, Revelle, Suess und auch Flohn als Klimafaktor. Callendar (1938: 223) sprach noch vorsichtig von »man« und »artificial production of carbon dioxide«, Flohn (1941) bereits von der »Tätigkeit des Menschen«, Plass (1956: 379) von »man's activities«, Revelle und Suess (1957: 19) von den »human beings«. Die Wahl dieser Gesellschaftskategorien sollte erst der Beginn sein für die Adressierung *des* Menschen oder in der Sprache dieser Arbeit: *der* Gesellschaft als Kollektivsubjekt.

Damit bremste die Treibhaustheorie die Entwicklung der Dynamischen Klimatologie zu einer reinen Naturwissenschaft aus. Zu der Zeit, als sich die Klimatologie als physikalisch fundierte Dynamische Klimatologie zu formieren und sich des Bezugs zum Menschen zu entledigen begann, brachten Fachfremde und Nebengewissenschaftler (darunter der Ingenieur Callendar und der Meereskundler Revelle, der eigentlich über den Verbleib von radioaktiven Stoffen im Meer zum CO₂-Problem gelangt war) den Menschen wieder ins Gespräch. Der ganze Ansatz war aus der Zeit gefallen, insofern die Dynamische Klimatologie sich physikalischen, nicht menschlichen Prozessen widmen wollte. Er widersprach auch den gängigen Klimawandeltheorien, insofern er den Menschen nicht als *abhängige*, sondern als *unabhängige* Variable modellierte. Die Gesellschaft wurde zum vermutlich bedeutsamsten Klimafaktor. Zuvor hatte sie die Schwankungen des Klimas auszustehen, die Erhöhung und Senkung der Temperatur zu erdulden, die drohende Gefahr, unverschlundet in eine Eiszeit zu rutschen, zu akzeptieren.

Und doch waren die Überlegungen der Treibhaustheorie im Anschluss an die neue globale, physikalische Sicht auf das Klima formuliert: Wenn die Erde umspannt ist durch eine durchsichtige Luftschicht, in der die atmosphärischen Phänomene frei zirkulieren und die den Wärmehaushalt wesentlich reguliere, dann müsse auch alles, was sich darunter tut und die Atmosphäre verändert, von Bedeutung für Klimafragen sein. So bereitete die Treibhaustheorie einen Gedanken vor, der in der späteren Klimaforschung zum Leitgedanken werden sollte. Aus ihrer Sicht konstituiert sich *die* Gesellschaft nicht etwa durch Diskurse, Handlungen oder Kommunikation, sondern durch den Ausstoß von Treibhausgasen aus Industrie, Verkehr, Energiewirtschaft usw. Wie die Stabilität

des Klimas ganz wesentlich auf dem CO_2 -Gehalt in der Atmosphäre basiert, erhält sich menschliches Leben und Zusammenleben durch die Verbrennung von CO_2 -Trägern. In treibhaustheoretischer Perspektive ist das CO_2 -Molekül die Kopplungsstelle zwischen *dem* Klima und *der* Gesellschaft. So wie die Klimatologie die Konzeptualisierung des Klimas als singuläres Phänomen vorbereitet hatte, ebneten die Treibhaustheoretiker im Anschluss an diese Perspektive den Weg für die Betrachtung der Gesellschaft als singuläre Einheit.

Zweitens weitete die Treibhaustheorie den Zeithorizont klimabezogener Forschungsfragen aus. Hatten konkurrierende Klimawandeltheorien darauf gezielt, ein Vergangenheitsrätsel, häufig auf geologischen Zeitskalen, aufzulösen, stellte sich der Klimawandel für die Treibhaustheorie seit Plass, Revelle und Suess als Zukunftsproblem und genauer: als Problem einer dramatisch anderen Zukunft dar. Mit deutlicher Verzögerung entdeckte die Treibhaustheorie erst in den 1950ern die Zukunft als distinkte, von der Vergangenheit unterscheidbare Zeitkategorie. Während die prognostizierende Meteorologie bereits Mitte des 19. Jahrhunderts die Zukunft zu ihrem Terrain erklärt hatte, blieben die alternativen Klimawandeltheorien entweder einer klimawandelskeptischen oder generalisierten Vergangenheit verpflichtet (Schwankungen, Zivilisationstheorie, Klimaepochen). Oder sie schlossen die Zukunft aus ihren Erwägungen aus (lokale Klimaänderungen). Die Ausweitung des Zeithorizonts durch die Einbeziehung der Zukunft erfolgt in der Treibhaustheorie weder während der Sattelzeit noch unmittelbar im Anschluss an die Meteorologie. Den Historikern Graf und Herzog (2016: 512f.) folgend lässt sich hier also feststellen, dass zunächst die Treibhaustheorie, später die Klimaforschung Teil der im 20. Jahrhundert einsetzenden, eigenständigen Zukunftsproduktion wurde. Die Treibhaustheorie konnte aber auf einen fruchtbaren Boden fallen, da die Dynamische Klimatologie sich von der Behandlung des Klimas als starres, räumliches Konzept löste und den Weg frei machte für eine genetische Betrachtung des Klimas. Die Vorstellung von der Zukunft als eigenständige Zeitkategorie schlug sich nicht zuletzt in dem Begriff des Experiments nieder, von dem noch keiner sagen konnte, welchen Ausgang es nehmen würde. Der Begriff des Experiments drückte ein neues *Kontingenzbewusstsein* aus: Die Zukunft konnte nicht ohne weiteres aus der Vergangenheit extrapoliert werden, da die Welt durch Umwandlungen von *bis dahin unbekanntem Ausmaß* betroffen sein könnte. In die Klimaformel schob sich ein neuer, *unberechenbarer* Faktor ein, von dem man befürchten musste, dass er dem bisherigen Trend zur Kohlenutzung nicht folgen und Unerwartbares tun würde, bis hin zu dem Szenario, wonach er den Weg des exponentiellen Wachstums einschlagen und den Fortgang des Experiments beschleunigen könnte. Insofern war das Experiment vor allem ein Selbstexperiment.

Zum Abschluss dieses Kapitels bleibt festzuhalten, dass diese Entwicklungen meiner Interpretation nach nicht bereits im 19. Jahrhundert, sondern erst ab den späten 1930er Jahren (parallel zur ›Dynamisierung‹ der Klimatologie) einsetzten. Die Entdeckungsgeschichte des Klimawandels ist jünger, als sie vorgibt. Weshalb ist es relevant, sich deutlich zu machen, dass die anthropogene Treibhaustheorie gegenwärtiger Lesart nicht bereits im 19. und auch nicht vollständig in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts vorlag? Die beschriebenen vermeintlichen Vorläufer behalten zweifelsohne ihre Relevanz – nur nicht so, wie es viele Geschichten der Klimaforschung nahelegen. Ihre Relevanz behalten sie nicht dadurch, dass sie der Menschheit als warnende Mahnmale früherer Zeiten, als das Problem hätte vermieden werden können, einen Fingerzeig auf eine verpasste Chance geben. Vielmehr war der Verweis auf Fourier (und Foote), Tyndall und Arrhenius, insbesondere in den Anfangsjahren, unerlässlich für solch ein junges, interdisziplinäres Forschungsfeld wie die Klimaforschung, das sich gegenüber der wissenschaftlichen, politischen und medialen Öffentlichkeit behaupten *wollte*. Sie ließen sich als Ressource mobilisieren und als Gründungsfiguren stilisieren, um eine Höherwertigkeit und Traditionsträchtigkeit ihres Wissens zu versichern. Die Klimaforschung könnte ihre Tradition genauso gut mit jedem Beitrag zur Thermodynamik begründen. Für die Klimaforschung (wie für die genannten Öffentlichkeiten) spielt es keine Rolle, in welchem historischen Kontext die Arbeiten entstanden sind, mit welchen konkreten Problemen sie befasst waren und zu welcher Bewertung sie gelangt sind, um sich auf sie als ihre vermeintlichen Vorläufer berufen zu können. Von Bedeutung ist bloß, dass die Klimaforschung einen Forschungsstand vorzuweisen hat, mit dem sie eine möglichst überzeugende Schnittmenge teilt, auf den sie aufsetzen und mit dem sie ihre eigentlich unsicheren Annahmen mit dem Verweis auf ein ›Lange-schon-gewusst‹ plausibilisieren konnte. An dieser Stelle muss diese thesenförmige Andeutung genügen, Kapitel 7.5 expliziert diesen Gedankengang weiter. Zunächst wird es um die zwei Rezeptionskontexte der Treibhaustheorie gehen.

6.3 Die nichtintendierten Klimafolgen sozialen Handelns

Schon 1922 klagte der Philosoph Richard Coudenhove-Kalergi (1922: 8) über die »klimatische Unfreiheit«, unter der die Bewohner des Nordens am meisten, der gemäßigten Zonen etwas weniger und der Tropen am wenigsten zu leiden haben (vgl. auch Coen 2018: 342). Das kalte Klima zwingt dazu, dass sich der Mensch zur Nahrungsbeschaffung auf dem Feld »abrotzen« (Coudenhove-Kalergi 1922: 8) und sich

durch Kleidung, Wohnung und Heizung vor dem Erfrieren retten müsse. All die technische und wissenschaftliche Entwicklung habe bislang nur dem Ziel gedient, »durch Bezwingung der Natur ihre Galtherrschaft zu brechen« und die Befreiung des Menschen »durch Versklavung der Naturkräfte« (Coudenhove-Kalergi 1922: 9) zu ermöglichen. Rund zwei Jahrzehnte später fand zwischen Wissenschaftsfunktionären wie dem Computerentwickler John von Neumann sowie Vertretern des US-amerikanischen Wetterbüros und militärischer Behörden Anfang des Jahres 1946 eine geheime Besprechung statt. Davon weiß man heute nur, weil die *New York Times* wenige Tage später Inhalte dieser Unterredung enthielt (Harper 2003: 672f.). Demnach befand sich eine neue elektronische Rechenmaschine in der Entwicklung, die den Weg ebnete, die »klimatische Unfreiheit« zu beenden:

»If the super-calculator could be built and operated successfully, weather experts said, it not only might lift the veil from previously undisclosed mysteries connected with the science of weather forecasting, but might even make it possible to ›do something about the weather‹ through advance application of scientific knowledge concerning countermeasures to unfavorable weather.« (Shalett 2013 [1946]: 58)

Bei diesem Gerät handele es sich um eine revolutionäre Erfindung, die gänzlich neue Möglichkeiten biete. Das Wetter mithilfe der Rechenmaschine vorherzusagen, sei sicherlich eine wünschenswerte Angelegenheit. Aber statt nur über das Wetter zu reden, könne man es nach dem Willen der Menschen gestalten. Der Gedanke lag nahe: Zum einen nährte der Computer die Hoffnung, dass man das Wetter beeinflussen könnte, wenn man die Bedingungen kennt, unter denen sich das Wetter entwickelt, also den Gang des Wetters vorhersagen kann (Edwards 2010: 112f.). Der Computer wurde als ideale Arbeitsumgebung angesehen, um die Gesetze des Wetters und der Wetterentwicklung zu identifizieren. Zum anderen bot der Computer die Aussicht darauf, gezielte Manipulationsversuche vorab zu simulieren, statt im trial-and-error-Verfahren Fehlschläge oder unerwünschte Effekte zu riskieren (Harper 2015). Das war allein schon deshalb ratsam, weil die Auswirkungen der Interventionen verheerend sein könnten. Zur Diskussion stand beispielsweise der Einsatz der neuen Waffe, der Atombombe, um Hurrikans abzulenken (Shalett 2013 [1946]: 61).

Als Revelle und Suess die Überwachung des globalen CO₂-Experiments empfahlen, kamen nur wenige Forschungsfelder infrage, an die sie hätten anschließen und vor allem: in denen sie hätten Forschungsgelder bekommen können. Mitte der 1950er Jahre befand sich die nach dem Zweiten Weltkrieg unbedeutend gewordene Klimatologie noch in der Identitätsfindung, zu der zu einem wesentlichen Teil auch der Ausschluss des Menschen als Referenzkategorie gehörte. Die Meteorologie

war noch immer mit dem Problem befasst, die Ordnung des Wetters zu verstehen und vorherzusagen, und da war es nur opportun, die Anschaffung des kostspieligen Computers mit der Aussicht auf die »rather fantastic effects« (Neumann 1955: 108) der Wetterkontrolle zu bewerben. Die computergestützte Untersuchung des Klimas kam erst in den 1960er Jahren (Kap. 6.4). Revelle und andere Wissenschaftler, die sich für das Experiment mit dem Klima zu interessieren begannen, taten es der Meteorologie gleich. Sie stellten ihre äußerst spekulative, empirisch wackelige These in den finanzkräftigen und gesellschaftlich relevanten Rahmen der sogenannten *weather modification*. Dieses Teilkapitel widmet sich diesem Forschungszweig im US-amerikanischen Kontext⁹ und verfolgt dabei die These, dass die Kontrollexperimente für die nichtintendierten Klimafolgen sozialen Handelns sensibilisierten. Sie boten einen fruchtbaren Boden, auf dem eine andersgelagerte Problemdefinition wachsen konnte. Der Mensch habe bislang zwar versucht, die ›Gewaltherrschaft‹ der Natur zu bezwingen, er werde aber nun selbst zur Naturgewalt. »Nature Is Getting Competition« (Schneider 1976: 8ff.), charakterisierten später Klimaforscher diese neuartige Situation. Die Analyse beginnt mit der Kontextualisierung der Wetterbeeinflussung als gesellschaftlich ›nützliche‹ Wissenschaft (6.3.1), geht dann über zu ihrer Problematisierung als riskante Wissenschaft (6.3.2) und schließt mit ihrer Repositionierung als breit angelegtes Programm für Klimafolgenforschung (6.3.3).

6.3.1 Nützliche Wissenschaft

Just zu dieser Zeit, als die Wetterbeeinflussung als Forschungsfeld entstand, zur Zeit des Kalten Krieges, gehörten die Gefahr militärischer Eskalation, Überpopulation und damit die Frage nach der Lebensmittelversorgung der Menschheit sowie Umweltzerstörung zu den relevantesten und bedrohlichsten Großproblemen (Kaldewey 2017: 166f.). Es ist die Zeit des großen Wettrüstens und offener Konfrontationen, aber auch der Technologieoptimismen und der Raumfahrt. Angesichts der Bedrohungen stieg das Interesse an verwertbarem wissenschaftlichem Wissen, sodass sich ein Verhältnis zwischen Politik, Militär und Wissenschaft formierte, das in der historischen und soziologischen Literatur mit Begriffen wie »state/science co-production« (Baker 2017b: 864) oder »science-state alliances« (Schubert 2022) belegt wird. Dieser

- 9 Neben den USA zählte auch die Sowjetunion zu den einschlägigen Interessenten an der Wetterbeeinflussung, vgl. etwa Oldfield (2013); Einblicke in die Experimente in Deutschland bietet Achermann (2013); für eine globale Bestandsaufnahme siehe Bach (1977).

Situationsbeschreibung entsprechend und quer zu den genannten Problemlagen – Krieg, Überpopulation, Umweltzerstörung – entstand Mitte des 20. Jahrhunderts ein Lösungsvorschlag, der Forschungsfelder wie die Computer- und Atmosphärenwissenschaften (v.a. Meteorologie) einerseits und politische Ressorts wie die Verteidigungs-, Wirtschafts-, Innen- und Außenpolitik andererseits in einen Dialog brachte. Die *Wetterbeeinflussung* sollte direkt oder indirekt militärische Arbeit leisten (Edwards 2010: 112), als Waffe eingesetzt werden (Pincus 2017), der Agrarwirtschaft zur Verbesserung klimatischer Bedingungen verhelfen (Doel & Harper 2006) und zur Erkundung höherer Luftschichten beitragen, oder in den Worten der Wissenschaftshistorikerin Kristine Harper: »weather control had something for almost everyone« (Harper 2017: 157).

Diese Phase der Wetterbeeinflussung lässt sich als »second cycle« (Fleming 2006b) gegen die gegenwärtigen Interventionstechnologien (*Geoengineering*) einerseits und die »vorwissenschaftlichen« Bemühungen der »Regenmacher« und »Hagelschieser« andererseits abgrenzen. In den ersten Jahren ging es primär um die Erzeugung von Niederschlag durch das künstliche »Säen« oder »Impfen« von Wolken (*Cloud Seeding*). Hinzu kamen Erwägungen zur Erzeugung bzw. Abwehr von Gewittern, Hurrikans und Nebel, zur Dämmung von Meerengen und zum Schmelzen der Polarkappen (Appleman 1969). In einigen Fällen kam es auch zur praktischen Anwendung; der Großteil dieser Ideen blieb aber reine Spekulation. In den USA erreichte die Wetterbeeinflussung ihre größte Attraktivität, als die finanzielle Förderung Mitte der 1970er Jahre ihren Höhepunkt erreichte (vgl. die Grafik in Cotton & Pielke 2007: 68). Wenn man bedenkt, dass aus dem Etat der Meteorologie auch sehr kostspielige und prestigeträchtige Projekte wie die Satellitenüberwachung finanziert wurden, gehörte die Wetterbeeinflussung in Spitzenzeiten mit einem Anteil von 6 Prozent an dem staatlichen Forschungsbudget für die gesamten Atmosphärenwissenschaften zu den eher großzügig finanzierten Forschungsfeldern (vgl. Changnon & Lambricht 1987: 8). Die *National Science Foundation* (NSF) widmete zeitweilig sogar die Hälfte ihres Haushalts der Wetterbeeinflussung (Edwards 2010: 190). Noch größer aber war die Aufmerksamkeit, die sie aus der Wissenschaft, der Politik, der Wirtschaft und den Medien bezog. Der »Leak« der vertraulichen Gesprächsinhalte als ein Fall von *Science by Press Release* im Wettstreit um Forschungsgelder via mediale Aufmerksamkeit bildete nur einen Vorgeschmack auf die darauffolgenden Versuche, Unterstützung für wissenschaftlich interessante Forschungsgegenstände zu generieren, indem sie als gesellschaftlich relevante Lösungen präsentiert wurden. Ein Blick in die Google-Datenbank – als grober Indikator, versteht sich – verrät, dass Klimawandel und Wettervorhersage in den 1960er und 1970er Jahren im Vergleich zur Wetterbeeinflussung

eher Randerscheinungen in den klima- und wetterbeforschenden Disziplinen waren.¹⁰

Das politische Interesse an den Techniken der Wetterbeeinflussung kann spätestens auf die frühen 1950er Jahre datiert werden. Nur wenige Jahre nachdem erste Experimente, Niederschläge zu produzieren und Hurrikans zu kontrollieren (Fleming 2010: 150f.), Hoffnungen geweckt hatten, berief der Kongress 1953 ein Komitee ein, das die bereits weitverstreuten privaten und öffentlichen Beeinflussungsaktivitäten evaluieren und einen Endbericht für den Präsidenten und den Kongress drei Jahre später vorlegen sollte (U.S. Congress 1953). Die Befürchtung, die Sowjetunion könne den Wettlauf um die Wetterbeeinflussung gewinnen, gab der Finanzierung zusätzlichen Auftrieb (Edwards 2010: 190). Die Wetterbeeinflussung wurde zu einem politischen Zankapfel. Der Streit um die Zuständigkeit und die Anwendungsbereiche sowie zahlreiche Gesetzesentwürfe und Gegenentwürfe geben Zeugnis von der Nützlichkeit, die man mit ihr verband (Corbridge & Moses 1968: 221ff.). Ende der 1970er waren rund 110 Gesetzesvorschläge und 22 Resolutionen zu verzeichnen, die seit 1947 Gegenstand des Kongresses geworden waren (U.S. Senate 1978: 203ff.).

Gleichzeitig stieg die Zahl militärischer Stellen für Meteorologen so stark an, dass das Militär 1965 dreimal so viele Meteorologen beschäftigte wie das Wetterbüro (Fleming 2004a: 152). Gemeinsam mit ihrer disziplinären Nachbarschaft aus Ozeanografie, Geodäsie und Geografie profitierte die Meteorologie wesentlich von der großangelegten wissenschaftspolitischen Offensive des Kalten Krieges, die auf das für eine günstige geopolitische Positionierung notwendige Umweltwissen zielte (Doel 2003). Neben der Wettervorhersage galt die Wetterbeeinflussung als zentrales Instrument der »meteorologischen Kriegsführung« (Belge & Gestwa 2009). Wenige Monate nachdem die UN-Verhandlungen zum *Internationalen Pakt über bürgerliche und politische Rechte* abgeschlossen waren und damit ein global anerkannter Grundstein für die Delegitimierung zwischenstaatlicher Gewalt gelegt worden war (Koloma Beck & Werron 2013: 258), zog die meteorologische Lufteinheit 1967 unter dem Motto »make mud, not war« in den Wetterkrieg mit Südostasien (Fleming 2010: 182).

Auf wissenschaftlicher Seite zeigte man sich ebenso zuversichtlich über das Anwendungspotenzial der Meteorologie. Stellenweise stießen Meteorologen sogar in dasselbe Horn der Militärstrategen, heizten die Furcht vor technologischer Unterlegenheit an und zeichneten

10 https://books.google.com/ngrams/graph?content=weather+forecasting%2Cweather+modification%2Cclimatic+change%2Cclimate+change&year_start=1840&year_end=1990&corpus=en-2019&smoothing=3 (abgerufen am 09.06.2025).

die Wetterbeeinflussung als Gegenstand nationaler Sicherheit aus. Nennenswert ist hier vor allem die vielzitierte Stellungnahme des ›Vaters der Wasserstoffbombe‹ Edward Teller. In einer Kommission für *military preparedness* gab er zu bedenken, welche Risiken damit verbunden wären, wenn die Sowjetunion das Wetter früher als die USA unter Kontrolle bekäme und damit auch die Kontrolle über das Wetter der USA hätte:

»They will say, ›We don't care. We are sorry if we hurt you. We are merely trying to do what we need to do in order to let our people live.‹ What kind of world will it be where they have this new kind of control and we do not? I think as you think – that this and other examples totally become very vivid on your mind – what it might mean to become a second-class power.« (Teller 1956 zit. in U.S. Senate 1966a: 422)

Dass eine solche Technologie in den falschen Händen mit dramatischen Folgen für diejenigen ohne Zugang verbunden wäre, erkannte auch von Neumann (1955). Weil die Wettermodifikation das Schicksal der Menschheit noch weitreichender bestimmen könnte als Nuklearwaffen, sei die Lösung nicht das Verbot, sondern gerade die freie Arbeit der Wissenschaft.¹¹ Mehr noch: Ein Verbot sei »irreconcilable with a major mode of intellectuality as our age understands it« (von Neumann 1955: 151). Wer im Alleingang die Forschung verbiete, riskiere, dass andere nicht nachziehen. Zwar musste er eingestehen, dass die notwendigerweise vorausgehende Wettervorhersage noch nicht das erforderliche Niveau erreicht hatte, sehr bald aber werde sie so weit sein, die Auswirkungen der Interventionen vorab zu bestimmen (von Neumann 1955: 108). Die Wissenschaftler präsentierten ein Problem, das es noch nicht gab, und positionierten zugleich ihre Forschung als Problemlösung, die es auch noch nicht gab.¹²

- 11 Der Vergleich mit Kernwaffen- und Kernenergietechnik entwickelte sich schon in den ersten Jahren nach der Enthüllung der *New York Times* zum rhetorischen Klassiker, um für den zu erwartenden Ertrag der Wetterbeeinflussung anhand der schon akzeptierten Vorzüge der Atomtechnik zu werben; vgl. etwa Anonymous (1947: 3050), bei dem es über die Hoffnungen eines kommerziellen Entwicklers heißt, »that scientific weather control may have greater implications than atomic energy«; vgl. auch NSF (1965b: 295).
- 12 Wenngleich die Fähigkeit zur Wettermodifikation, so auch der mit der Wetterbeeinflussung befasste Direktor des britischen Wetterdienstes etwa zehn Jahre später, noch nicht gesichert sei, ließen sich die Risiken reduzieren und die Vorzüge ausnutzen, »by acting upon meteorological advice« (Mason 1966: 382).

6.3.2 Unnützliche Wissenschaft

Folgt man dem Pionier der Chaostheorie Edward Lorenz (1970: 23), »thoughts of weather modification [...] passed from the bizarre to the respectable«. Politische Unterstützung, rechtliche Kodifizierung, technologische Innovationen und Forschungsgelder – eigentlich die besten Voraussetzungen für fruchtbare Ergebnisse, könnte man meinen. Doch schon zu diesem Zeitpunkt, als sich Lorenz positiv äußerte, war das ursprüngliche Projekt, das Wetter nach dem Willen der Militärs, Politiker und Wissenschaftler zu modifizieren, in Zweifel geraten. Die Entwicklung der Terminologie, die sukzessive Verlagerung der Forschungsprobleme und die entstehenden Forschungsschwerpunkte – alles unter dem Dach der Wetterbeeinflussung – ab Mitte der 1960er Jahre, legen nahe, dass die Wetterbeeinflussung sich mit zwei Problemen konfrontiert sah.

Erstens stand die Wissenschaftlichkeit der Wetterbeeinflussung infrage. Ein erster Hinweis findet sich hierauf in der Einbettung der Wetterkontrolle in ein teleologisches Fortschrittsprogramm. Dieses trug Thomas Malone, Vorsitzender des Komitees für Atmosphärenwissenschaften der *National Academy of Sciences* (NAS), in einer Anhörung des US-Senats vor. Befragt nach der Zusammenarbeit zwischen der Forschung zur Wettervorhersage und den Projekten zur Wetterbeeinflussung, bejaht der Meteorologe einen engen Austausch, weist aber darauf hin, dass es sich dabei um getrennte Förderprogramme handelt. Daraufhin fragt der Senator, ob die Wettervorhersage nicht auch in die Forschung zur Wetterkontrolle eingebunden werden müsse:

»Senator DOMINICK. Don't you have to have that in order to be able to determine what you are going to do to modify the weather?

Dr. MALONE. Yes, sir, that was my point here on the unity of the meteorological problem. To the extent that you can't describe something, you can't understand it. So you start with measurement. You can't with any intellectual satisfaction predict something you don't understand, and if you can't predict something, you are limited in the degree to which you can control it, because you don't know whether your intervention produced results or whether those results would have happened by natural processes anyway.

Now it is not quite that rigid, but that is the sequential set of steps which make up the whole problem.« (U.S. Senate 1966b: 137)

Demnach setze sich das »meteorologische Problem« aus vier Komponenten zusammen, die es nacheinander zu erreichen gelte: Beobachtung, Verständnis, Prognose und Kontrolle. Es gebe Anzeichen, fährt er fort, dass man den Niederschlag um zehn Prozent erhöhen könne, aber eine Zurechnung auf die Intervention werde dadurch erschwert, dass der

Fehlerbereich der Prognose ebenfalls rund zehn Prozent betrage (U.S. Senate 1966b: 138). Ohne etwas vorhersagen zu können, sei die Evaluation der Wetterbeeinflussung eingeschränkt, weil man sonst die intendierten Effekte nicht von natürlichen Koinzidenzen unterscheiden könne.¹³ Immerhin kamen zeitgleich wieder einmal Zweifel an der Prognostizierbarkeit des Wetters auf (ausführlicher Kap. 6.4). Niemand bestritt, dass eine genaue Vorhersage des Wetters die erste Voraussetzung für die Bewertung und größtenteils auch Anwendung der Wetterbeeinflussung war. Aber insbesondere die entstehende Chaostheorie dämpfte die Erwartungen an die Genauigkeit der Wetterprognose. Die Wetterbeeinflussung entpuppte sich als das, was sie von Beginn an war: *Science by Press Release*.¹⁴

Der zweite und in meiner Interpretation schwerwiegendere Grund, warum die Wetterbeeinflussung zunehmend problematisch erschien, aber war: Die Gesellschaftsvorstellung, die sich hinter der Wetterbeeinflussung verbarg, geriet ins Wanken. So sprach sich Lorenz zwar positiv über die Perspektiven der Wettermodifikation aus, aber er erkannte auch, dass Wetterbeeinflussung nicht gleichbedeutend ist mit der Veränderung des Wetters *nach dem Willen* der Intervenierenden. Daher unterschied er die »weather modifiability, the study of the extent to which weather may be modified« von der »weather controllability, the study of the extent to which weather may be modified in a pre-chosen fashion« (Lorenz

- 13 Dasselbe Modell schlug zwei Jahre später auch eine Bestandsaufnahme aus der *RAND Corporation* vor. Um das letzte Stadium, die Kontrolle, zu erreichen, sei zunächst der Ausbau des Beobachtungsnetzes (*observation*), die Kenntnis der wesentlichen Mechanismen des »global system« (*understanding*) und die Fähigkeit, Wetterentwicklungen vorherzusagen (*prediction*), notwendig (Fletcher 1968: 20 ff.; vgl. auch Fleming 2010: 238 f.).
- 14 In der sozial- und geschichtswissenschaftlichen Literatur findet sich eine rege Diskussion um den Erfolg und Misserfolg der Wetterbeeinflussung und die Motivationslage der Wissenschaftler, trotz des begrenzten Erfolgs an der Wetterbeeinflussung festzuhalten. Kwa (1994: 368) vermutet, dass die zeitgenössischen Wetterbeeinflusser Lorenz' Arbeiten nicht zur Kenntnis genommen oder nicht verstanden haben; siehe speziell zum Vorwurf, die Wetterbeeinflusser hätten es besser wissen müssen, Harper (2017: 2, Fn. 1). Fleming (2010: insb. Kap. 3) weist auf eine überoptimistische Minderheit teils kommerzieller Wetterbeeinflusser hin, die wesentliche Treiber hinter der Begeisterung für die Wetterbeeinflussung gewesen sein sollen. Plausibel scheint mir die Position von Baker (2017b: 875) und Weart (2007: 443 f.). Demnach wussten die Forscher und insbesondere die Funktionäre im Feld der Wetterbeeinflussung sehr wohl um die Grenzen des Vorhabens, bedienten jedoch weiterhin die politischen Erwartungen, um mit den Fördersummen Forschung querzufinanzieren, die keinen unmittelbaren Nützlichkeitswert aufwies, darunter auch die anlaufende Klimaforschung.

1970: 23). Das Wetter sei nicht per se unbeeinflussbar, ob die gewünschten Ergebnisse herbeigeführt werden können, stehe nur auf einem anderen Blatt. Die Wetterbeeinflussung hatte den Menschen – wohlgemerkt ganz gleich, ob er Russe oder Amerikaner war – hingegen als Kontrolleur der Atmosphäre, als Architekten seiner Umweltverhältnisse und als Mechaniker präzise eingrenzbarer Wetterdefekte konzeptualisiert. Dieses Bild bröckelte nun.

Das lässt sich an der Gegenstandsausweitung Mitte der 1960er Jahre beobachten. Zum einen nahmen die Wissenschaftler im Feld der Wetterbeeinflussung eine *temporale und räumliche Extension* des Forschungsproblems vor. Das Interesse an der Modifikation meteorologischer Phänomene wurde über das Wetter hinaus auf das langfristige und großräumige Klima ausgedehnt. In dieser Hinsicht sind drei Berichte einschlägig (vgl. etwa Kwa 2001: 142). 1965 legten sowohl die *National Science Foundation* (NSF 1965a) als auch das *Weather Bureau* (1965) jeweils einen Bericht vor; kurz darauf folgte ein zweibändiger Bericht der *National Academy of Sciences* in Kooperation mit dem *National Research Council* (NAS & NRC 1966). Alle drei erschienen unter dem Titel »Weather and Climate Modification« und stellten damit einen größeren Zusammenhang her. Eine Durchsicht der Berichte verrät, dass die Diskussionen im Bereich der Wettervorhersage und der Computermodellierung, speziell zur Dynamik und Chaotik meteorologischer Prozesse, sie dazu veranlassten, das Problem der Wetterbeeinflussung breiter zu formulieren. Kleine Veränderungen, so ihr Resümee, können große Auswirkungen haben. Infrage stand die Grenze zwischen langfristigen und kurzfristigen, regionalen und globalen Folgen: Ist das noch Wetter oder schon Klima? Den Berichten zufolge müsse man davon ausgehen, dass es an einigen Stellen ein »Achilles' Heel« in the atmospheric system« (NSF 1965a: 37) gebe, dessen Manipulation zu einem räumlichen und zeitlichen Anwachsen der Reaktionen führen könne. Falls es zutreffen sollte, dass ein »triggering« zu einer »amplification of small deliberate disturbances, by nonlinear effects in the atmosphere« führe, müsse auch damit gerechnet werden, dass eine Kaskade von Reaktionen ausgelöst werde, an deren Ende die »possible instability of global climate« (NAS & NRC 1966: 119, 3) stehe. Zu befürchten sei, dass, sobald Veränderungen ein globales Ausmaß annehmen, ein sich selbst verstärkender Prozess in Gang gesetzt werden könne (Weather Bureau 1965: 16f.). Im Raum stand sogar das Risiko von »irreversible damages to the environment«, die letztlich nichts weniger bedeuten würden als »heavy or irreversible damages to society« (NSF 1965a: 83, 81).

Die Einsicht in die Risiken, die sich aus der Eigenart von Atmosphäre, Wetter und Klima ergaben, führte zum anderen zur Problematisierung des *Verhältnisses zwischen Absicht und Wirkung*. Alle drei Berichte ergänzten das Forschungsprogramm der absichtlichen Wetter- und

Klimabeeinflussung um das Risiko der *inadvertent modification*. In der zeitgenössischen Diskussion waren damit nicht bloß die Nebenwirkungen gemeint, die aus dem geplanten Eingriff in Wetter und Klima resultierten und sich ohne Rücksicht auf territoriale Grenzen und temporale Beschränkungen als unbeabsichtigte Effekte bemerkbar machen könnten (Kwa 2001: 152). Das Stichwort galt neben solchen »Meteorological Side Effects of Weather-Modification Experiments« vor allem den »technological innovations«, »activities of populations« und »cultural activities«, die so einen Einfluss auf die Umwelt üben, »that they are no longer useful to our species« (NAS & NRC 1966: 105ff., 82). Zu den nennenswerten Aktivitäten dieser Art zählten die Berichte Urbanisierung, Bodennutzung, Entwaldung und die *Verbrennung fossiler Brennstoffe* (NSF 1965a: 8; NAS & NRC 1966: 83ff.; Weather Bureau 1965: 7).

Im Großen und Ganzen blieb aber dieser Teil der Modifikationsforschung trotz der prominenten Bewerbung auch in den Folgejahren unterfinanziert, auch wenn Projekte, die zu anderen Zwecken ausgelegt waren, Gelder zu seinen Gunsten verschoben (Hart 1992: Fn. 100). So stiegen zwischen 1966 und 1971 die Forschungsgelder für die Wetterbeeinflussung zwar an, die Forschung zu unbeabsichtigten Modifikationen hatte aber im selben Zeitraum Streichungen von etwa 20 Prozent zu verzeichnen. Insgesamt habe es der Forschung zur unbeabsichtigten Klimamodifikationen, so die Politikwissenschaftler David Hart und David Victor (1993: 660), an dem »glamour« gemangelt, der wiederum mit den technologischen Versprechen der absichtlichen Kontrolle verbunden wurde. Die Forschung zu den nichtintendierten Klimafolgen sozialen Handelns war im Vergleich unnützliche Wissenschaft.

Besonders deutlich wird dies im Fall der CO₂-Messstation, die Revelle zur Überwachung des »large scale geophysical experiment« einrichten wollte. Kurzzeitig gelang es ihm, im Rahmen des IGY die ersten Forschungsgelder zu akquirieren. Zwischen Juli 1957 und Dezember 1958 brachte es rund 60.000 Wissenschaftler aus 66 Ländern zu einem interdisziplinären Kooperationsprojekt zusammen (Howe 2014: 20). Als geophysikalisches Großprojekt stand es unter dem Zeichen geopolitischer Interessen und bediente die Hoffnung, die Umwelt zu strategischen Zwecken zu modifizieren (Goossen 2020). Genau vor diesem Hintergrund gelang es Revelle, die »industrial civilization« im globalen Klimasystem als nichtintendiertes Selbstexperiment und Bedrohung der nationalen Sicherheit zu rahmen, bei der man gut beraten sei, »to adequately document it« (U.S. House of Representatives 1956: 473). Nach dem Abschluss des IGY und damit nach Auslaufen der Finanzierung der CO₂-Messanlage, stationiert auf dem Vulkan Mauna Loa auf Hawaii, kam nur noch das Forschungsprogramm für die unbeabsichtigte Wetterbeeinflussung als potenzielle, aber schrumpfende Finanzquelle infrage. Die Station blieb auch in den kommenden Jahren und Jahrzehnten so prekär

finanziert, dass es sogar zwischenzeitlich aussetzen musste. Trotz dieser widrigen Umstände ging aus dem CO₂-Überwachungsprojekt eine Messreihe vor, die benannt nach ihrem Betreiber Charles Keeling als *Keeling Curve* seit 1958 noch heute einen Nachweis zum Zusammenhang zwischen CO₂-Ausstoß und Erderwärmung erbringt.¹⁵

Bemerkenswerterweise teilten sowohl die Kontrolloptimisten als auch Klimafolgenforscher eine wesentliche Annahme. Sie gingen davon aus, dass der Mensch in der Lage war, seine Naturverhältnisse umzuwandeln, dass er Subjekt, nicht Objekt des Klimas war. Bloß vertraten erstere eine Vorstellung, die eine Gesellschaft zum Gegenstand hatte, die das Klima bezwingen konnte, während letztere sich fragten, ob die Gesellschaft die inzwischen größte Naturgewalt bezwingen könnte: sich selbst.

6.3.3 *Cooling out, warming up*

In den Folgejahren versorgten die Daten, die auf Hawaii gewonnen wurden, die Berichte, Anhörungen und wissenschaftlichen Publikationen mit der nötigen empirischen Evidenz, um CO₂ als relevanten Faktor unbeachtlicher Klimamodifikation geltend zu machen. So war in dem Bericht »Restoring the Quality of Our Environment« im Auftrag des Weißen Hauses wieder zu lesen: »Through his worldwide industrial civilization, Man is unwittingly conducting a vast geophysical experiment« (President's Science Advisory Committee 1965: 126). Keelings Daten zeigten »clearly und conclusively« (116), dass der Emissionsgehalt in der Atmosphäre steige. Von den durch den CO₂-Ausstoß verursachten Klimaänderungen sei zu befürchten, dass sie »deleterious« (127) für die Menschheit sein könnten.

Der Beginn der Etablierung des Klimawandelproblems als eigenständiges Forschungs- und Menschheitsproblem kam erst in den Jahren 1970/71, als zwei Sachstandsberichte erschienen: »Man's Impact on the Global Environment. Study on Critical Environmental Problems« (SCEP 1970) und »Inadvertent Climate Modification. Study of Man's Impact on Climate« (SMIC 1971). Beide Berichte erregten viel Aufmerksamkeit.¹⁶ Diese markierten in der Diskussion um die Wetter- und Klimamodifikation durch zwei gegenläufige Tendenzen den Startschuss für einen Wendepunkt, bei dem sich das langfristige Problem des Klimawandels als »schlechter Kandidat« (Ungar 1992: 495) gegen die politisch attraktive, kurzfristige Wetterbeeinflussung durchsetzte. Zum einen führten sie

15 Zu den Schwierigkeiten, dieses Langzeitvorhaben zu finanzieren, vgl. Weart (2007).

16 Siehe beispielsweise die Besprechungen: Hare (1972); Leith (1971); Newell (1971); Hammond (1972); Kutzbach (1972); Morrison (1972).

den in den 1960er Jahren begonnen *Cooling out*-Prozess (vgl. Goffman 1952) fort. Der Bericht von 1970 klammerte die beabsichtigte Wetterbeeinflussung und deren unbeabsichtigte Nebenfolgen vollständig aus (SCEP 1970: 40). Ein Jahr später werden Kontrollversuche zwar diskutiert, aber deren bisherige Erfolge bezweifelt (SMIC 1971: 68ff.). Im schlimmsten Fall, so das Resümee des Berichts, könne ein unerwünschter Effekt überregional eintreten. Zudem empfahl er, weiträumige und langfristige Experimente, d.h. solche, die auf die Modifikation des Klimas zielten, per internationalem Abkommen zu verbieten, zumindest solange die möglichen Risiken unbekannt sind (SMIC 1971: 18f.).

Zum anderen lässt sich parallel zum *Cooling out* in der Frage der absichtlichen Klima- und Wettererheiterung ein *Warming up* (vgl. Berli 2021) für die unbeabsichtigte Erderwärmung beobachten. Im Vorfeld der für 1972 anberaumten *Conference on the Human Environment* der Vereinten Nationen nutzten beide Berichte die Gunst der Stunde, um ein »authoritative assessment of the degree and nature of man's impact on the global environment« (SCEP 1970: XI) in der Form eines »international scientific consensus« (SMIC 1971: XV) zu erstellen. Eine zentrale Evidenzgrundlage bildeten Keelings Beobachtungsdaten (SCEP 1970: 47f.; SMIC 1971: 234). Beide Berichte nutzen den Begriff der »inadvertent climate modification« (SCEP 1970: 11) als öffentlich und politisch vertraute Terminologie; der Bericht von 1971 trägt ihn sogar im Titel. Ohne also allzu sehr von der ›Linie‹ abzuweichen, ermöglichten sie die Anerkennung des ›CO₂-Problems‹ als gesellschaftliches Großproblem. Zahlreichen Arbeiten und Projekten diente auch später der Begriff als Schlagwort, an das sie ihre Klimaforschung anschließen konnten (dazu auch Kap. 6.5). Bis zur Konsolidierung der Klimaforschung in den 1970er Jahren stellte die Klimamodifikation einen prototypischen Fall von Forschung dar, bei dem »Politiker an eine besondere Art von Forschung, die Wissenschaftler an eine besondere Art der Finanzierung von Forschung [...] denken« (Luhmann 1971b: 28).

Allmählich gelang die Etablierung des Klimawandelproblems: Eine neue Förderkategorie wurde eingerichtet, »global monitoring of climate change«, in das nun die vormals in der Kategorie »inadvertent weather and climate modification« beheimatete CO₂-Überwachung fiel. Die Forschungsgelder für diesen Bereich stiegen zwischen 1971 und 1975 um 400 Prozent an (Hart & Victor 1993: 664). 1973 erschien erneut ein Bericht, der die mangelhafte Finanzierung im Vergleich zu den Ausgaben für die Wetterbeeinflussung anklagte. Er suggerierte, dass man sich eine solche Ignoranz eigentlich nicht mehr leisten könne: »If society is to deal with long-term problems of inadvertent weather and climatic changes caused by man and his activities, then urgent attention and action are required at the earliest possible moment« (NRC 1973: 160). Die entstehende Klimaforschung machte deutlich, dass die Gesellschaft sich bislang zwar unabsichtlich selbst gefährdet habe; sie sei nun aber

aufgefordert, die notwendigen Maßnahmen *absichtlich* zu ergreifen, um das Schlimmste zu verhindern (SCEP 1970: 4; SMIC 1971: XV).

6.4 Zukunft als Möglichkeitshorizont

Der Einzug des Computers in die Meteorologie war, wie Weart (1997: 335) formuliert, eine »carefully arranged marriage« (vgl. auch Kwa 2001: 141). Die finanzielle und politische Unterstützung war die Voraussetzung für die Anschaffung eines so kostspieligen Apparats. Er fand seinen Weg in die Meteorologie weniger über die Potenziale, die er für die Wettervorhersage versprach, als über die Hoffnung auf eine vor-ausgerechnete kontrollierte Einflussnahme auf das Wetter. Man kommt nicht umhin, zu betonen, wie geschickt Wissenschaftsfunktionäre Forschungsagenden setzten, Aufmerksamkeiten von vormalis angepriesenen Unternehmen ablenkten und Gelder für politisch erwünschte Probleme einwarben, um andere Forschungsbereiche querzufinanzieren. Dazu gehörte nicht zuletzt der im vergangenen Teilkapitel vorgestellte Mathematiker John von Neumann. Während er in geheimen Gesprächsrunden Aussichten auf die Wetterkontrolle verhiess und in populärwissenschaftlichen Publikationen deren »rather fantastic effects« (von Neumann 1955: 108) versprach, stellte er auch eine Vorbedingung. Der Wetterkontrolle müsse eine genaue Wetterprognose vorausgehen.

Im Jahr 1922 hatte sich Lewis Richardson eine große Fabrikhalle vorgestellt, in der unzählige menschliche Rechner (»computer«) sitzen und die Entwicklung der atmosphärischen Prozesse kalkulieren (vgl. Kap. 4.2.3), 1946 wurde der erste Digitalcomputer fertiggestellt. Der ENIAC (*Electronic Numerical Integrator and Computer* oder *Automatic Calculator*) war ein begehbarer Rechenschrank, der über hunderte Relais und tausende Vakuumröhren verfügte, technische Assistenten benötigte, aber dafür so viel wie 75.000 menschliche »Rechner« leistete (Heintz 1993a: 212f.).¹⁷ Die ersten Computer stellten zu Beginn noch hochgradig exklusive Unikate dar (so wie es heute noch die hochleistungsfähigen Supercomputer sind). Dank von Neumanns aggressivem Wissenschaftslobbying kam einer von ihnen am *Institute for Advanced Studies* in den USA zur Anwendung, an dem »eine kleine ausgewählte Forschergruppe« (Flohn 1951: 204) zu meteorologischen Zwecken arbeiten konnte. Dort entstanden die ersten Wettermodelle, die erstmals unter »Verwendung der modernen Elektronen-Rechenmaschinen den Weg zu einer rechnerisch ermittelten Vorhersagekarte freigeben« (Flohn 1951: 204) sollten. Binnen einhalb Jahrzehnten fand der Computer weitere Verbreitung und nahm

17 Das sind 11.000 Rechner mehr, als sie Richardson (1922: 219) für die Berechnung des Weltwetters für erforderlich hielt.

an Leistung enorm zu, sodass die Modelle bald zu *allgemeinen Zirkulationsmodellen* und dann zu *globalen Klimamodellen* ausgebaut wurden. Neben und zeitgleich mit der Wetterbeeinflussung sollte die Computermodellierung in den 1960er Jahren der zweite relevante Rezeptionskontext der Treibhaustheorie werden. Während die Anfangsjahre durch einen Optimismus gekennzeichnet waren, zu einer exakten Vorausberechnung meteorologischer Prozesse zu gelangen, sollte sich in den kommenden Jahren der Verdacht erhärten, dass Modelle eine von der Klimarealität unterscheidbare Eigenrealität erzeugen (6.4.1), dass mit dem Komplexitätsaufbau der Modelle (6.4.2) die Abweichungen zwischen der berechneten und der eintretenden Zukunft zunehmen und dass sich daher die Zukunft nur als Pluralität möglicher Zukünfte vergegenwärtigen lässt (6.4.3).

6.4.1 Eigenrealität

Die Bedeutung von Klimamodellen kann gar nicht überschätzt werden. »Everything we know about the world's climate – past, present, and future – we know through models«, schreibt Edwards (2010: XIV). Das liegt daran, dass sie verschiedene Zugänge zum Klima einerseits auf die hinteren Ränge verdrängt haben und andererseits kombinieren. Seit es sie gibt, spielen verbale Theorien eine untergeordnete Rolle, haben sich händische Extrapolation auf synoptischen Karten erübrigt und gibt es keinen Bedarf mehr für tabellarische Darstellungen. Dafür lassen sich mit ihrer Hilfe Visualisierungen erzeugen, disparate Daten verknüpfen und »Experimente« anstellen. Modelle unterlaufen die klassische Unterscheidung von Theorie, Methode und Daten und koppeln sie stattdessen aneinander (Edwards 1999). Insofern ließen sie sich mit Fujimura (1992) als »standardized packages« charakterisieren. Sie filtern unter theoretischen Gesichtspunkten methodisch kontrolliert Daten heraus, und die bekannten physikalischen Gesetze, die das Grundgerüst des Modells bilden, werden um empirisch hergeleitete Parameter ergänzt, die mithilfe von statistischen Methoden gewonnen werden.

Von den vielen Gesichtspunkten, unter denen eine Betrachtung des Computers infrage käme, soll eine Überlegung den Blick auf die Rolle der Modelle in der Klimaforschung anleiten. Sie betrifft die Unterscheidung zwischen Wirklichkeits- und Gesetzeswissenschaft. Die Gesetzeswissenschaft verfügt über »ein System von Lehrsätzen, aus dem die Wirklichkeit »deduziert« werden« (Weber 1904: 47) kann. Dagegen ist die Wirklichkeitswissenschaft eine Wissenschaft, die die Phänomene in ihrer Eigentümlichkeit verstehen und »die Gründe ihres geschichtlichen So-und-nicht-anders-Gewordenseins« (Weber 1904: 46) rekonstruieren will. Erstere Wissenschaften, so Wilhelm Windelband, »lehren, was immer ist, diese, was einmal war« (Windelband 1894: 12). Die Geschichte

der Klimatologie und der Meteorologie verlief in großen Teilen nach dieser Trennung. Die Klimatologie war an der Eigenart spezifischer Klimata interessiert, die Meteorologie versuchte, die den meteorologischen Phänomenen zugrundeliegenden Gesetzmäßigkeiten zu identifizieren. Computermodelle schieben nun eine dritte Option ein. Man kann statt nach der Wirklichkeit und der Gesetzmäßigkeit nach der *Möglichkeit* fragen: *Was wäre, wenn?*¹⁸ Was wäre, wenn dieses Modell das Klima wäre, und was wäre, wenn man eine Veränderung (*forcing*) einbauen würde? Bereits Arrhenius und Callendar haben von dieser Fragetechnik Gebrauch gemacht, als sie die hypothetische Wirkung einer hypothetischen Verdopplung des CO₂-Gehalts in der Atmosphäre berechneten. Sie fragten, was wäre, wenn mein Formelsystem das Klima abbilden würde (Modell) und was wäre, wenn sich die CO₂-Konzentration verdoppeln, die Industrie, der Mensch sich so oder anders verhalten würde (Szenario)? Der Computer bot die ideale Arbeitsumgebung für die Was-wäre-wenn-Perspektive. Mit ihm entsteht die *Klimawandelforschung als Möglichkeitswissenschaft*. Das Computermodell eröffnet einen *Möglichkeitshorizont*, in dem auf Basis einiger Variablen, Randbedingungen und Daten ein Klima simuliert wird, das über einen ihm eigenen Gleichgewichtszustand verfügt, hinsichtlich seiner Komplexität variiert, auf einem nicht mit dem ›realen‹ Klima entsprechenden Abstraktionsniveau aufgelöst ist (Edwards 1999: 441f.) und an dem abgetastet werden kann, was wäre, wenn sich an diesem Konstrukt etwas verändern würde. Kurz: Modelle schaffen eine *Eigenrealität*, in der zukünftige und vergangene Eigenrealitäten *erzeugt* werden können.¹⁹ Der Übergang der Klimaforschung vom Feld in den Computerraum – analog zum Laboratorium – markiert die Distanzierung von der physischen Realität und dem Anspruch, zu einem möglichst detailgetreuen und ›realistischen‹ Abbild zu gelangen, das die klassische Klimatologie noch für erstrebenswert gehalten hatte.

Das typische Ergebnis und die übliche Handhabung mit der Vielzahl an Möglichkeiten (sprich: der Unprognostizierbarkeit gesellschaftlicher Klimazukünfte) illustriert Abbildung 5. Darin findet sich eine große Bandbreite von Szenarien, die sich mal eher ähneln und mal eher unterscheiden. Erstens werden die Szenarien in mehr oder weniger gleichartige

18 Siehe etwa auch die Rezension eines Sammelbandes zum CO₂-Problem, in dem es über das englische Wort »if« heißt, es sei »the most frequent word in the book« (Hare 1983: 283).

19 In einer anderen Terminologie könnte man, so wie Esposito (2007: 9, Fn. 5) im Anschluss an Luhmann über die Wahrscheinlichkeitsrechnung, von einer »Realitätsverdoppelung« sprechen und anerkennen, dass die Realität (der Alltagswelt, des Wahrnehmbaren etc.) nicht realer oder weniger erzeugt ist als die berechnete Realität, und es stattdessen um die wechselseitige Informierung und »Beziehung zwischen verschiedenen Realitätsordnungen« geht; vgl. auch Nassehi (2019).

Gruppen unterteilt. Zwischen den Gruppen finden sich sehr große Differenzen in der Frage, welchen Pfad die Gesellschaft einschlagen und wie sich das Klima in der Reaktion auf die gesellschaftlichen Emissionen verhalten könnte. Kategorie C1 etwa setzt voraus, dass Maßnahmen getroffen werden, die den Temperaturanstieg auf 1,5 °C begrenzen, Kategorie C8 hingegen simuliert die Reaktion des Klimas auf eine massive Erhöhung der CO₂-Emissionen.

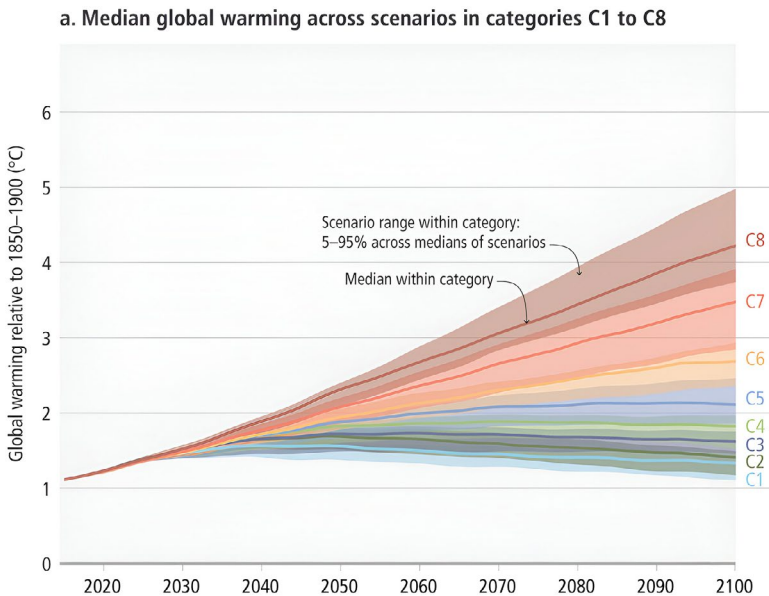


Abbildung 5: Möglichkeitshorizont gesellschaftlicher Klimazukünfte
Aus: IPCC 2022: 22

Zweitens findet sich innerhalb der Gruppen ein relativ schmales Spektrum an einzelnen Simulationen. Die Differenzen innerhalb der Gruppen ergeben sich daraus, dass die Modelle unterschiedlich »gebaut« sind, die zugrundeliegenden Annahmen variieren und/oder unterschiedliche Maßnahmenpakete vorausgesetzt werden. Im Ergebnis ist *alles* im Temperaturbereich von knapp über 1 °C und knapp unter 5 °C bis zum Ende des 21. Jahrhunderts *möglich* (nicht: wahrscheinlich!).²⁰ In der Klimaforschung findet sich der »wahre« Wert immer in einem »range of physically reasonable solutions« und »within some family of models« (Norton

²⁰ Zur Prävalenz möglicher, aber unwahrscheinlicher Szenarien und zu ihrer Verselbstständigung als wahrscheinliche Szenarien (»business as usual«) siehe Hausfather & Peters (2020).

& Suppe 2001: 103, 101). Wer sich ein eindeutiges Ergebnis von der Wissenschaft erhofft, ist bei der Klimaforschung schlecht aufgehoben.

Mit dem Übergang in den Computerraum distanziert sich die Klimaforschung in drei Hinsichten von der Replikation der ›Welt da draußen‹ und verankert die *Was-wäre-wenn*-Perspektive, den ›unrealistischen‹ oder eben *modellhaften* Zugang zur Welt. Zunächst einmal trifft die Klimamodellierung auf *zeitökonomische* Grenzen. Je hochauflösender ein Modell und je weiter eine Simulation in die Zukunft hinausgreifen will, desto langwieriger ist die benötigte Rechenzeit (und desto leistungsfähiger muss ein Computer sein). Dahingehend fällt auf, dass die Steigerung der Leistungsfähigkeit des Computers mit einer Abnahme der *relativen* Rechenzeit (d.h. Daten pro Zeiteinheit) verbunden ist. Für dieselbe Menge an Informationen, die einen Supercomputer Anfang der 2000er sechs Tage kosteten, hätte der schnellste Computer Ende der 1970er über 7 Millionen Jahre lang gerechnet (Gramelsberger 2010a: 32). Grundsätzlich lässt sich aber nicht sagen, dass technischem Fortschritt zwingend eine Reduktion der *absoluten* Rechenzeit folgt. Denn sobald die Menge der zu verarbeitenden Informationen ansteigt, erhöht sich auch die benötigte Rechenzeit. Einen Tag beträgt derzeit die Rechenzeit eines Supercomputers für rund drei hochaufgelöste simulierte Tage.²¹ Zwischen dem Zeitvorteil, den eine Computersimulation bietet, und der Genauigkeit, mit der die Zukunft berechnet wird, liegt also eine Krux. Letztere steht in Konkurrenz zu dem Zweck, den Simulationen erfüllen sollen, nämlich dass im Computer die »Gebundenheit an planetare und stellare Zeitabläufe« (Knorr-Cetina 1988: 88; vgl. auch Nowotny 1989: Kap. 3) überwunden werden soll. Man muss nicht mehr abwarten, dass eine Version der Zukunft eingetreten ist, sondern kann sie vorwegnehmen.

Damit ist ein zweites Problem, das *Auflösungsvermögen* der Modelle, eng verbunden. Selbst wenn die Zeit zur Verfügung stünde (d.h. kein/e Publikationsdruck, politische Nachfrage, Bedrohung durch den Klimawandel herrschen würde), ist nicht jeder Quadratmeter des Klimasystems abbildbar (Edwards 1999: 441). Stattdessen wird das Klimasystem horizontal und vertikal in tausende, gleichmäßig große ›Kästchen‹ eingeteilt, für die jeweils in Zeitschritten die Werte berechnet werden. Schon diese Einteilung in Schichten und Kästchen entspricht nicht dem

21 <https://mpimet.mpg.de/kommunikation/detailansicht-news/neuer-blick-auf-das-blue-marble-foto-icon-simuliert-das-gekoppelte-klimasystem-mit-1-km-aufloesung> (abgerufen am 09.06.2025). Die Rechenzeit und Leistungsfähigkeit der Computer bleiben auch gegenwärtig eine große Herausforderung. Sie haben zur Folge, dass es Probleme wie die vieldiskutierten Kipppunkte gibt, für deren Verständnis hochauflösende Modelle notwendig wären, aber vor deren Klärung schlichtweg die technischen Kapazitäten einen Riegel schieben; vgl. etwa Martin Claußen im Gespräch mit dem *Science Media Center Germany* (2023).

grenzenlosen Raum, in dem Wärme, Luft und Feuchtigkeit zirkulieren (Norton & Suppe 2001: 82). Noch weitreichender ist, dass es durch die rasterartige Darstellung (*grids*) des Klimasystems Phänomene gibt – zu den wichtigsten und problematischsten zählen Wolken –, die »buchstäblich durchs Raster der Simulation [fallen]« (Gramelsberger 2010a: 162). Dies verlangt der Klimamodellierung die »Kunst« des *tuning* ab (Hourdin et al. 2017). Viele dieser »subskaligen« Prozesse werden nur abgeschätzt und nachträglich adjustiert, um das *Modellergebnis* (= Simulation) an die Beobachtungen anzugleichen. Entsprechend können also verschiedene Modelle zu demselben Ergebnis kommen, ohne dass sie auf der Kenntnis der genauen physikalischen Prozesse beruhen, ja, sie können sogar nur deswegen zu »korrekten« Ergebnissen kommen, *weil* sie fehlerhafte Daten oder Annahmen enthalten, die sich gegenseitig ausgleichen (Oreskes et al. 1994: 642). Dadurch grenzt jeder Versuch, Auskunft über Prozesse zu geben, die unterhalb der Skala liegen, an »guesswork« (Barnes 2016: 52).

Es ist beinahe überflüssig zu erwähnen, dass die Klimaforschung neben zeitökonomischen Fragen und Problemen der Auflösbarkeit selbstverständlich auch auf Grenzen des *physikalischen Verständnisses* stößt (Parker 2010: 264). Ein großer Teil der Mechanismen, Kausalzusammenhänge und nichtlinearen Prozesse, die das Klimasystem beherrschen, ist schlichtweg noch unverstanden. Es ist die bloße Verfügbarkeit von Computermodellen, die zu einem »gap between simulation and understanding« (Held 2005) geführt hat. Während sich mit Simulationen Aufsätze schreiben lassen, ist mit der physikalischen Fundierung der Modelle eine zeit- und kostenintensive, allerdings kaum reputierliche Arbeit verbunden (Guillemot 2017a). Die Weiterentwicklung der Klimatheorie verbessert zwar die Modelle, nicht aber das Publikationsverzeichnis.

Nimmt man diese drei Limitationen zusammen, lässt sich schlussfolgern, dass die Modelle der Klimaforschung *für* das Klima oder anstelle des Klimas stehen; wie in der Biologie und anderen Laborwissenschaften fungieren sie nicht *als* Repräsentation des Klimas: »What is observed are the results of various kinds of manipulation on a constructed object, not the phenomenon as such« (Krause 2021: 30).²² Weniger von Interesse ist, ob das Modell der Wirklichkeit eins-zu-eins entspricht. Vielmehr soll es

- 22 Das ist auch ein in der Klimaforschung bekannter Sachverhalt. Schellnhuber (1999: 20) weist darauf hin, dass »components and processes of the original Earth system are replaced by mathematical representatives«; auch Schneider (1992: 6) war klar, dass »mathematical climate models cannot simulate the full complexity of reality«; die frühe Klimaforschung definierte Klimamodelle als »result of an attempt to translate the physical processes of climate into tractable mathematical representations of the climate system. All such models will display errors when their solutions are compared with the observed climate« (Smagorinsky 1979: V).

manipuliert (z.B. CO₂-Verdopplung) werden können (Sismondo 1999: 255). Man möchte wissen, was wäre, wenn das Klima so oder so wäre *und* so oder anders verändert würde. Wie alle Verfahren der sprachlichen, numerischen und visuellen Beschreibung der Welt stellen auch Technologien wie Messinstrumente und Computermodelle her, was sie darstellen (Heintz 2012; vgl. auch Schwartz 2017). Modelle erzeugen eine Eigenrealität, in der wiederum andere Dinge erzeugt und modifiziert werden können und sich Prozesse sichtbar machen lassen, die nicht sichtbar oder spürbar sind (und daher durch die klassische Klimadefinition durchgefallen wären). Wenn man ein Klimamodell also daran bemessen wollen würde, ob es »realistisch« ist, dann zählt nur, »whether it generates good predictions about its subject-matter«, wie Giddens (1987: 188, 200) im Fall von ökonomischen Modellen schreibt, und genau in dieser Fähigkeit liegt die »justification given for 'unrealistic' models«. Die nächsten zwei Abschnitte widmen sich der historischen Genese und der Folgen der Einsicht in die Selbstbeschränkung der Klimaforschung durch Modellierung.

6.4.2 Komplexität

Die erste Periode ist geprägt von einem graduellen *Aufbau von Komplexität* und von der Erwartung, mithilfe des Computers zu einer exakten *Vorausberechnung* des Wetters zu gelangen. Die grafische Methode war zu ungenau und zu fehleranfällig geblieben. Auch die Theorien der Dynamischen Meteorologie hatten das Problem der Subjektivität und der Erfahrungsgebundenheit in der Wettervorhersage nicht beseitigt (vgl. Kap. 4.2). Nachdem für den 24. und 25. November 1950 etwas Regen, Wind und Schnee für New York vorausgesagt und stattdessen der gesamte Osten der USA von Wirbel- und Schneestürmen verwüstet worden war, die 300 Menschen das Leben und einen Sachschaden von 400 Millionen Dollar kosteten, schrieb die *New York Times*: »[I]f such a thing had occurred in Russia the Weather Bureau would probably now be on its way to Siberia« (zit. n. Harper 2008: 167). Der Computer jedoch versprach, dass das Programm, das Bjerknes zu Beginn des Jahrhunderts formuliert, das von Richardson erfolglos durchgeführt und das von den Schülern der Bergener Schule verbreitet, simplifiziert und weiterentwickelt wurde, nämlich zu einer numerischen Lösung der Wetterentwicklung zu gelangen, realisierbar war (Thompson 1973: 13f.). Nach dem »Zeitalter der Entdeckungen« (Flohn 1950: 141) und der »Eroberung der dritten Dimension« (höhere Luftschichten) begann nun der Weg zur »vollständigen Eroberung der vierten Dimension, der Zeit« (Flohn 1951: 210).

Die erste computergestützte Wettervorhersage geht zurück auf ein meteorologisches Projekt am *Institute for Advanced Study* in Princeton

(Harper 2004; Platzman 1979). Das Projekt wurde initiiert von dem Mathematiker und Computerentwickler von Neumann und beschäftigte zwischen 1946 und 1956 eine stark fluktuierende Gruppe US-amerikanischer und skandinavischer Meteorologen, darunter Jule Charney, unter dessen Leitung später ein wegweisender Klima-Sachstandsbericht erstellt werden sollte (Study Group on Carbon Dioxide and Climate 1979), und Bert Bolin, den ersten Vorsitzenden des 1988 gegründeten Weltklimarats. Zum weiteren Umfeld des Projektes gehörten der Direktor des Wetterbüros, Francis Reichelderfer, und Carl-Gustaf Rossby, der die Gruppe mit Bergener Theorieschülern versorgte und die Zeitschrift *Tellus* unterhielt, die ein wichtiges Publikationsforum für die Gruppe wurde. Im Jahr 1950 begann der erste Versuchslauf am ENIAC. Er erbrachte gerade einmal zwei 12-Stunden- und vier 24-Stunden-Vorhersagen für die USA, obwohl die Berechnungen in drei 8-Stunden Schichten rund um die Uhr über einen Zeitraum von 33 Tage erfolgten (Harper 2008: 141; Edwards 2010: 119f.). Der Grund für die Zeitkosten war, dass einerseits der Computer immer wieder zusammenbrach, einzelne Teile repariert werden mussten und Informationen aufgrund des geringen Speichers fortlaufend nachgeschoben werden mussten und dass andererseits der Computer »nur« 400 Multiplikationen pro Sekunde durchführen konnte. Nach einigen Nachbesserungen und Vereinfachungen der Berechnungsmethode benötigten sie schließlich für eine 24-Stunden-Vorhersage 24 Stunden Arbeitszeit, »that is, we were just able to keep pace with the weather« (Charney et al. 1950: 245). »Richardson's dream« (Charney et al. 1950: 245), dem Wetter zuvorzukommen, schien schon greifbar.

Dieses erste Modell war hochgradig simplifiziert. Neben der geringen Auflösung, der regionalen Einschränkung und dem zweidimensionalen Aufbau wurde das Modell zusätzlich dadurch vereinfacht, dass eine Reihe von Variablen konstant gesetzt oder ausgelassen wurde.²³ In den Folgejahren verbesserten sich die Modelle so sehr, dass sie bereits in den 1950er Jahren für die täglichen Wettervorhersagen herangezogen wurden. In den folgenden zwei Jahrzehnten fand der Computer weltweite Verbreitung und bauten zahlreiche Länder einen operativen, computergestützten Wetterdienst auf (für einen Überblick siehe Persson 2005). Die ersten täglichen computergestützten Wettervorhersagen wurden beispielsweise ab 1959 in Japan, ab 1959 in der Sowjetunion, ab 1966 in der Bundesrepublik, ab 1968 in Frankreich und ab 1969 in Australien erstellt. In den USA wurde ab Mai 1955 und in Schweden bereits ab Ende

23 Beispielsweise wurde von Windströmungen angenommen, dass sie parallel zu den Isobaren verlaufen (»quasi-geostrophischer Wind«), topografische Einflüsse wurden ausgelassen und die vertikale Durchmischung von Luftmassen wurde nicht mitberücksichtigt; vgl. Edwards (2010: 119); Nebeker (1995: 144); Dahan (2001: Fn. 20).

1954 das kommende Wetter mitgeteilt (Cressman 1996: 29ff.). Mit der Verbreitung des Computers begann auch das Ende des Hybrids aus grafischem Rechnen (»graphical calculus«), das die Bergener Schule popularisiert hatte (Kap. 4.2.3).

Von entscheidender Bedeutung war die Erweiterung der Wettermodelle um eine globale und vertikale Dimension. Norman Phillips vom meteorologischen Projekt in Princeton veröffentlichte 1956 die Ergebnisse seines »numerical experiment«. Es basierte auf einem dreidimensionalen, zweischichtigen Modell der globalen atmosphärischen Zirkulation und berücksichtigte u.a. die vertikale und horizontale Temperaturverteilung sowie verschiedene Windströmungen wie Zyklonen und Jet Stream (Edwards 2010: 150ff.). Zudem gab Phillips der Simulation zunächst eine Vorlaufzeit von 130 simulierten Tagen, um die Prozesse »in Gang« zu setzen (bis zum sog. »Äquilibrium«), und schloss erst daran die eigentliche Simulation von 31 simulierten Tagen an. Damit war es das erste computerbasierte Modell, das zumindest die Ambitionen aufwies, der theoretischen Einsicht in die globale Dynamik meteorologischer Phänomene Rechnung zu tragen, ohne den Anspruch jedoch gänzlich einlösen zu können. Bereits dieses Modell bediente sich behelfsweise der oben genannten Methode, Prozesse wie Kondensation und Verdunstung, die sich theoretisch fundiert nicht integrieren ließen, als Schätzungen empirisch abzuleiten (Edwards 2010: 152).

Im Anschluss an dieses Experiment wurden in den 1960er Jahren Modelle erarbeitet, die sowohl eine höhere Auflösung in der Horizontalen aufwiesen als auch eine vertikale Differenzierung von bis zu neun Schichten umfassten (Kutzbach 1996: 368). Gleichzeitig stieg die Leistungsfähigkeit der Computer so weit an, dass etwa Mitte der 1960er Jahre einige Computer bereits eine Million Operationen pro Sekunde durchführen konnten (Nebeker 1995: 162). Tatsächlich entwickelten sich aus Phillips erstem Modell globaler Zirkulation ein bis in die jüngere Gegenwart hineinragender Zweig von globalen Zirkulationsmodellen, wie sich in einer Rekonstruktion des »Familienstammbaums« der globalen Zirkulationsmodelle zeigt (Edwards 2000). Das »Experiment« stellte nicht nur eine wesentliche Weiterentwicklung von Wettermodellen dar. Es legte auch den Grundstein für die ersten Modelle, die eine langfristige, globale Perspektive auf das Klima warfen (Thompson 1983: 762f.). Es läutete die Ära der ersten Generation von Klimamodellen ein. Als Reaktion auf die aussichtsreichen Ergebnisse der ersten Wettermodelle wurde 1955 auf Initiative von Neumanns der Aufbau einer Forschungsgruppe bewilligt (Weart 2008: 91ff.). Das *Geophysical Fluid Dynamics Laboratory*, wie die Einrichtung seit 1963 heißt, publizierte 1965 die Ergebnisse ihrer Arbeit an dem ersten Klimamodell (Manabe et al. 1965). Es war dreidimensional aufgebaut, löste in neun Schichten auf und stellte den Austausch von Feuchtigkeit zwischen Atmosphäre und Erde dar, es

berücksichtigte jedoch nicht die Topografie und vermischte Land und Gewässer zu einem ›Sumpf‹.

Erst 1967, eineinhalb Jahrzehnte nach dem Beginn der Computermodellierung und ein Jahrzehnt nach Revelles ikonischen Worten, wandte sich die Modellierung dem Faktor Mensch zu, indem es einige Variablen, die den Wärmehaushalt zwischen Erde und Atmosphäre regulieren, berücksichtigte (Manabe & Wetherald 1967; Edwards 2010: 180f.). Neben Wasserdampf, Ozon und Wolken bezog es auch die Variation von CO₂ mit ein. Wegen des hohen Rechenaufwandes reduzierten der unlängst gekürte Nobelpreisträger Syukuro Manabe und sein Kollege Richard Wetherald das Modell auf eine vertikale Dimension. Sie schlossen an die laufende Diskussion (u.a. Plass) um die Frage an, wie sich der Temperaturhaushalt verändern würde, wenn sich der CO₂-Gehalt in der Atmosphäre verdoppeln würde. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass eine Verdopplung zu einer Erhöhung der Temperatur um 2,3 °C führen würde (Manabe & Wetherald 1967: 254). Damit versuchten sie mithilfe eines hochgradig *simplifizierten* Modells die Empfindlichkeit (›sensitivity‹) des Klimas gegenüber einer *drastischen* (Verdopplung!), hypothetischen Veränderung der atmosphärischen Komposition *explorativ* abzuschätzen. Das war's. Keine Besorgnis, kein Alarm, kein Klimawandel.²⁴ Über die »probability of climatic instability« (Manabe 1970: 29) war damit nichts gesagt. Aber über eine Möglichkeit.

6.4.3 Pluralität

Der Grund dafür, dass die Klimamodellierer angesichts einer solchen Temperaturerhöhung in ihren Simulationen keinen Alarm schlugen, war, dass sie ihren eigenen Modellen misstrauten. Bis in die 1970er begriffen sie ihre Modelle primär als heuristische Instrumente, mit denen man das Klima näherungsweise verstehen konnte, und eben nicht *als* Repräsentationen des Klimas, deren Eigenrealität mit den künftigen Entwicklungen des Klimas verwechselt werden könnte (Heymann & Hundebøl 2017; Dahan 2001: 419). Dies galt umso mehr, je komplexer die Modelle wurden. Denn je realistischer ein Modell wurde – d.h. je mehr es verschiedene Feedback-Mechanismen, Komponenten und

- 24 Sofern man retrospektiven Selbsteinschätzungen Glauben schenken kann, war die Zuwendung der Modellierung zur Gesellschaft in den 1960er Jahren weniger der Sorge vor dem Klimawandel geschuldet als dem Bestreben, die physikalischen Grundlagen der Modelle zu verbessern, wie Manabe im Gespräch mit Edwards rekapituliert: »My original motivation for studying the greenhouse effect had very little to do with concern over environmental problems. But greenhouse gases ... are the second most important factor for climate next to the sun« (zit. n. Edwards 2010: 179 f.).

Wechselwirkungen berücksichtigte –, *desto fraglicher wurde die Repräsentationsfähigkeit* der Modelle. Die Simulationen entwickelten ein Eigenleben – ein computererzeugtes Klima –, das über einen eigentümlichen Gleichgewichtszustand, sich ausgleichende und sich verstärkende Prozesse verfügte.²⁵ Die Einsicht in die Eigenrealität der Modelle legen beispielsweise die Charakterisierungen nahe, die Syukuro Manabe und Kirk Bryan über ihre Simulation mit dem ersten Modell, das die Atmosphäre mit den Ozeanen koppelte, skizzierten. Sie zeigten sich überrascht über das Eigenleben, das die Simulation entwickelte: »The most interesting result of the calculation is the quantitative demonstration of the effect of ocean currents«, »upwelling near the equator forms a weak temperature minimum there, instead of a maximum«, »free interaction of the atmospheric and ocean models [...] eliminates the ice pack at polar latitudes« oder »the mean temperature of the ocean continues to increase« (Manabe & Bryan 1969: 788). Obwohl einige Prozesse tatsächlich mit dem beobachteten Klima zu übereinstimmen schienen, wirkten die Differenzen nicht trotzdem, sondern gerade deswegen umso eklatanter, sodass sie nach 1.100 Stunden Rechenzeit und einem nicht erreichten Äquilibrium resümierten, dass der Versuch gescheitert war (Weart 2010: 212f.). Selbst 1975, als die Klimamodellierer explizit an die Literatur anschließen, die über die Effekte der fossilen Energienutzung »speculated« hat, warnen sie, »[that] it is not advisable to take too seriously the quantitative aspect of the results« (Manabe & Wetherald 1975: 3). Immerhin liegt die Temperatur in der aktualisierten Simulation mit 2,9 °C ganze 0,6 °C über den Berechnungen von einer Dekade zuvor (Manabe & Wetherald 1975: 8).

Was ein naheliegender Verdacht war, bestätigte sich in diesen Jahren: Wenn schon die Modelle, die aus Kapazitätsgründen nicht jeden erdenklichen Einflussfaktor berücksichtigen können, der das Verhalten der Simulation bestimmt, je nach Aufbau unverkennbar verschiedene Ergebnisse produzieren, dann müsste das ›reale‹ Klima einerseits eine unendliche Vielzahl an Kombinations-, Rückkopplungs- und Wirkungsmöglichkeiten aufweisen und andererseits müsste bei jeder Variation mit potenziell weitreichenden Konsequenzen für den Zustand und die Dynamik des ›realen‹ Klimas zu rechnen sein. Damit aber wäre die Hoffnung auf eine exakte (d.h. deterministische) Vorausberechnung von Wetter und Klima endgültig enttäuscht.

- 25 In Computermodellen sind die einzelnen Mechanismen und Komponenten so weit *aufeinander* abgestimmt, dass *jede* Modifikation, d.h. auch eine, die das ›reale‹ Klima genauer abbilden würde, das Gleichgewicht des simulierten Klimas riskieren und eine Kaskade von Fehlprozessen anstoßen könnten, die nicht mehr ohne weiteres zurückzuverfolgen und zu ›reparieren‹ sind (Guillemot 2017a; Shackley 2001: 118).

Edward Lorenz (1965) vom meteorologischen Institut am *Massachusetts Institute of Technology* grenzte das Problem der Vorhersage auf drei Faktoren ein, die eine genaue Bestimmung verunmöglichen würden. Erstens handele es sich bei der Atmosphäre nicht um ein deterministisches System, dessen zukünftiger Zustand durch den vergangenen vorbestimmt wird. Zweitens sei jede Zustandsbeobachtung unvollständig, weshalb aus der Beobachtung die zukünftige Entwicklung nicht exakt ableitbar sei. Drittens sei jedes Vorhersageverfahren insofern unzureichend, als keines die meteorologischen Mechanismen eins-zu-eins abbilden könne. Diese drei Beschränkungen führen dazu, dass jede Berechnung auf ungenauer Grundlage, mag die Abweichung noch so gering sein, mit jedem Rechenschritt einem erheblichen »growth of small errors« (Lorenz 1965: 326) führe. Je ferner die zu bestimmende Zukunft liege, desto größere Differenzen zwischen der berechneten und der eintretenden Zukunft wachsen an. Zumindest solange die drei Probleme nicht behoben sind, würde die Vergrößerung der Fehler im Zeitverlauf für die Vorhersage meteorologischer Entwicklungen bedeuten, dass die »prediction of the sufficiently distant future is impossible by any method« (Lorenz 1963: 141). Dies gelte für meteorologische Zustände in mehreren Jahrhunderten genauso wie für das Wetter in wenigen Tagen. Insofern blieb auch die Bejahung der Kardinalfrage der, wie sie später bezeichnet werden sollte, Chaostheorie nichtlinearer dynamischer Systeme im Bereich des Möglichen: »Does the flap of a butterfly's wings in Brazil set off a tornado in Texas?« (Lorenz 1993 [1972]).

Die Einsicht in die Nichtlinearität und Unterdeterminiertheit dynamischer Systeme gab allen Grund zur Vorsicht vor allzu selbstbewusster Vorhersage meteorologischer Entwicklungen im Allgemeinen und klimatischer Zukunft im Besonderen. Mehr als ein halbes Jahrhundert, nachdem Bjerknes die Kenntnis atmosphärischer Zustände und meteorologischer Gesetze zur Anfangsbedingung der exakten Wettervorhersage erklärt hatte, etwa ein Jahrzehnt, nachdem der Computer als Lösung für den Rechenaufwand Einzug gehalten hatte, und in den Jahren, als Wissenschaftler vermehrt begannen, den nichtintendierten Einfluss des Menschen auf das Klima zu erforschen, stand die Ambition, die Zukunft und insbesondere die ferne Zukunft meteorologischer Erscheinungen im Voraus zu bestimmen, infrage.

Noch 1978 äußerte beispielsweise der Direktor des *Max-Planck-Instituts für Meteorologie* in Hamburg, Klaus Hasselmann (1979), auf einer Konferenz für Klimamodellierung deutliche Bedenken über die Vorhersagefähigkeit der Modelle (zur zeitgenössischen Diskussion Heymann & Hundebøl 2017; Heymann 2013). Auf der Konferenz der *World Meteorological Organization* präsentierten Forschungsgruppen aus den USA, Großbritannien, Australien, Kanada und der Sowjetunion ihre Modelle und diskutierten ihre Prognosefähigkeit. Hasselmann hingegen stellte

nicht ein Modell vor, sondern schloss (dem Aufbau des Kongressbandes nach zu urteilen) die Konferenz mit einem kritischen Kommentar auf Klimaprognosen ab. Lorenz (1974: 132) selbst schloss zwar angesichts der Wissenslücken und begrenzten Computerkapazitäten eine exakte Klimavorhersage aus, jedoch hielt er es für erstrebenswert, »predictions« zu verfolgen, »which are not directly concerned with the chronological order in which atmospheric states occur«, was einem heuristischen Gebrauch (z.B. CO₂-Verdopplung) von Klimamodellen in etwa entsprechen dürfte. Hasselmann ging einen Schritt zurück und problematisierte noch vor der Prognosefähigkeit der Modelle die Grenzen ihrer *Repräsentationsfähigkeit*. Damit man die zukünftige Entwicklung des Klimas identifizieren könne, »the atmospheric subsystem must be imbedded in a full dynamical model which includes the more inert systems, such as the oceans, ice sheets, biosphere etc. which are normally kept constant in atmospheric GCM [General Circulation Model] experiments« (Hasselmann 1979: 1037f.). Er kritisierte, dass Modellierer mit unvollständigen, allein atmosphärischen Zirkulationsmodellen arbeiten und dabei andere Faktoren konstant setzen würden.

Trotz dieser frappierenden Unvollständigkeit der Modelle, insbesondere was die Ozeane betraf, war die computergestützte Erforschung des Möglichkeitshorizonts gesellschaftlicher Klimazukünfte bereits ins Standardrepertoire des klimabeforschenden Feldes, das nun den Titel *Climate Research* trug, aufgenommen worden. Tatsächlich blieb die Bemühung um realistischere ›Atmosphere-Ocean General Circulation Models‹ weitestgehend eine isolierte Arbeit in der Forschungsgruppe um Manabe, und selbst der Weltklimarat konnte für seinen ersten Bericht von 1990 vornehmlich nur auf ›sumpfartige‹ Ozeanmodellierungen zurückgreifen (Edwards 2010: 155, 147f.). Anders als Hasselmanns Institut, das erst nach der Konstruktion eines vollständigen Ozeanmodells Mitte der 1980er den Schritt in die Klimamodellierung wagte (Heymann & Hundedbøl 2017: 110), waren andere Forschungsgruppen längst im Gang. Mehr noch: Sie reizten die Möglichkeiten der Modellierung aus. Statt wie Callendar oder Manabe die Verdopplung des CO₂-Gehalts in der Atmosphäre als *hypothetischen und physikalischen Effekt* zu betrachten, machten sie sich die Unterdeterminiertheit und Nichtlinearität zunutze, indem sie dazu übergingen, eine *Pluralität möglicher Klimazukünfte* zu entwerfen.²⁶

Unter dem Eindruck von Lorenz' Untersuchungen begannen Klimamodellierer, statt sich nur einem Modell oder nur einer Simulation zu

26 Die Klimamodellierung blieb nicht das einzige Feld, dass in der Pluralform mit der Zukunft experimentierte. Sie reihte sich ein in einen zum Teil bereits vorbereiteten Trend zur Multiplikation von Zukünften. Williams (2016) zufolge beschleunigte sich deutlich ab Mitte des 20. Jahrhunderts

widmen, *Szenarien* zu entwickeln. Da das künftige Verhalten von Klima und Gesellschaft als chaotische Systeme nicht präzise vorausberechenbar ist und man trotzdem die Gesellschaft mit einer Vorstellung versorgen möchte, worauf sie sich einzustellen habe und welche Maßnahmen sie treffen könnte, sei die Lösung für dieses Problem, so die Bestandsaufnahme mit dem Titel »Climate Change and Society« des Klimamodellierers William Kellogg und des Politikwissenschaftlers Robert Schware (1981), die Szenarienbildung. Sie stelle zwar keine genaue Prognose dar, biete aber zumindest eine »range of possibilities« (Kellogg & Schware 1981: 47). Diese *range* ergibt sich aus der Vielzahl nichtübereinstimmender Szenarien, über deren wahrscheinlichste unter Klimaforschern keine Einigkeit herrsche, »but they should not be surprised if any one turned out to be true« (Kellogg & Schware 1981: 47).²⁷ Szenarien lassen sich als Maßnahme interpretieren, die ergriffen wird, um die Wissenschaftlichkeit der Klimamodellierung dadurch zu stützen, dass sie *gerade deren prekären Status mitartikuliert*. Wenn-Dann-Konstruktionen, die Bestimmung von Möglichkeitsbedingungen, der Konjunktiv II der Was-wäre-wenn-Perspektive, letztlich die Darstellung der Bandbreite an möglichen Möglichkeiten sind Ausdruck für den prekären, aber nicht beliebigen Status computergestützter Zukunftsentwürfe.

Auch wenn es wünschenswert sei, eine genaue Vorhersage zu treffen, so mangle es an einem Verständnis des Zusammenwirkens aller klimatisch relevanter Prozesse, »particularly future human behavior« (Kellogg & Schware 1981: 47). Aus Sicht der Klimaforschung sind Computermodelle unerlässlich, denn sie seien »obviously the main way of exploring the possible consequences of human activities« (Lamb 1982: 367).²⁸ Klimaszenarien koppeln die soziale Welt an die klimatische Welt, indem sie ein Bild davon erstellen, welche Form das Klima annehmen könnte, wenn gewirtschaftet, gebaut, gereist, konsumiert, Familienbildung betrieben wird, und umgekehrt welchen Einfluss das veränderte Klima

der Gebrauch der Pluralform *futures* gegenüber der Singularform *future*. Kap. 7.5.1 kommt auf zwei weitere Produzenten von Zukunftswissen neben der Klimaforschung zu sprechen.

- 27 Dagegen veranlasste die große Spannbreite an Ergebnissen, die durch Klimamodelle produziert werden, die Autoren eines ausführlichen Literaturberichts zum Stand der Klimamodellierung zu dem Resümee: »[T]hus we know that not all of these simulation can be correct, and perhaps all could be wrong« (Schlesinger & Mitchell 1987: 795).
- 28 Da widerspricht die Soziologie vehement: »Wenn man vor der Welt, wie sie ist, fliehen will, kann man Musiker werden, Philosoph, Mathematiker. Aber wie flieht man vor ihr, wenn man Soziologe ist? Es gibt Leute, die das schaffen. Man braucht nur mathematische Formeln zu schreiben, Spieltheorieübungen oder Computersimulationen durchzuexerzieren« (Bourdieu 1991: 282 f.).

auf jene Bereich haben könnte (vgl. etwa Kellogg 1979b: 1; Bach 1979: 215; Flohn 1977a). In den 1970er und 1980er Jahren begannen Klimaforscher, die Modellierung vollends auszureizen und das bedeutete, Pfade aufzuzeigen, Grenzwerte auszuloten, Variablen zu variieren, Klimawandeleffekte abzuschätzen, gesellschaftliche Reaktionsweisen durchzuspielen, kurz: einen Möglichkeitshorizont pluraler gesellschaftlicher Klimazukünfte aufzuspannen (ausführlich Kap. 7.3). Modelle sind die »cloudy crystal balls« (Schneider 1989: X) der Klimaforschung.²⁹

6.5 Klima-Wissenschaft der Gesellschaft

Die vergangenen vier Teilkapitel haben mit jeweils unterschiedlicher Schwerpunktsetzung gezeigt, wie in immer neuen Zügen und in unterschiedlichen Diskussionszusammenhängen das Verhältnis von Klimawandel und Gesellschaft thematisiert wurde. Insbesondere die Jahre ab Ende der 1930er bis Anfang der 1970er gingen einher mit einer Reihe von weitreichenden Problemverschiebungen, neuartigen Forschungsfragen und unverhofften Berührungspunkten. Dieses Teilkapitel beschreibt diese Entwicklungen als Vorbedingungen für die Entstehung der Klimawandelforschung im letzten Drittel des 20. Jahrhunderts und skizziert einige charakteristische Konturen dieser neuen Klima-Wissenschaft der Gesellschaft.

Von elementarer Bedeutung für die politische Anerkennung und für die wissenschaftliche Anschlussfähigkeit der Klimaforschung war die Terminologie, die die Wetterbeeinflussung als vertrautes, politisch attraktives und wissenschaftlich etabliertes Forschungsfeld vorbereitet hatte und auf das die entstehende Klimawandelforschung aufsatteln konnte. Nicht nur im US-Kontext fand der Begriff als Chiffre für Klimawandel noch lange Gebrauch, er hielt auch Einzug in den deutschsprachigen Raum (Flohn 1971) und ebenso sprachen russische Klimatologen von dem »inadvertent impact of man's economic activity« (Budyko 1977: 203; zur sowjetischen Klimaforschung siehe Oldfield 2018). Noch 1988 wird vereinzelt die »greenhouse theory of climate change« als »inadvertent experiment« (Ramanathan 1988: 294) bezeichnet. Der vielfach vorzufindende Sprachgebrauch und dessen Persistenz deuten darauf hin,

29 Rückblickend muss man festhalten, dass viele der frühen und in Kap. 7.3 noch zu besprechenden Modelle sich als gar nicht mal so »cloudy« herausgestellt haben. Nachträgliche Überprüfungen zeigen, dass sie sehr klar, deutlich und vor allem zutreffend die Temperaturentwicklung (und das heißt auch: die Gesellschaftsentwicklung) vorausgezeichnet haben, auch weil sie die Abbildung eines Möglichkeitshorizonts statt eine Vereindeutigung der Zukunft anstrebten; vgl. Hausfather et al. (2020).

dass es auch eine Begriffslücke gab, die die Klimaforschung auf eine spezielle Variante der Klimamodifikation »endgültig« festlegte (Conrad 2008: 102f.). Vermutlich ist es der breitrezipierte und im *Science Magazine* abgedruckte Aufsatz »Climatic Change: Are We on the Brink of a Pronounced Global Warming?« von Wallace Broecker (1975), der ihm (laut Selbstauskunft) in der medialen Berichterstattung den Titel »Father of Global Warming« (Broecker 2017) einbrachte und der diese Lücke durch den popularisierten (keineswegs neuen) Begriff füllte. Klimawandel war spätestens ab Mitte der 1970er Jahre gleichbedeutend mit globaler Erderwärmung. Und globale Erderwärmung wiederum implizierte die Zuschreibung des Klimawandels auf menschliche Aktivitäten und die Exploration wie Rekonstruktion der Entwicklung des globalen Experiments: die Doppelbedeutung von Wandel.

Im Zeitraum der Findungsphase der Klimaforschung im Übergang von den 1960er zu den 1970er Jahren lässt sich auch der Niedergang der Klimamodifikationsforschung beobachten, also just in jenem Moment, als sich eine technologische Intervention als Lösung für den Klimawandel »aufdrängte« (Schubert 2021). In den 1960er und vereinzelt in den 1970er Jahren schien es einigen Vertretern der entstehenden Klimaforschung noch denkbar, das Klimaproblem durch Eingriffe in das Klimasystem, durch absichtliche Klimamodifikation, zu lösen. Beispielsweise erzog ein Bericht für das Weiße Haus »possibilities of deliberately bringing about countervailing climatic changes« (President's Science Advisory Committee 1965: 127). Revelle war hin- und hergerissen. Einerseits mahnte er mit Blick auf den Wissensstand über den Klimawandel »more curiosity than apprehension« (Revelle 1966: 41) an. Angesichts der drohenden Folgeprobleme einer technologischen Intervention warnte er vor der Rechtfertigungsgrundlage, die der Klimawandel einer allzu voreiligen Anwendung bieten würde. Andererseits sorgte er sich vor den Klimaänderungen, die schon durch eine leichte Erhöhung der Temperatur verursacht werden könnten, und erachtete die Klimamodifikation in einem solchen Fall tatsächlich als sinnvolle Korrekturmaßnahme. In den 1970er Jahren wird sie noch vereinzelt diskutiert (skeptisch Kellogg & Schneider 1974; optimistisch Marchetti 1977), in der Summe aber trat sie in den Hintergrund. Klimamodifikation wurde entlarvt als »Science Fiction Indeed!« (Schneider 1976: 207ff.). Hart und Victor (1993: 661ff.) zufolge erlag die Wetter- und Klimabeeinflussung dem in Folge des Vietnam-Wetterkrieges veranlassten und im Jahr 1978 in Kraft getretenen UN-Umweltkriegsübereinkommen (*Convention on the Prohibition of Military or any other Hostile Use of Environmental Modification Techniques*, ENMOD), der aufkommenden Umweltbewegung und der Verschiebung der Aufmerksamkeit auf den Klimawandel, bedingt durch die Wetteranomalien von 1972–74, die UN-Konferenz über die »Umwelt des Menschen« im Jahr 1972, die wachsende Berichterstattung und das

steigende politische Interesse am Klimawandel, der zwar nicht als unmittelbares oder akutes Problem angesehen, so doch als Chance zur Positionierung in der neuen globalen Umweltpolitik wahrgenommen wurde. Im Jahr 1982 kann der altgediente Klimatologe Hubert Lamb schließlich resümieren: »And there is alarm about how man's activities might inadvertently upset the familiar climatic regime [...]. This concern has in recent years largely replaced the debate which had begun earlier about the possibilities of deliberate action to change world climate« (Lamb 1982: XVIII). Die neue Klimaforschung verstand sich insgesamt als eher technologieskeptisch (vgl. Kap. 7.5).³⁰

Nicht so im Fall der Theorie-Methoden-Daten-Kombination, die das Herzstück der Klimaforschung werden sollte. Der Computer revolutionierte die Beschäftigung mit Klimafragen. Ähnlich, wie die Wetterbeeinflussung eine wichtige Vorarbeit für die Klimaforschung leistete, ebnete zeitgleich auch die Wettervorhersage als gesellschaftlich und wissenschaftlich anerkannter Forschungskontext den Einzug des Computers in die entstehende Klimaforschung. Von da an gab es zwei Möglichkeiten für klimabezogene Forschungsbeiträge. Entweder sie hielten sich an vordigitalisierte Forschungsmethoden und nichtformalisierbare Klimatheorien. Dann wurden sie an den Rand gedrängt. Da die computergestützte Modellierung zum wichtigsten Theoriewerkzeug und zur zentralen Forschungsmethode der Klimaforschung wurde, fanden sich klimainteressierte Wissenschaftler, die sich der neuen Forschungslogik widersetzen, in einer marginalisierten Rolle wieder. Einigen von ihnen wurden so lange die Mittel gestrichen, bis sie »freiwillig« gingen (Martin-Nielsen 2017).

Oder sie fügten sich dem eng abgesteckten Rahmen der computergestützten Modellierung. Dann waren sie anschlussfähig an die Klimaforschung. Der Computer erleichterte den Zugang unterschiedlichster Disziplinen zur Klimaforschung. Vormalig unabhängig voneinander arbeitende Disziplinen wie die Physik, die Paläoklimatologie und die Ozeanografie fanden mit der integrationsfähigen Programmiersprache eine universale *Lingua franca* vor, die Kommensurabilität herstellte, Übersetzungsarbeit erleichterte und interdisziplinäre Zusammenarbeit ermöglichte (Gramelsberger 2010a: 144; Weart 2013: 366ff.). Physikalisch geschulte Klimatologen, die sich willens zur Klimamodellierung zeigten, konnten an dem neuen Klimaprogramm partizipieren; dazu gehörte nicht zuletzt Hermann Flohn. In inhaltlicher Hinsicht wurden die Vorarbeiten und Vorüberlegungen der Dynamischen Klimatologie zur Dynamik und Systemhaftigkeit des Klimas von der Klimaforschung

30 Erst in den 2000er Jahren sollte die Klimamodifikation als Lösung für den Klimawandel unter dem Stichwort *Geoengineering* wiederbelebt werden, insbesondere auf Initiative von niemand anderem als dem Anthropozän-Theoretiker Paul Crutzen; vgl. etwa Feichter & Quante (2017); Schubert (2021).

absorbiert. Ja, auf wissenschaftliche Gegenstände kann keine Disziplin einen alleinigen Besitzanspruch erheben (vgl. Kap. 2.3), aber die Verteilung von Aufmerksamkeit, Finanzmitteln und Prestige hängt wesentlich von Dritten ab. Insofern bedeutete der Verlust der einen den Gewinn der anderen. Es entstanden neue Leuchtturm-Institute der Computermodellierung wie das *International Institute for Applied Systems Analysis* (1972) in Laxenburg bei Wien, das *National Center for Atmospheric Research* (1960) in Boulder und das New Yorker *Goddard Institute for Space Studies* (1961) der NASA, die ins das Zentrum der Klimaforschung rückten und eine Reihe von in jungen Jahren in die Klimaforschung hineinsozialisierte Wissenschaftler wie William W. Kellogg, Stephen H. Schneider und James E. Hansen mitbrachten. Sie unterschieden sich auch in ihren politischen Ambitionen oder mindestens in ihrer Rhetorik deutlich von der älteren Riege der Klimatologie (Heymann & Hundedøl 2017: 115f.; Henderson 2014); sie wollten eben Gesellschaftswissen für die Gesellschaft produzieren.

Nicht nur erleichterte (und behinderte) der Computer die Zusammenarbeit, die interdisziplinäre Modellierung stand auch in Wechselbeziehung mit der Weltauffassung der Klimaforschung. Sind die Klimamodelle in den 1970ern bereits um mehrere Schichten, eine feinere Auflösung, eine globale Dimension und eine Vielzahl an Prozessen, Strömungen und Zirkulationen angewachsen, lagen bald die ersten Vorschläge für eine Erweiterung um das ganze Erdsystem vor (Bretherton 1985). Das aber erforderte wieder den Einbezug weiterer Disziplinen, die wieder neue Probleme mitbrachten und zur Erweiterung des Phänomenbereichs beitrugen usw. usf. Mithilfe des Computers konnte das holistische Weltbild bestens gedeihen (Kwa 2002: 24), denn er bot eine geeignete Arbeitsumgebung für die Integration, Verarbeitung, Erweiterung und Generierung disparater Wissensbestände. Jede Disziplin bearbeitete zwar ein kleinteiliges Problem, aber der Computer verschmolz sie zu einem singulären Großproblem: dem globalen Klimawandel des globalen Klimasystems (Hulme 2010: 560). An die Stelle einer Vielzahl an Klima-Parzellen trat eine einzige Klima-Nische. So stimulierend der Computer für die interdisziplinäre Zusammenarbeit wirkte und so sehr die hinzugestoßenen Disziplinen neue Forschungsfragen aufwarfen, in jedem Fall lag der Aspiration für eine holistische Welterfassung ein oberstes Ziel zugrunde, nämlich die Einflussweisen *des* Menschen auf *seine* einzige Klima-Nische zu entschlüsseln: »Daunting though these tasks may be, they are matched by the significance of the goal. Humankind is pressing on its environment in unprecedented ways, and we do not understand the implications« (Bretherton 1985: 1127).

Verliefen die Diskurse der zwei primären Rezeptionskontexte der Treibhaustheorie größtenteils unabhängig voneinander, laufen die zwei Forschungsströmungen – Klimamodifikationsforschung und

Klimamodellierung – spätestens Anfang der 1970er Jahren zusammen und konstituieren, was nun als Klimawandelforschung bezeichnet wird (Hart & Victor 1993). Sie einte das Ausgangsinteresse an dem globalen Selbstexperiment mit dem Klimasystem. Während Ende der 1960er Jahre noch die Annahme, dass »Verschmutzungen« durch Industrie oder Autoabgase (Kohlendioxyd)« einen Einfluss auf das Klima haben, in das Reich der »Illustrierten und Boulevardblätter[...]« (Rudloff 1967: 474) verwiesen wurde, richtete sich ab den 1970er Jahren die Aufmerksamkeit auf die menschengemachte Erderwärmung. Ab da kam es vermehrt zu interdisziplinären und zunehmend auch internationalen Konferenzen (für eine Übersicht vgl. Jäger 1992), zu Kooperationsprojekten (Geophysics Study Committee 1977) sowie zur Veröffentlichung von synthetisierenden Bibliografien (Ringe 1980) und Literaturberichten (Barrie et al. 1976). Im letzten Drittel des 20. Jahrhunderts entstand eine neue, globale und interdisziplinäre Klima-Wissenschaft der Gesellschaft, die sich zum Ziel setzte, die zeitlichen Grenzen der Weltgesellschaft im globalen Klimawandel zu ermitteln.

7 Die Entdeckung der Weltklimagesellschaft

»Für ein CO₂-Molekül ist es egal, woher es kommt. Es hat keine Nationalflagge. Egal, wo es emittiert ist, es wirkt. So. Gut.«

– Hans von Storch¹

Wenn eine ehemalige Landespolitikerin, ein Journalist, eine Schauspielerin und ein Aktivist zu einer Talkshow geladen werden, können sehr verschiedene Varianten des Klimakonzepts aufeinandertreffen. Der ebenso geladene Klimaforscher Hans von Storch, der in den 1990er Jahren an der Identifikation des sogenannten »menschlichen Fingerabdrucks« auf dem Klimawandel mitwirkte, unternimmt bei Frank Plasberg deshalb einen Versuch, sich eines geteilten Verständnisses zu versichern. Seine erste Wortmeldung nutzt er dazu, die Diskussion physikalisch zu informieren und in leicht verständlichen Worten Klima als ein globales System zu definieren, das invariant ist gegenüber nationalstaatlicher Fragmentierung. Jeder Versuch, das Klimaproblem jeweils für sich zu lösen, so der Klimaforscher, laufe deshalb ins Leere. »Und da müssen Sie sich überlegen«, schlussfolgert er, »wie kriegen wir die Welt dazu, weniger [CO₂] zu machen?« Das entbinde zwar noch lange nicht den einzelnen Nationalstaat von seiner Verantwortung, aber da der Klimawandel ein Problem von globaler Größenordnung sei, erfordere es in der Lesart der Klimaforschung auch einer Betrachtung der gesamten sozialen »Welt«. Der Klimawandel gilt im besten Sinne des Wortes als *Weltproblem* – ein Problem, das die gesamte Welt durch Verursachung oder Erleiden betrifft, Tiere, Pflanzen und nicht zuletzt das menschliche Leben und Zusammenleben eingeschlossen.

Wider Erwarten, so war Kapitel 5 verblieben, kam es nicht zu einer Begrenzung klimawissenschaftlicher Forschung auf elementare physikalische Zusammenhänge. Entgegen dem auf ›Dehumanisierung‹ hin angelegten Trend zur ›Vernaturwissenschaftlichung‹ holte die Treibhaustheorie den Menschen wieder zurück in den Gegenstandsbereich (Kap. 6). Bei allen Differenzen zwischen der klassischen Klimatologie des 19. Jahrhunderts und der im letzten Drittel des 20. Jahrhunderts entstehenden Klimawandelforschung lässt sich im Hinblick auf den Gesellschaftsbezug eine bemerkenswerte Kontinuität feststellen. Worin sie sich unzweifelhaft unterscheiden, war die in der ersten Hälfte des

1 Zu Gast bei Hart aber fair (2019).

20. Jahrhunderts sich herausbildende globale Perspektive (Kap. 4). Diese behielt die Klimaforschung bei. Mehr noch: Die Konzeptualisierung des Klimas als singuläre Größe, deren Verfasstheit wesentlich von der dynamischen Zirkulation der Atmosphäre abhing, bot einen fruchtbaren Boden für eine Theorie, die die Erhöhung und Verringerung des planetaren Wärmehaushalts durch die Veränderungen in der Atmosphäre für bedingt erklärte und damit eine plausible Hypothese für einen globalen Klimawandel mitlieferte. Statt sich des Menschen zu entledigen, gerieten in den 1970er und 1980er Jahren zahlreiche, wenn nicht alle Bereiche der sozialen Welt unter Verdacht, in einem Einflussverhältnis mit dem Klima zu stehen.

Im vergangenen Kapitel kamen einige Vordenker und erste Klimaforscher zu Wort, die der Vermutung, dass es einer neuen Terminologie bedürfte, um der neuen gesellschaftlichen Klima-Realität oder der neuen klimatischen Gesellschafts-Realität in angemessener Weise Rechnung zu tragen, mit diffusen Begriffen Ausdruck verliehen. Sie sprachen bereits vereinzelt von der Menschheit im Singular und von den menschlichen Aktivitäten im Allgemeinen, von der zukünftigen Verdopplung der atmosphärischen CO₂-Konzentration und von dem drohenden unbeabsichtigten Einfluss des Menschen. Sie bereiteten *die* zentrale Problemstellung vor, die das junge, interdisziplinäre und globale Feld der Klimawandelforschung radikalisierten sollte: dass die wesentlichen Entstehungsvoraussetzungen der Weltgesellschaft und die Möglichkeitsbedingungen ihres zukünftigen Fortbestands in ihrem Umgang mit ihrer globalen Klima-Nische liegen. Welche klimawissenschaftliche Publikation man gegenwärtig auch aufschlagen mag, die Vorstellung einer singulären Weltgesellschaft, deren Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft im Wechselspiel mit dem Klima steht, wird dort zum Ausdruck kommen; so etwa auch in einem jüngeren Bericht des Weltklimarats. Um die 1,5 °C-Grenze einzuhalten, sei der Wandel »in all aspects of society« (IPCC 2018b: V) notwendig. Dazu gehören die »practices, institutions and social relations in society« und konkret die »technical choices and institutional arrangements, consumption and lifestyles, infrastructure, land use, and spatial patterns« (IPCC 2018b: 468, 372). Mit anderen Worten: Sofern die *Weltgesellschaft* nicht *einen* Temperaturbereich verlassen möchte, der ihr bislang günstig war, müsse sie um ihrer selbst willen vieles von dem, was sie charakterisiert, aufgeben.

In Anspielung auf einen Aufsatz von Jens Greve und Bettina Heintz (2005) widmet sich dieses Kapitel der Entdeckung der *Weltklimagesellschaft* in den 1970er und 1980er Jahren. Wenn die nationale Statistik von Bedeutung für die Entdeckung der Gesellschaft war und die internationale Statistik die »Geburt der Weltgesellschaft« vorbereitet hat (Heintz 2012), dann fügt die Klimaforschung dem Jahrzehnt der »Mehrfachentdeckung« der Weltgesellschaft« (Heintz & Greve 2005: 89) eine weitere

Facette hinzu: die Entdeckung der Weltklimagesellschaft im Spiegel des globalen CO₂-Experiments. Der Klimaforschung zufolge bedingen sich Klima und Gesellschaft wechselseitig, und das hier gewählte Kompositum aus Weltklima und Weltgesellschaft soll ebendiese Denkfigur auf eine griffige Formel bringen. Im Laufe dieser beiden Jahrzehnte löste sich die Klimaforschung vollständig von einer geografischen Konzeptualisierung des Klimas ab und setzte an ihre Stelle eine singuläre, globale Klima-Nische, deren Evolution es im Zeitverlauf zu rekonstruieren, zu dokumentieren und in die Zukunft zu projizieren galt. Komplementär dazu baute die Klimaforschung den in den 1930er bis 1960er Jahren tentativ eingeführten Menschheitsbegriff und seine Derivate zu einem eruierten Gesellschaftsmodell aus, das nur noch *eine* klimatisch begrenzte Gesellschaft vorsah. Auch die Theorie der Weltklimagesellschaft war eine Theorie, wie sie die Klimatologie bereits im Rahmen ihrer Studien über die kleinformatigen Klima-Nischen partikularer Kulturen, Rassen und Zivilisationen erprobt hatte. Nur reformulierte die Klimaforschung in diesen Jahren diese Theorie zu einer Theorie einer singulären Weltgesellschaft mit einer komplementären globalen Klima-Nische, deren Grenzen nicht durch den Raum, sondern durch die Zeit gesetzt wurde. An die Stelle der räumlich differenzierten Klima-Parzellen setzte sie eine singuläre, globale und zeitlich konstituierte Klima-Nische, die sozio-geografisch differenzierten Gesellschaften ersetzte sie durch eine singuläre und globale Gesellschaft, deren Fortbestand davon abhing, ob sie den Wandel ihrer Klima-Nische so weit treibt, dass sie aus dieser herausrutscht.

Die Genese und die Konturen dieser Weltbeschreibung werden im Folgenden in fünf Schritten nachgezeichnet. Kapitel 7.1 verfolgt die Entgrenzung des Klimakonzepts. Entweder in seinen Auswirkungen oder in seinen Ursachen schien das Klima die gesamte soziale Welt zu durchdringen. Zahlreiche Bereiche der Gesellschaft und etliche soziale Handlungsformen gerieten unter den Verdacht, in einem Einflussverhältnis mit dem Klima zu stehen. Durch eine Konvertierung in einen CO₂-Wert und durch die Übertragung klimawissenschaftlicher Konzepte auf die soziale Welt wurde die Weltgesellschaft in ein Format gebracht, das ihre Integration in den Forschungsapparat ermöglichte. Andere, aus sozialwissenschaftlicher Sicht relevante Problemstellungen, vor allem die Ungleichverteilung von Verursachung und Betroffenheit, rückten dagegen in den Hintergrund. Mit Blick auf den Klimawandel wurde auch die Gesellschaftsgeschichte einer Relektüre unterzogen (7.2). Während die Klimaforschung ihren Gegenstandsbe- reich ausweitete, arbeitete sie ebenso daran, ihr Wissen über die tempo- rale Dimension des Klimawandels zu vertiefen, den Eintritt von nichts weniger als einer neuartigen Klima- und Gesellschaftsepoche zu datieren und die verflochtene Entwicklung von Klima und Gesellschaft zu

rekonstruieren. Demnach sei es ohne die Weltgesellschaft nicht zum Klimawandel gekommen und ohne den Klimawandel sei die Weltgesellschaft nicht entstanden. Im Umkehrschluss folgte daraus die Annahme einer zukünftigen Verwobenheit von Klima und Gesellschaft (7.3). Je nachdem welchen Pfad die Gesellschaft einschlagen werde, könne sie das Experiment mit dem Klima so weit überspannen, dass sie sich ihrer eigenen Existenzbedingungen entziehe. Die Klimaforschung entwickelte Szenarien und lotete Grenzwerte aus, innerhalb derer die weltgesellschaftliche Klima-Nische bewahrt werden könne. Jenseits der Grenzwerte wartete nicht gradueller gesellschaftlicher Wandel, sondern drohte das Ende der Gesellschaft. Um sie nicht zu überschreiten, war die Weltgesellschaft aufgerufen, um ihrer selbst willen aufzuhören, Weltgesellschaft zu sein, und Weltgemeinschaft zu werden (7.4). Der Klimawandel mache sie zu einer Schicksalsgemeinschaft, zu einer Kollektivakteurin, zu einem globalen ›Wir‹ – sie müsse sich dessen nur bewusst werden. Das letzte Teilkapitel diskutiert, wie und inwiefern die Klimaforschung in dieser historischen Episode und im Vergleich zu anderen ›Weltgesellschaftsentdeckern‹ Erwartungen weckte und Erwartungen enttäuschte (7.5). Einen besonderen Fokus legt das Kapitel auf die Bildung von Gesellschaftskategorien, auf die Rolle des aus der Klimatologie stammenden holistischen und reduktionistischen Blicks auf das Verhältnis von Klima und Gesellschaft und seiner Materialisierung in verschiedenen Darstellungsformaten sowie auf den Umgang mit dem Raum und der Zeit.

7.1 Entgrenzung des Klimakonzepts

Als sich die Klimaforschung für den Menschen in seiner universalen Fassung zu interessieren begann, musste sie nahezu von neuem seine Operationalisierung aufnehmen. Gewiss hatte schon die Klimatologie soziale Aktivitäten im Bereich des Handels, der Arbeit, der Politik oder der Kultur ins Auge gefasst. Aber im Vergleich zum alten Klimakonzept, das mehr oder weniger kleinräumige Klima-Nischen geografisch gegeneinander abgrenzte, ließ das neue Klimakonzept die Betrachtung sozialer Aktivitäten als Eigenschaften partikularer Gesellschaften fragwürdig werden. Wenn es um *das* globale Klimasystem ging, musste man nicht auch über *die* sozialen Aktivitäten sprechen? Welche Rolle konnte da noch das Einzelverhalten der Deutschen, der Inder, der Ägypter spielen? Welchen Sinn hatte es überhaupt noch, mit politisch-territorialen Unterscheidungen zu operieren? Was für das Klima galt – z.B. Globalität und Interdependenz, zeitliche Dynamik statt räumlicher Stabilität –, musste das nicht auch für die soziale Welt gelten?

In den 1970er und 1980er Jahren lassen sich verschiedene Diskussionsstränge identifizieren, in denen diese Fragen verhandelt wurden. Es sind Fragen, die von dem neuen Klimakonzept als Anfragen an das in der Entwicklung befindliche Gesellschaftsmodell herangetragen wurden. Statt den Gesellschaftsbegriff aus den ureigenen Charakteristika der Gesellschaft herauszuentwickeln, bildete das Klima den Ausgangspunkt der Überlegungen. Wie eine Schablone legte sich das Klimakonzept über die soziale Welt und brachte sie in eine handhabbare Form. Die holistische *Entgrenzung des Klimakonzepts* stellte sich ebenso als eine Extension des Gegenstandsbereichs und Verfeinerung des Begriffskosmos dar, wie sie gleichermaßen mit einer gesteigerten Selektivität einherging. Vier Aspekte der Entgrenzung scheinen mir besonders hervorstechen: Die *Assoziierung* zahlreicher gesellschaftlicher Tatsachen mit klimatischen Prozessen zu einem interdependenten Weltgefüge (7.1.1); die kurz als *Klimatomorphisierung* umschreibbare Praxis der Übertragung klimawissenschaftlicher Konzepte auf die soziale Welt (7.1.2); die *Konvertierung* sozialer Aktivitäten in ein klimawissenschaftlich anschlussfähiges Format (7.1.3); die *Invisibilisierung* sozialer und geografischer Differenzen als Preis für die Entgrenzung des Klimakonzepts (7.1.4).

7.1.1 Assoziierung

Bereits mit Bezug zum Klima war das Verfahren der *Assoziierung* angelegt. Die rasanten Fortschritte im Bereich der Computertechnik erlaubten den Ausbau der Klimamodelle in die Höhe und Breite, den Einbau zusätzlicher Komponenten und den Umbau der modellimmanenten Wirkmechanismen. Auch was die Gesellschaft betraf, stellte sich die Frage, welche sozialen Bereiche auf welche Weise berücksichtigt werden müssten. Die Klimaforschung sah sich vor die Herausforderung gestellt, einen Gegenstand in ihre Modelle und Klimatheorien zu integrieren, von dem allmählich unzweifelhaft wurde, dass er – obgleich das Ausmaß noch unbekannt war – ein treibender und getriebener Klimafaktor ist. Oder wie es Schneider formulierte: »Thus there are now factors other than natural forces that must be weighed in any speculation about future climatic changes, namely: people« (Schneider 1974: 151). Auch Lorenz (1970: 24) bemerkte, dass die Veränderung der atmosphärischen Komposition nun ein relevantes Problem der meteorologischen Arbeit geworden war, was wiederum bedeutete, dass keine Klimaprognose ohne die Vorhersage der Menschheitsentwicklung, speziell des Bevölkerungswachstums, auskomme. Weniger eindeutig war jedoch, wie man solche »non-meteorological factors« (Lorenz 1970: 23) operationalisieren sollte.

Die Schaubilder (Abb. 6–9) zeigen, wie die Klimaforschung mit visuellen Darstellungsformaten experimentierte, um dem Faktor Mensch Rechnung zu tragen. Wie die Klimakarten der Klimatologie (Kap. 3.4) handelt es sich auch bei ihnen um »Bilder des Globalen« (Hoggenmüller 2022: 16). Aber im Unterschied zu Köppens visualisierter Differenzierungstheorie verlaufen in den Grafiken der Klimaforschung keine Grenzen zwischen Gesellschaften. Stattdessen sind sie gekennzeichnet durch Pfeile, die Zusammenhänge suggerieren, und einer Aggregation der Gesellschaft, die Grenzen und Differenzen invisibilisiert. Zugleich legen sie Zeugnis davon ab, welches Rätsel die Rolle des Menschen im Klimasystem der Klimaforschung aufgab. Beispielsweise scheinen Gesellschaftskategorien in der ersten Grafik auf den ersten Blick gänzlich zu fehlen, obwohl die Autoren anerkennen, »that the future physical influence of mankind can be very significant relative to that of nature« (Kellogg & Schneider 1974: 1168). Der Gesellschaft kommt ein relativ unbedeutender Raum zu und sie wird zudem terminologisch überdeckt. Sie verbirgt sich nämlich hinter dem Begriff »atmospheric optical properties«. Neben anderen Gasen wie Wasserdampf und Ozon sei es nachgerade das durch die Verbrennung von fossilen Brennstoffen freigesetzte CO₂, das den Wärmehaushalt und damit die Stabilität des globalen Klimasystems kontrolliere.

In der zweiten Grafik steht die Industrie *pars pro toto* für die Gesellschaft. Zudem wird im Aufsatz darauf hingewiesen, dass der menschliche Eingriff in die Biosphäre (z.B. Entwaldung) auch einen relevanten Einfluss auf das Klima habe, da sie als Kohlenstoffsенke das emittierte CO₂ aufnehme (Kellogg 1979a: 75). Ob die Menschheit zu den »components of the climate system« gehört, bleibt ambivalent. Einerseits indiziert die Grafik, dass die Menschheit neben dem Eis, dem Land, der Biosphäre, den Ozeanen und den Wolken ein Teilsystem des Klimasystems ist. Andererseits heißt es im Text, dass von der Menschheit nur »externally imposed changes« (Kellogg 1979a: 65) ausgehen. In dieser Ambivalenz deutet sich die Schwierigkeit an, scharfe Außengrenzen des Klimasystems anzugeben und zugleich den Menschen als möglicherweise bedeutsamsten Klimafaktor zu berücksichtigen. Die dritte Grafik spricht von »Human activities« und meint damit die Veränderung der Landoberfläche, der Biosphäre und der Atmosphäre. Sie (wie im Übrigen auch die erste Grafik) löst das Problem der zweiten Grafik durch die Konstruktion eines allgemeinen Feedback-Modells, in dem die einzelnen Elemente primär nach ihrer Wechselwirkung und nur sekundär nach Innen/Außen-Beziehungen (durch Unterstreichungen und Kursivierung) unterschieden werden. Bezeichnenderweise gesteht der Autor ein, dass zusätzlich »a few arrows here and there« (Robock 1985: 768f.) auch denkbar wären. Die vierte Grafik schließlich spart zwar mit den Pfeilen und Komponenten, zeichnet aber zumindest mit Blick auf die

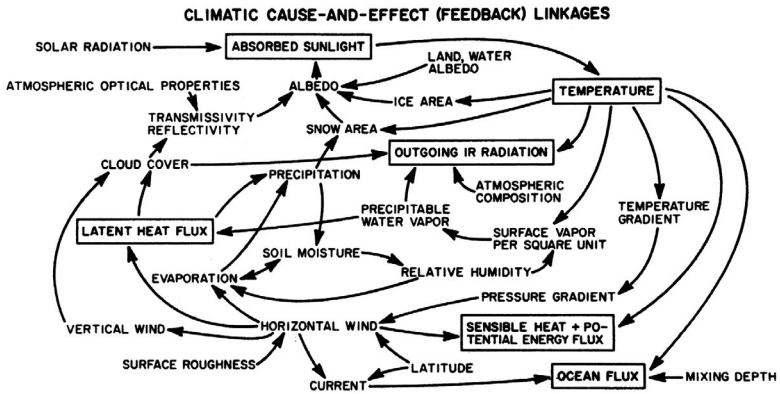


Abbildung 6: Gesellschaft im Klimasystem I: »Atmospheric optical properties«
 Aus: Kellogg & Schneider 1974: 1164

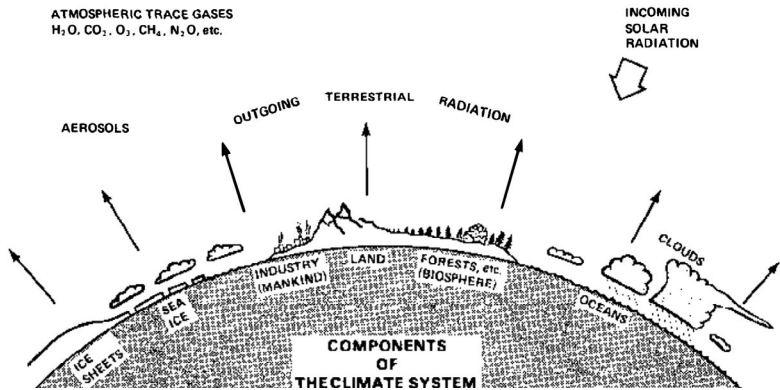


Abbildung 7: Gesellschaft im Klimasystem II: »Industry (mankind)«
Aus: Kellogg 1979a: 64

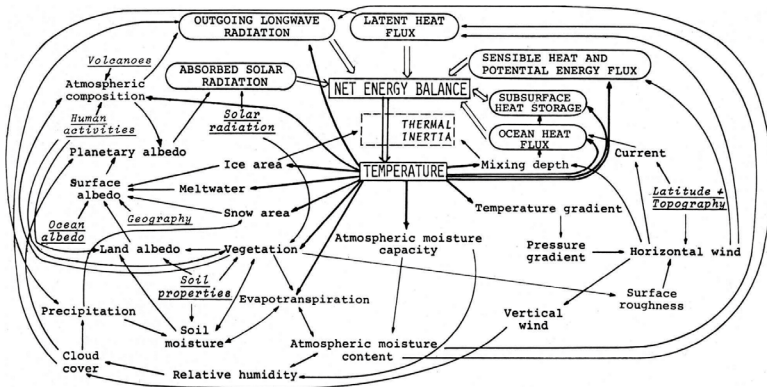


FIG. 1. Climate feedback diagram.

Abbildung 8: Gesellschaft im Klimasystem III: »Human activities«
Aus: Robock 1985: 787

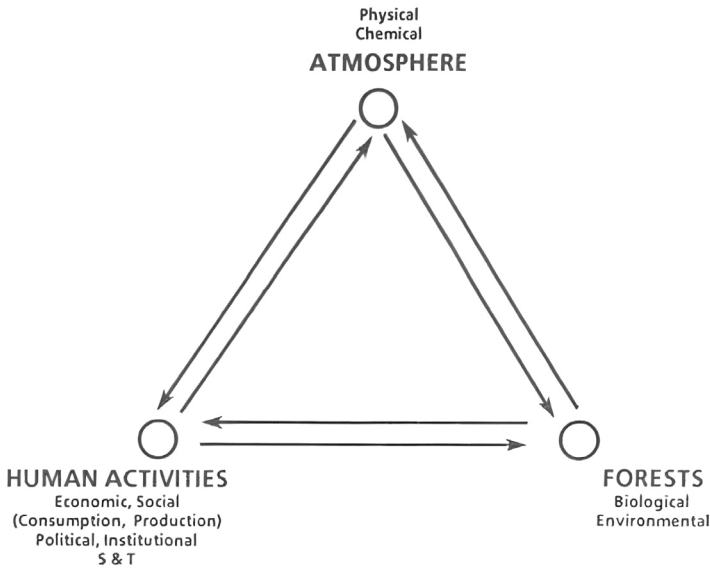


Figure 1.
Components of the three principal interacting subsystems in the forests and atmospheric change issue.

Abbildung 9: Gesellschaft im Klimasystem IV: »Economic, Social (Consumption, Production), Political, Institutional, S&T Human Activities«
Aus: Maini 1988: 193

Gesellschaft das komplexeste Bild. Darunter fallen nun ökonomische, »soziale«, politische, institutionelle, wissenschaftliche und technologische »human activities«. Als »interacting subsystems« (Maini 1988: 193) seien Gesellschaft, Atmosphäre und Wälder aufs engste miteinander verwoben, wobei es in der jüngeren Vergangenheit vor allem die Menschheit sei, die den Kurs des Dreiecks dominiere.

In den Publikationen der Klimaforschung kommt es, wie im letzten Fall, mal der Tendenz nach zu einer begrifflich schärferen Assoziierung von Klima und Gesellschaft; teilweise kommt eine im Vergleich zu den Klimakomponenten deutlich verkürzte Darstellung der Gesellschaft zur Anwendung, wenn beispielsweise die Menschheit mit der Industrie oder der CO₂-Produktion in eins gesetzt wird; in anderen Fällen kommt mit allgemeineren Begriffen wie »human activities« ein pauschales Interesse an der Verkopplung von Klima und Gesellschaft zum Ausdruck. Während sich auf rein begrifflicher Ebene graduelle Unterschiede in der Bestimmung der Gesellschaft abzeichnen, gelangte die Klimaforschung in konzeptioneller Hinsicht zu dem Schluss, dass das Klima entweder in seinen Auswirkungen oder Ursachen die *gesamte soziale Welt* durchdringt. So sah etwa Kellogg (1979b: 1) neben der Lebensmittelproduktion, der Fischerei und der Forstwirtschaft auch den Transportbereich und den Tourismus zukünftig durch den Klimawandel bedroht und fügte hinzu, dass die Aufzählung eigentlich »the entire range of human activities« berücksichtigen müsste. Ein solcher Klimawandel würde aber bedeuten, dass die Betrachtung gesellschaftlicher Sphären wie das »world economic system« (Kellogg 1979b: 14), jeder »aspect of national and international policy« und die »present world order« (Woodwell bzw. Kellogg zit. in Terra 1978: 27) nicht mehr isoliert von dem klimatischen Einfluss verstanden werden könnten. Der Ökologe William Clark vermutete und unterstrich buchstäblich, dass zahlreiche gesellschaftliche Handlungs- und Problemfelder in direktem oder indirektem Zusammenhang mit dem Klimawandel stehen:

»Possible causes and effects of greenhouse gas-related changes are intimately linked to other problems of energy, agriculture, population and environment. The linkages are physical, biological, economic and political. Action taken on other problems like acid rain will reshape the greenhouse gas question; actions taken on greenhouse gases will affect those other problems in turn. The practical implications of the greenhouse gas question cannot usefully be addressed without accounting for linkages to related problems and their solutions.« (Clark 1986: 24)

Der Klimawandel sei kein isoliertes Problem. Vielmehr seien seine Ursachen, Folgen und Lösungen auf vielfältige Weise mit anderen gesellschaftlichen Problemlagen verschränkt. Keine Nation könne sich den Konsequenzen dieses »intrinsically global phenomenon« (Clark 1986: 24)

entziehen, keine könne im Alleingang das Problem lösen. Sowohl Kelloggs als auch Clarks Theorien über die Interdependenz zwischen Klima und Gesellschaft bringen bei näherer Betrachtung eine neue Dimension ins Spiel, die in den Grafiken noch unberücksichtigt geblieben war. Über die sozialen Aktivitäten hinaus lenken sie die Aufmerksamkeit auf die räumliche Dimension der sozialen Welt, allerdings auf gänzlich andere Weise als diejenige, die noch die Klimatologie verfolgte. Ihnen geht es weniger um die geografische Fragmentierung als vielmehr um die *Globalität und Singularität der sozialen Welt*. Kellogg sprach von der *Weltwirtschaft* und der *Weltordnung*, Clark sah »[t]he world and its environment« (Clark 1986: 24) sich gegenüberstehen. Die *World Meteorological Organization* (WMO) fügte die Gesamtheit der *Weltangelegenheiten* hinzu. Der Vorsitzende ihrer ersten Weltkonferenz unterbreitete den Vorschlag, »world affairs through a climatic prism« (White 1979: 7) zu betrachten. Indem die soziale Welt, so der Konferenzbericht weiter, unter klimatischen Gesichtspunkten beobachtet wird, werde der eigentliche, der klimatische Kern des *Weltfriedens*, der *welt*politischen und *welt*wirtschaftlichen Stabilität erkennbar. Jenseits dieser miteinander verknüpften sozialen Welt gab es in dieser Perspektive keine andere Gesellschaft. Wenn der Klimawandel ein Problem globaler Größenordnung ist, war es aus Sicht der Klimaforschung nur folgerichtig, Wirtschaft, Politik, Ordnung und Frieden überregional zu konzeptualisieren, d.h. die soziale Welt so zu behandeln, als verhalte sie sich wie die klimatische Welt. Der nächste Abschnitt widmet sich dieser Denkfigur.

7.1.2 Klimatomorphisierung

Wie in Kapitel 3.4.3 geschildert, mobilisierte die klassische Klimatologie eine Reihe von Metaphern, Anthropomorphismen und Soziomorphismen, um die klimatischen, vor allem die unverstandenen Vorgänge zu erklären. Mit der Klimaforschung verkehrt sich dieses Vorgehen. Anthropomorphismen und dergleichen trifft man nun deutlich seltener an. Eine nennenswerte Ausnahme findet sich in einem Tagungsband über die unbeabsichtigte Klimamodifikation. Den Epigraphen des Bandes bildet ein Sanskritgebet, das den Bericht einleitet: »Oh Mother earth, ocean-girdled and mountain-breasted, pardon me for trampling on you« (SMIC 1971: 7). Als handele es sich bei der Erde um einen Menschen (vgl. Meyer & Jepperson 2000: 104), wird in dem Eingangszitat der Natur und im Kontext des Bandes dem Klima ein Interesse und Recht (Unverletzlichkeit), eine Rolle (Mutter), eine Eigenqualität (»umgürtet«, »busig«) und sogar ein Eigensinn (Vergebung vs. Groll) zugeschrieben. So prominent das Zitat auch platziert ist, insgesamt treten solche »quasi-religiösen«

Anthropomorphismen in den Hintergrund.² Stattdessen kommt es sehr viel häufiger zu einer Darstellung der Gesellschaft analog zum Klima. An die Stelle der Soziomorphismen traten die *Klimatomorphismen*. Durch die Übertragung klimatheoretischer Konzepte nahm die Gesellschaft die Form des Klimas an, als ob die Merkmale der Gesellschaft den klimatischen Eigenschaften gleichen, die gesellschaftlichen Prozesse Klimaähnlichen Regeln unterliegen und sich bei der Betrachtung des Klimas schlussfolgern ließe, was die soziale Welt ausmacht.

Nicht nur, aber auch von zentraler Bedeutung dafür sind ab den frühen 1970er Jahren neue interdisziplinäre Betätigungsfelder wie die Umweltwissenschaften und die Energiesystem-Analyse, interdisziplinär angelegte Forschungsinstitute wie das *International Institute for Applied Systems Analysis* (IIASA) und jüngere Problemstellungen wie das sogenannte *integrated impact assessment* (für eine frühe Bestandsaufnahme vgl. Parson & Fisher-Vanden 1997). Eine neue Relevanz gewinnen in diesem Kontext auch in der Klimaforschung verwurzelte Disziplinen wie die Geografie (vgl. etwa Kates 1985), deren sozialwissenschaftlich informierter Zweig die Rolle des Brückenbauers einnehmen soll. Hinzu kommt ein reger werdender Kontakt zwischen den Sozialwissenschaften und der naturwissenschaftlichen Klimaforschung (z.B. Chen et al. 1983). Auf den ersten Blick mag man vermuten, dass die Klimaforschung sich sozialwissenschaftlich informierte. In all diesen Fällen ist jedoch zu beobachten, dass sie die Definitionshoheit behielt, Konzepte von der Anschauung des Klimasystems herleitete und ihre Klimatheorie auf die sozialen Phänomene anwandte.³

Als besonders tragfähiges Konzept erwies sich der kleinste gemeinsame Nenner zwischen sozialer und klimatischer Welt: der Systemstatus. Die Annahme, dass das Klima ein globales System ist, das sich aus diversen Subsystemen zusammensetzte, übertrug die Klimaforschung auch auf die Gesellschaft. Hatte man gesellschaftlichen Phänomenen die klimatomorphe Eigenschaft zugeschrieben, sich systemförmig zu verhalten, konnten weitere Klimatomorphismen nahtlos zur Anwendung kommen. In dem Band »Social Science Research and Climate Change« schlugen die Geografen Richard Warrick und William Riebsame (1983: 21) ein

- 2 Der wohl bedeutendste »quasi-religiöse« Diskussionszusammenhang versammelte sich um die sogenannte »Gaia-Hypothese«, blieb aber, soweit ich das überblicke, kaum anschlussfähig in Klimazirkeln; siehe etwa Schneider (1986) mit einem skeptischen Kommentar zum Gaia-Diskurs.
- 3 Anlässlich der bevorstehenden Weltklimakonferenz titelte die *Nature* »World Climate Conference Thrown Open to Social Scientists« (Collins 1978), wobei die Rollenverteilung eindeutig festgelegt war: »We need to be not only atmospheric scientists [...] [,] we need [...] economists, geographers and sociologists to assist us in the documentation of the nature of climatic impacts« (White 1979: 7).

Modell vor, in dem sie – die Großschreibung deutet auf die Verwendung als Eigennamen hin – »Natural and Social Systems« konzeptualisierten. Dabei erfolgt keine ausführliche Herleitung des Systembegriffs. Vielmehr dient er als *heuristisches* Instrument, das erlaubt, die Gesellschaft zu integrieren in ein »framework for systematically organizing our thoughts about CO₂ research needs« (Warrick & Riebsame 1983: 21ff.). Zu den relevanten Systemen zählen sie das »political economic system« sowie Systeme, die sich um die Landwirtschaft, Energie, Wasserversorgung und ein ominöses »etc.« (Warrick & Riebsame 1983: 21f.) gruppieren.⁴ Die Einführung des Systembegriffs gestattet es den beiden Geografen, weitere Klimabegriffe wie »linkages«, »distribution of total effects«, »mechanisms«, »adjustments«, »responses« und »dynamic feedback effects« als aussichtsreiche Brückenkonzepte zu unterbreiten. Durch diese Linse betrachtet könne man Klima und Gesellschaft im Ganzen und gemeinsam in den Blick nehmen: »Thus, we are portraying a dynamic system or climate-society interaction, one which must be studied ultimately in a dynamic – not static – fashion« (Warrick & Riebsame 1983: 49). Damit standen sie auf der Seite derjenigen, die die Annahme einer Verbundenheit der Komponenten *im* Klimasystem auf das Verhältnis *zwischen* Klima und Gesellschaft übertrugen. Zwischen der natürlichen und sozialen Welt gebe es gleichermaßen ein »coupling« (Kates 1985: 5) wie zwischen den Klimasubsystemen; ein weiterer Klimaforscher spricht im selben Band sogar von einem »climate/society system« (Chen 1983: 244).

Ein anderer Klimatomorphismus, der von weitreichender Bedeutung werden sollte (vgl. Russill 2015), wurde 1985 prominent auf einer WMO-Konferenz platziert. Dort stellte Clark (1986: 27f.) die Vermutung an, dass sowohl natürliche wie auch soziale Systeme »nonlinear or threshold responses« aufweisen und »multiple equilibria and bifurcation« erreichen können. Demnach können kontinuierliche und langsame Veränderungen in beiden Systemtypen so sehr anwachsen, dass sie in der Summe einen »threshold« erreichen und das System in einen neuen »system state« (Clark 1986: 28) – heute würde man sagen: kippen lassen – versetzen (ausführlicher dazu Kap. 7.3). Eine Arbeitsgruppe, die am IIASA tagte, adaptierte diese Theorie. Auch sie kam zu dem Schluss, dass »natural and human systems« (Chen & Parry 1987: 3) die Eigenschaft teilen, dass sie mit nichtlinearen Prozessen auf veränderte Bedingungen reagieren. So würden etwa durch Extremwetterereignisse bestimmte Grenzwerte erreicht werden können, deren Überschreitung die

4 Der Begriff des »Sozialen Systems« wird in dem Band nur noch von der Soziologin Elise Boulding (sechs Erwähnungen) und dem Anthropologen William Torry (eine Erwähnung) aufgenommen. Anschlussfähiger ist der allgemeinere Systembegriff und seine verschiedenen Ausprägungen (z.B. »political«, »agricultural«, »energy system«).

Funktionstüchtigkeit der Wirtschaft beeinträchtigte (Chen & Parry 1987: 26). Die Lage werde dadurch dramatischer, dass es »global socioeconomic linkages and feedbacks« und »growing interdependence of the modern world« (Chen & Parry 1987: 17, 6) gebe. Dies führe dazu, dass ein neuer Systemzustand nicht nur lokaler, sondern auch globaler Natur sein könnte. Wie das Klimasystem über »*atmospheric* ›teleconnections‹« (namentlich z.B. El Niño) verfüge, weise auch die Gesellschaft »*economic* ›teleconnections‹« wie etwa Märkte auf, die die lokalen Klimawandeleffekte auch weit entfernte Regionen spüren lassen und sogar »around the world« (Chen & Parry 1987: 6) registrierbar seien.

7.1.3 Konvertierung

Von der Anschauung des Klimasystems schloss die Klimaforschung auf die Eigenschaften der Gesellschaft. Selbst wenn sie die Gesellschaft unter klimatheoretischen Vorzeichen verarbeitete, so gewann sie doch die Erkenntnis, dass die soziale Welt komplexer war, als sich in einer Klima-Grafik darstellen ließ. Aber wie übersetzt man all die Bereiche einer globalisierten, einer »pluralistic, multi-levelled society« (Flohn 1978: 234) in eine klimawissenschaftlich anschlussfähige Computersprache? Der Faktor Mensch musste in ein praktikables und passables Format gebracht werden, um ihn in die digitale Theoriearchitektur und Experimentalapparatur zu integrieren. Des Rätsels Lösung schien vor allem in der *Konvertibilität* des Kennwerts CO₂ zu liegen. So lange die Treibhaustheoretiker der ersten Stunde lediglich nachzuweisen versuchten, dass die Gesellschaft im Stande ist, das Klima zu verändern (Kap. 6.2), konnte im Dunklen bleiben, welche konkreten sozialen Prozesse CO₂ und wie viel davon produzierten. Wer wissen wollte, wie die Gesellschaft den Einfluss ausübte, musste spezifizieren, welchen sozialen Aktivitäten eine relevante Rolle zukam (vgl. etwa Bach 1983: 461). So unternahmen die Klimaforscher den Versuch, alle möglichen sozialen Aktivitäten in einem ersten Schritt hinsichtlich ihrer (zukünftigen) direkten und indirekten Klimarelevanz abzuschätzen und in einem zweiten Schritt in CO₂ umzurechnen. Zwei Beispiele sollen im Folgenden die Entgrenzung des Klimakonzepts durch Konvertierung illustrieren.

Revelle (1982: 42) liefert ein erstes Rechenbeispiel dafür, wie soziale Aktivitäten in ein für die Klimaforschung kompatibles Format konvertiert werden können. Ausgehend von der Beobachtung, dass das Bevölkerungswachstum in Europa, Nordamerika, Japan und in der Sowjetunion zuletzt etwas abgenommen habe, dasjenige der ›Entwicklungsländer‹ hingegen auf einem weiterhin hohen Niveau sei, müsse man davon ausgehen, dass es zukünftig auch zu einem Wirtschaftswachstum kommen werde, um die Armut in der wachsenden Bevölkerung zu reduzieren. Das

Wirtschaftswachstum sei wiederum mit einem global betrachtet um zwei bis drei Prozent steigenden Energiebedarf pro Jahr verbunden. Angenommen die Weltbevölkerung würde weiterhin in erster Linie auf fossile Energieträger zurückgreifen, dann sei 2050 mit einem Ausstoß von 20 bis 40 Gigatonnen CO₂-Emissionen zu rechnen. Setze sich dieser Trend so fort, wäre Mitte des 21. Jahrhunderts die Verdopplung des atmosphärischen CO₂-Gehalts erreicht. Revelle führt hier eine Möglichkeit vor, wie klimawissenschaftlich nur schwer greif- und operationalisierbare Gegenstände in ein formel-, grafik- und computertaugliches Format gebracht werden können. Über seine Vermutungen über die Bevölkerungsentwicklung und das zukünftige Wirtschaftswachstum, die Verteilung derselben und den mit dem Wirtschaftswachstum verbundenen Energiebedarf gelangt er schließlich zu einem CO₂-Wert.⁵

Ein etwas anders gelagertes Beispiel bietet eine Arbeitsgruppe auf einer Tagung der WMO (Goodman et al. 1986). Sie wagte den Vorstoß, ein Handlungsprogramm zu formulieren, das verschiedene politische Entscheidungsphasen von den CO₂-Emissionen abhängig machte oder andersherum: ein Vorschlag, der verdeutlichte, wie der Anstieg von CO₂ aufgrund unterlassener Intervention die *politischen Kosten* in Form notwendig werdender drastischer Maßnahmen erhöhe. Da zu erwarten sei, dass die Erarbeitung von »globally agreed policies« (Goodman et al. 1986: 42) ein zeitintensives Unternehmen sein werde, empfehlen sie die Handlungsschritte phasenweise einzuleiten. Unter den Bedingungen derzeitiger Emissionswerte (»Green« Surveillance Phase«) müsse ein Koordinationskomitee eingerichtet werden, das

- 5 Oberflächlich gesehen operiert Revelle mit Annahmen, die spätestens seit der kritischen Rezeption des *Limits to Growth*-Berichts bereits hinfällig waren. Jedoch anders als diese Diskussion um die umweltbelastenden Implikationen des Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstums (Andersson 2018: 176 ff., 184 f.), auf die noch ausführlicher zurückzukommen sein wird (Kap. 7.5), beschränkte sich die Problemsuche der Klimaforschung nicht lediglich auf (sozial-)technologische Optionen (v.a. technischer Fortschritt und Geburtenkontrolle) und sie schloss auch nicht die Möglichkeit sozialen Wandels aus. Vielmehr waren die Weltbeschreibungen der Klimaforschung wesentlich dadurch charakterisiert, dass sozialem Wandel und politischer Gestaltungsfähigkeit ein zentraler Stellenwert zukam. Es ist daher auch wenig verwunderlich, dass diese Weltsicht der Klimaforschung später den Ruf einbrachte, in der Gestalt der Wassermelone daher zu kommen – »green on the outside, red on the inside« (vgl. Oreskes & Conway 2010: 248 ff.). So bemerkte Revelle (1975: 1103) an anderer Stelle, dass der eigentliche Kern der Herausforderungen der Zeit zu verorten sei in der »highly inequitable distribution of income in the world's poor countries, which probably lies at the root of population problems, and the social and economic transformations being brought about by multinational corporations«.

natur- und politikwissenschaftliche Forschung betreibt, die diplomatischen Beziehungen unterstützt, für öffentliche Aufmerksamkeit und Aufklärung sorgt und die Möglichkeit eines internationalen Abkommens prüft (Goodman et al. 1986: 43). Diese Maßnahmen seien zeitnah einzuleiten. Sollten angemessene Entscheidungen getroffen werden, könne man das Problem abwenden oder zumindest Zeit gewinnen, bevor Maßnahmen entsprechend einer deutlich gestiegenen CO_2 -Konzentration beschlossen werden müssten. Gelingen es tatsächlich die CO_2 -Emissionen auf konstant niedrigem Niveau zu halten (390 ppm), seien keine weiteren Entscheidungen erforderlich. Ansonsten müssen die Maßnahmen der »Yellow« Action Alert Phase« ergriffen werden. Teil dieser Phase sei die Implementation verpflichtender CO_2 -Verminderungsstrategien, zu denen etwa CO_2 -Steuern, der Handel von Emissionsrechten und die Subvention nichtfossiler Technologien gehören (Goodman et al. 1986: 44f.). Sollten all diese Maßnahmen nicht zu einer ausreichenden Emissionsminderung geführt und die Gesellschaft stattdessen ihre Emissionen auf einen jährlichen Wert von 20 Gigatonnen CO_2 erhöht haben, müsse die »Red« Crises Action Phase« eingeläutet werden, die eine zwangsweise Durchsetzung von Maßnahmen durch ein internationales Abkommen gebieten würde (Goodman et al. 1986: 45).

Die Klimaforschung tendierte also weniger dazu, nur einzelne Ausschnitte der sozialen Wirklichkeit in Rechnung zu stellen, als vielmehr für jeden denkbaren Bereich der Gesellschaft einen äquivalenten CO_2 -Wert zu bestimmen. Mag er noch so komplex sein, so nahm die Klimaforschung dennoch an, dass seiner Komplexität mit der Konvertierung in einen CO_2 -Wert beizukommen war. Auf diese Weise verfahren Klimaforscher mit etlichen sozialen Aktivitäten. Bald lagen Berechnungen für unterschiedlichste Bereiche vor, darunter etwa Bevölkerungswachstum und Lebensstandards (Flohn 1977a), Energiebedarf und Energiequellen (Hansen et al. 1981: 964), Landwirtschaft (Pimentel 1981), Bauwesen (Rotty 1981), Mobilität (Walsh 1989) und die »byproducts« des Energieverbrauchs als Resultat der Tatsache, dass die »ever larger and more crowded human population strives to improve its standard of living on every continent of our globe« (Keeling 1972: 196). Wie man auch an den Jahreszahlen erkennen kann, nahm die Zahl sozialer Bereiche, die in den Verdacht der Klimarelevanz gerieten, und davon kann man bei »praktisch allen menschlichen Aktivitäten« (Engels & Marotzke 2020: 7) ausgehen, im Zeitverlauf zu, sofern für sie ein CO_2 -Wert bestimmt werden konnte. Die Entwicklung des globalen Klimas hänge im Wesentlichen davon ab, wie hoch der CO_2 -Ausstoß sein wird. Um diesen zu ermitteln, müsse man Annahmen darüber treffen, »as to what will be the CO_2 -producing activities of man«, die in diesem Format »can then be fed into models« (Schneider 1983a: 10f.). Wie im Falle der holistischen Bestrebung, die gesamte soziale Welt zu erfassen, übernahm die Klimaforschung damit

auch den reduktionistischen Blick der Klimatologie. Nicht zuletzt der Computer machte dies erforderlich. Inzwischen waren Computermodelle zum zentralen Forschungsinstrument geworden (Heymann 2010: 591). Daher war der Schritt von der Ermittlung klimarelevanter Faktoren zu der Konvertierung sozialen Handelns in einen CO_2 -Wert eine notwendige Vorbedingung, um den Einfluss des Menschen als Größe in die Computermodelle einspeisen zu können. Als CO_2 -Aggregat war der Faktor Mensch in ein Format gebracht, das mit den Klimamodellen kompatibel war (Grundmann & Stehr 2010: 900; Asayama et al. 2021: 8). Die Verarbeitung der Gesellschaft in Klimamodellen gab dem Weltentwurf eine weitere Kontur, die Gegenstand des folgenden Abschnitts ist.

7.1.4 *Invisibilisierung*

Bis hier hin verfolgte das Teilkapitel die holistische Entgrenzung des Klimakonzepts in drei Diskussionskontexten. Die Klimaforschung assoziierte das Klima mit einem wachsenden Bereich sozialer Aktivitäten und mit sämtlichen Weltregionen, wie sie immer mehr Komponenten des Klimasystems miteinander verknüpfte; sie behandelte gesellschaftliche Bereiche als klimatomorphe Systeme, indem sie klimatheoretische Bausteine auf die soziale Welt übertrug; sie konvertierte die Gesellschaft in einen CO_2 -Wert, wie sie das Klima in numerischen Werten und mathematischen Formeln operationalisierte. Diese Art der Konzeptualisierung der Gesellschaft hatte weitreichende Konsequenzen. Ein weiteres und in diesem Rahmen letztes Element der Entgrenzung des Klimakonzepts sollte daher nicht unerwähnt bleiben: Die Klimaforschung nahm eine *Invisibilisierung sozialer und geografischer Differenzen* vor. Sie begegnete sozialen und geografischen Differenzen mit Indifferenz, wie sie das Klima als globales Phänomen definierte. Sachverhalte, die aus sozialwissenschaftlicher Perspektive relevant sein mögen, fielen aus dem Untersuchungsraaster schlicht heraus. Während die Klimatologie sich für die regionale Beziehung zwischen Klimata und Gesellschaften interessierte, rückten diese zugunsten einer niedrig auflösenden, computergestützten, globalen und aggregierten Betrachtung in den Hintergrund.

Zwar konnten durch die Kapazitätssteigerung des Computers sukzessive die technischen Barrieren reduziert werden, die einer immer umfassender und komplexer werdenden Modellierung klimarelevanter Prozesse im Wege standen (Dahan 2010: 291). Das Auflösungsvermögen blieb vorerst jedoch niedrig. Die Modelle eigneten sich, um zeitliche Veränderungen globaler Prozesse zu untersuchen, allerdings nicht, um regionale Variationen näher in den Blick zu nehmen (Heymann 2010: 591f.). Einerseits übertrug die Klimaforschung die »grenzenlose« Welt des Klimas auf die soziale Welt, indem sie ein globales CO_2 -Aggregat von sozialen

Aktivitäten berechnete, denen sie eine Klimarelevanz beimaß. Andererseits erzeugte sie ein gegenüber räumlichen Spezifika indifferentes globales Klima. Aber widersprach die Idee eines global aggregierten CO₂-Wertes und eines globalen Durchschnittsklimas nicht der Realität? Blendete diese Perspektive nicht die klimatische Realität, wonach die Auswirkungen des Klimawandels ungleich verteilt sind, und die soziale Realität, wonach verschiedene Nationalstaaten einen ungleich größeren Einfluss auf das Klima üben, aus? Zusammengenommen schien diese Perspektive in zweifacher Hinsicht also anfechtbar.

Zum einen wirkte aus Sicht des Modells die gesamte Menschheit einheitlich und gleichartig auf das Klima ein. Die Klimaforscher erkannten, dass hier ein »dilemma« (Schneider & Dennett 1975: 72) vorlag. Zwar habe man es in Wirklichkeit mit einer Ungleichverteilung von Wohlstand und Energiereichtum zu tun, die in vielen Teilen der Welt korrigiert werden möchte. Allerdings handele es sich bei dem Klimawandel nun mal um ein globales und irreversibles Problem, das nicht zulassen würde, dass die Weltpopulation den Energiebedarf in einem Maßstab von US-amerikanischen Verhältnissen erreicht. Der Versuch, den Energieverbrauch und damit den Einfluss auf das Klima anzugleichen, wäre »climatically too dangerous« (Schneider & Dennett 1975: 72). Die Klimaforschung begegnete den Bedenken gegenüber der Invisibilisierung sozialer Differenzen mit dem Verweis auf die Dramatik der Risiken. Das – wenn auch berechtigte – Interesse an der Angleichung des Wohlstands müsse man zurückstellen und hinwegsehen über die Ungleichverteilung zugunsten der wesentlich bedeutsameren »next generation [...] who shall inherit our world – and its climate« (Schneider & Dennett 1975: 72).

Zum anderen überdeckten die Klimamodelle die konkreten regionalen Auswirkungen des globalen Klimawandels – und damit die ungleich verteilte Betroffenheit und Einsatzbereitschaft für dessen Abwendung. Durch Messungen war durchaus bekannt, dass sich einige Regionen nicht in derselben Geschwindigkeit verändern wie andere. Die Arktis bildete für Jahrzehnte ein Beispiel für eine Region, an der sich deutliche Veränderungen abzeichneten, die (noch) nicht in den global gemittelten Zahlen zum Vorschein kamen. Dieses Missverhältnis *unterstrich* die Klimaforschung mit Blick auf die im Vergleich zu mittleren Breitengraden dreifach stärkere Temperaturfluktuation (SMIC 1971: 10). Denn gerade, *weil* die Effektunterschiede so groß waren, erschien die regionale Abweichung als drohendes Vorzeichen für die globale Veränderung (Wormbs et al. 2017). So weist eines der Gründungsdokumente der Klimaforschung darauf hin, dass speziell die Arktis offenbare, wie empfindlich das Klimasystem auf den menschlichen Einfluss reagiere (SMIC 1971: 17). Es schlussfolgert, dass schon scheinbar unbedeutende globale Temperaturveränderungen erhebliche Auswirkungen auf die Eisflächen haben könnten und das Abschmelzen verbunden sei mit Folgen »of great significance to human life«

(SMIC 1971: 13). Einmal in Gang gesetzt sei der Vorgang irreversibel und könne in weitreichenden Veränderungen in Niederschlag, Temperaturen, Windsystemen und Ozeanströmungen, d.h. *in globalen sich selbst verstärkenden Prozessen*, resultieren (SMIC 1971: 17f., 72).

Zudem drängte sich der Verdacht auf, dass früher oder später jede Weltregion von den Veränderungen betroffen sein werde. Beispielsweise offenbare ein »Scenario for a Warm, High-CO₂ World« (Wigley et al. 1980), dass keine Weltregion Klimaunabhängigkeit für sich beanspruchen könne. Die Folgen derart veränderter Umweltverhältnisse wären demnach verheerend. Es käme nicht nur zu Extremwetterereignissen an Orten, die bekanntermaßen unter ungünstigen Klimabedingungen litten. Auch Erdteile könnten künftig betroffen sein, die bislang ein förderliches, gemäßigtes Klima genossen. Der Monsun könne stärker ausfallen und Fluten verursachen; in Europa könne ein sich selbstverstärkender Prozess aus steigenden Temperaturen und abnehmendem Niederschlag einsetzen, Regionen mit vormals fruchtbaren Anbauflächen würden ihre Lebensgrundlage verlieren. Die extremen Niederschläge, Fluten, Hitzewellen und Dürren, schlussfolgert das Autorenteam, hätten einen weitreichenden »human (social, economic and political) impact« (Wigley et al. 1980: 20).

Sowohl die sozialen Differenzen im Einfluss auf das Klima als auch die regionalen Auswirkungen des globalen Klimawandels rückten nicht als Probleme in den Vordergrund, die den Weltentwurf bedrohten. Vielmehr gewannen die sozialen Ungleichheiten und regionalen Risiken ihre eigentliche *Bedeutung erst vor dem Hintergrund des globalen Klimawandels*. Jede Nation mag einen größeren oder kleineren Beitrag zum Klimawandel leisten, aber alle tragen zu seinem Fortgang bei. Jede Region mag ihre Spezifika und individuellen Vulnerabilitäten aufweisen, aber da der Klimawandel sich in einer globalen Dimension vollziehe, »[n]o country will remain unaffected« (Hekstra 1986: 316).⁶

7.2 Genealogie der Moderne

In seiner umfangreichen ethnografischen Studie amerikanischer Wetterdienste hat der Soziologe Gary Fine (2007: Kap. 3) die Praxis der Wettervorhersage als *futurework* charakterisiert. Anders als Archäologen oder

- 6 Nach der Nivellierung wie der Verzeitlichung (Kap. 4.3) und nun auch der Invisibilisierung des Raumes ist man seit einigen Jahren wieder um Veräumlichung und Herunterskalierung bemüht; vgl. etwa Mahony (2017). Allerdings gelte nach wie vor für die Vorhersage der regionalen Ausprägung von globalen Temperaturen, dass es aus Sicht der Modelle »reiner Zufall [ist], welcher Wert für Europa in einem bestimmten Jahrzehnt mit 1,5 °C globaler Erwärmung auftaucht« (Engels & Marotzke 2020: 6).

Polizisten, deren Arbeit auf die Vergangenheit fokussiert, und im Unterschied zu Schauspielern und Verkäufern, die vor allem mit der Gegenwart befasst sind, liegt der Schwerpunkt meteorologischer Tätigkeiten auf der Zukunft. Wie Finanzplaner oder Wahrsager beanspruchen auch Wetterprognostiker, Auskunft über zukünftige Ereignisse und Verläufe zu geben. Als Angehörige von Organisationen und Träger institutionalisierten Wissens sind sie zudem gesellschaftlich legitimiert, die Zukunft zu beanspruchen: »They are mandated to colonize the future« (Fine 2007: 16). Das heißt, ihnen wird gewährt, unter den vielen Möglichkeiten diejenigen zu bestimmen und einzugrenzen, die gemeinhin erwartet und anerkannt werden können, sollen oder müssen.

Auch die Klimaforschung ließe sich in die Reihe dieser ›Zukunftsarbeiter‹ stellen (vgl. auch Heymann et al. 2017). Kapitel 6.2 zeichnete nach, wie die Klimawandelfrage von einem Vergangenheitsrätsel in ein menschlich verursachtes Zukunftsproblem reformuliert worden war; Kapitel 6.4 zeigte, wie der Computer die Klimaforschung als Möglichkeitswissenschaft entstehen ließ. Zu erkunden, mit welchen Klimazukünften zu rechnen ist, gehört ohne Zweifel zu den Kernarbeiten der Klimaforschung. Die Zukunft des Klimas sei von besonderer gesellschaftlicher Relevanz, »because«, so drückt es ein Klimaforscher aus, »no current or planned policy can affect the past« (Rahmstorf 2008: 35). Die Darstellung des klimawissenschaftlichen Weltentwurfs wäre jedoch deutlich verkürzt, wenn sie ihn lediglich auf Klimazukünfte beschränken würde. Erstens ließe die Eingrenzung auf Klimazukünfte unberücksichtigt, dass sich die Herleitung, Bewertung und auch Strahlkraft einer Zukunftsdeutung sehr häufig erst vor dem Hintergrund der Vergangenheit ergibt. So schlussfolgern auch die Wissenschaftsforscherin Sheila Jasanoff und der Wissenschaftsforscher Bryan Wynne: »[T]he establishment of climate change as a scientific phenomenon is at once retrospective and prospective, reconstructive as well as constructive« (Jasanoff & Wynne 1998: 34). Zweitens würde der Fokus allein auf *Klimazukünfte* ausklammern, dass jede Auskunft über die Zukunft oder Vergangenheit des Klimawandels auch eine Aussage über die Zukunft und Geschichte der Gesellschaft impliziert, sei es hinsichtlich der Wirkungen oder der Ursachen.

Die folgenden Analysen widmen sich daher zunächst der klimawissenschaftlichen Geschichtsschreibung und der Rolle, die die Gesellschaft darin spielt. Während das vergangene Teilkapitel rekonstruierte, wie die Klimaforschung sich die Gesellschaft als Gegenstandsgebiet unter klimatheoretischen Vorzeichen erschloss, untersucht das vorliegende, auf welche Weise die Klimaforschung die Geschichte der ›Moderne‹ las. Sein »Climate, History and the Modern World« leitete Lamb (1982) mit der Ausgangsbeobachtung ein, dass viele Probleme der »modern world«, darunter Bevölkerungswachstum, Ernährungssicherheit, Wetterkatastrophen, Energiezugang und wirtschaftliche Entwicklung, mehr oder weniger von dem

Zustand des Klimas abhängig seien. Durch die Erörterung des historischen Wissens über das Verhältnis von Klima und »human affairs« (Lamb 1982: XVIII) hofft er den Entscheidungsträgern eine Diskussionsgrundlage an die Hand geben zu können. Er legt, wie viele andere in diesen Jahren, eine *Genealogie der Moderne* vor. Ziel des Teilkapitels ist es, zu zeigen, dass die Klimaforschung nicht bloß die Zukunft – das ist Gegenstand von Kapitel 7.3 –, sondern auch die Vergangenheit der Gesellschaft zu kolonisieren versuchte.⁷ Sie richtete eine Anlage zur Dauerbeobachtung der Gesellschaft ein, die klimarelevante soziale Aktivitäten dokumentierte (7.2.1), sie diagnostizierte einen Epochenumbbruch, mit dem eine moderne Gesellschaftsordnung entstanden, gleichzeitig das Zeitalter der Klima-Unordnung eingeläutet war und der Beginn der Vernichtung der sozialen KlimaNische seinen Lauf nahm (7.2.2), und sie rekonstruierte die verflochtene Geschichte von Klima und Gesellschaft (7.2.3). Aus dieser Perspektive fallen Gesellschaftsgeschichte und Klimawandelgeschichte zusammen.

7.2.1 Gesellschaft unter Dauerbeobachtung

Die Annahme, dass sich das globale Klima in Reaktion auf soziale Aktivitäten ändert, ruht auf zwei zentralen Säulen auf. In *theoretischer* Hinsicht steht und fällt die Klimaforschung mit der Treibhaustheorie. Der Aufstieg dieser Theorie aus dem Bereich spekulativer Klimawandeltheorien in die wissenschaftliche Fachdiskussion war Gegenstand von Kapitel 6.2. Ohne das Wissen um den physikalischen Zusammenhang zwischen dem Wärmehaushalt der Erde und der blockierenden Eigenschaft von Treibhausgasen gäbe es keine Klimawandelforschung, zumindest nicht in ihrer gegenwärtigen Form. In *empirischer* Hinsicht stützt sich die Theorie anthropogener Erderwärmung auf statistisch aufbereitete Beobachtungsdaten. Dass die Klimaforschung über diese verfügt, verdankt sie in erster Linie ihrer Organisationsform. Wie in Kapitel 4 skizziert, hat sich die Vorstellung darüber, was Klima ist, in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts dramatisch mit der Einrichtung eines globalen Beobachtungsnetzwerks verändert, das Daten erhebt, verarbeitet und zirkulieren lässt. Der Aufbau der Infrastruktur war wesentlich aus dem Interesse motiviert, einen weltweiten Zugang zur globalen Streuung und Verbindung meteorologischer Phänomene zu erlangen.

Ab der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts gewinnt die zeitliche Reichweite an Bedeutung. Neben dem Bedarf an der synchronen Verfügbarkeit von Messungen tritt die Nachfrage nach diachronen Daten.

7 Ich spreche von »versuchte«, da ich in dieser Frage Fine folge und voraussetze, dass sie für die faktische »Kolonisation« ein Mandat erhalten muss. Kap. 7.5.4 kommt darauf zurück.

Mit Blumenberg (1986: 127) gesprochen, der diese Beobachtung mit Blick auf die Astronomie formulierte, verschärfte sich das Interesse an einem Wissen, das »nicht momentan und in jedem Augenblick zu greifen ist« und »vielmehr konstituiert wird durch den Zeitverlauf«. Während der Datenbedarf zuvor durch räumliche Erschließung befriedigt werden sollte, gilt die Aufmerksamkeit der Klimaforschung den zeitlichen Zusammenhängen. Um die Geschichte des Klimawandels zu rekonstruieren, konnte sie zwar auf die Beobachtungen von Temperaturen, Niederschlägen und Luftdruckverhältnissen zurückgreifen, die man seit Mitte des 19. Jahrhunderts gesammelt hatte. Aber für das Kernelement der Treibhaustheorie, die gesellschaftliche Produktion von Treibhausgasen und allen voran CO_2 , lagen nur vereinzelt Messungen vor. Als Revelle gemeinsam mit Suess in den 1950ern auf die Treibhaustheorie anthropogener Klimaerwärmung stieß, strebte er an, die Datenlücke durch eine CO_2 -Messstation zu schließen (Kap. 6.2 & 6.3). Anders als die Theorie periodischer Klimaschwankungen, die auf unzuverlässige, indirekte Daten, etwa über die Weinernte, Eisverhältnisse oder kalten Winter, zurückgriff (Lehmann 2015), anders auch als die klimatologische Zivilisationstheorie, die auf den »Konsens der Experten« rekurrierte, und anders auch als die Theorie lokaler Klimamodifikation, die vornehmlich auf Ad hoc-Hypothesen basierte (Kap. 6.1), kann die Klimaforschung eine kontinuierliche Datengrundlage vorweisen. Sie versorgt die Theorie mit einer Evidenzgrundlage, die einheitlich dokumentiert, wie die Gesellschaft auf das Klima wirkt und wirkte (Abb. 10). Mit der Station auf Hawaii, zu der in den nachfolgenden Jahren weitere hinzukamen, wurde die *Gesellschaft unter Dauerbeobachtung* gestellt. Die Anlage schreibt Geschichte. In das Darstellungsformat einer Kurve gegossen erzeugt sie eine Chronik der Weltgesellschaft, die sie ausschließlich auf ein CO_2 -Aggregat reduziert und die Nebenprodukte nahezu sämtlicher sozialer Aktivitäten numerisch zusammenfasst. Die Daten der Messstation stellen Kohärenz und Gleichförmigkeit in der Zeit her: eine Kurve, die zeigt, wie die Gesellschaft aus der Vergangenheit in die Gegenwart hineinwirkt. Sie erzählt *die* Geschichte *der* Gesellschaft.

Zusammen mit den inzwischen besseren Temperaturdaten war die CO_2 -Messanlage aus Sicht der Klimaforschung von beispielloser Bedeutung, da sie etwas herstellte (und sichtbar machte), was sich sonst – und hier wird abermals der deutliche Bruch mit der körpermessenden Klimatologie deutlich – der Wahrnehmung entziehen würde. Indem sie kontinuierlich, d.h. wiederholt, regelmäßig und in hoher Frequenz, das gesellschaftliche Geschehen überwacht, bietet sie die Möglichkeit »serieller Vergleiche« (Ringel & Werron 2021). Nicht bloß kann der CO_2 -Gehalt in der Atmosphäre mit dem Zustand des Klimasystems (z.B. der globalen Temperatur) zu einem bestimmten *Zeitpunkt* verglichen werden. Bei der Verfügbarkeit einer hinreichenden Anzahl einzelner Vergleichsereignisse (z.B. Temperatur im Vergleich zum CO_2 -Gehalt zu einem Zeitpunkt)

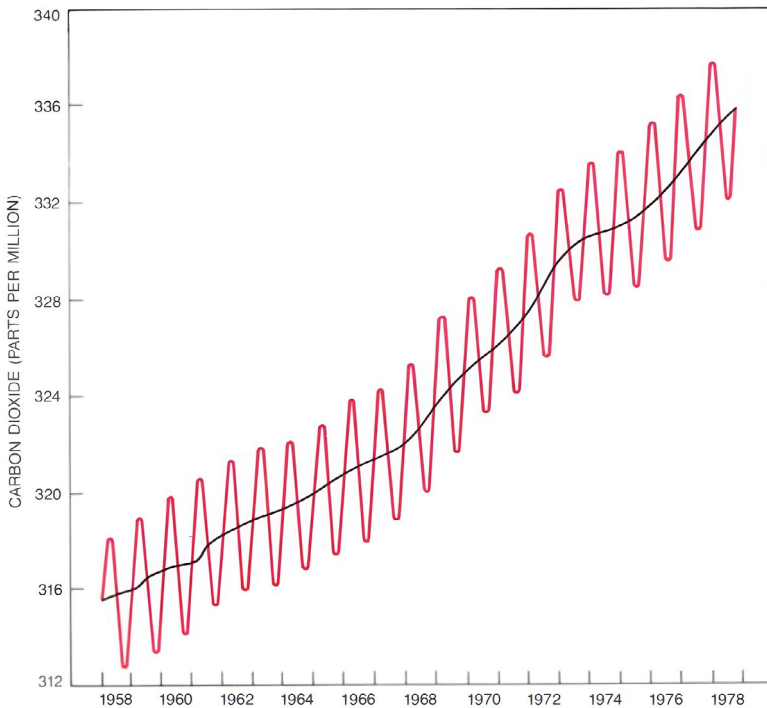


Abbildung 10: Gesellschaft als CO₂-Aggregat
Emissionen (1958–1979) geglättet (schwarz) und mit saisonalen Schwankungen (rot)
Aus: Revelle 1982: 39

können die einzelnen Vergleichsereignisse ihrerseits zum Gegenstand eines Vergleichs werden und zu einer *Entwicklung*, einem *Trend*, einer *Ko-variation* im Zeitverlauf verkettet werden (vgl. Ringel & Werron 2021: 309).⁸ Es entsteht eine Beziehungsgeschichte zwischen dem gesellschaftlichen Treiben und dem Zustand des Klimas. So wichtig die Daten in

- 8 Elias (1984) macht darauf aufmerksam, dass dem Vergleich eine wichtige Bedingung vorausgeht: das Zeitbestimmen. Erst durch die Konvention, dass man Jahre voneinander unterscheidet, die sich aus 365 Tagen zusammensetzen, die jeweils 24 Stunden lang sind usw., werden andere Ereignisse kommensurabel. Zeit ermöglicht es divergente Abläufe – z.B. gesellschaftliche Emission einerseits und Temperaturerhöhung andererseits – in Beziehung zueinander zu setzen: »Geschehensabläufe auf allen Ebenen des Universums lassen sich synchronisieren: auf der physikalischen, der biologischen, der sozialen und der persönlichen Ebene. Das ist gemeint, wenn man davon spricht, daß der Begriff der Zeit sich auf Nacheinander-Sequenzen jeglicher Art beziehen kann, ungeachtet ihrer Spezifität. Nur bedarf es in allen Fällen

den ersten Jahren waren (und noch heute sind), bildeten sie nicht die gesamte Geschichte ab. Die Moderne, bekannte die Klimaforschung, habe ihren Anfang schon früher genommen. Der nächste Abschnitt fragt, wie die Klimaforschung den Beginn der Klimawandelmoderne datierte und dem Problem beizukommen versuchte, die Verspätung ihrer Entdeckung zu korrigieren.

7.2.2 *Epochenumbruch*

Wann hat der Mensch angefangen, seine klimatischen Umweltbedingungen zu verändern? Keelings Kurve erzählte die jüngere Geschichte des Klimawandels, sie gab aber keine Auskunft darüber, wie sich das anthropogen veränderte Klima von dem ›natürlichen‹ Klima unterschied. Die *International Meteorological Organization* (IMO) hatte 1935 im Zuge der thermodynamischen Grundlegung der Klimatologie die Zeit zwischen 1901 und 1930 zur sogenannten klimatologischen ›Normalperiode‹ erklärt und auf diese Weise den Weg freigemacht für den Vergleich von Perioden (Hulme et al. 2009: 199). Damit war es keine Ansichtssache, welche Zeitintervalle man dem Vergleich zugrunde legt und welche Perioden miteinander verglichen werden konnten. Abweichungen konnten, von hochoffizieller Stelle genehmigt, konstatiert werden. Wenn die IMO einen solchen Standard vorgab, handelte es sich bei ihm zwar um einen ›artifiziellen‹, aber institutionell legitimierten Vergleichswert.

Der Klimaforschung genügte dieser Referenzwert nicht. Sie war auf der Suche nach einem Kontinuitätsbruch, nach einer ›natürlichen‹, durch die Geschichte hervorgebrachten Zäsur: die Zeit vor der Entstehung der »industrialized society« (Kellogg 1979a: 79). Aus Sicht der Klimaforschung entsprach dies in etwa der Zeit vor 1850 oder 1860, also bevor große Mengen fossiler Energie genutzt wurden.⁹ Wenn Klimamodellierer von der ›Verdopplung‹ des atmosphärischen CO₂-Gehalts sprachen, bildete die anthropogen kaum belastete Atmosphäre der vorindustriellen Zeit stets den Referenzwert. Die Industrialisierung scheide die alte Zeit von einer neuen Zeit. Die Klimaforschung behauptete nichts weniger als einen *Epochenumbruch* (vgl. Zerubavel 1993). Der Beginn der Moderne war markiert, das erste Vergleichsereignis datiert.

Für ihr Gesellschaftsverständnis war das von weitreichender Bedeutung. Die Klimaforschung legte sich auf eine einzige Variable fest, um

der gesellschaftlichen Standardisierung einer bestimmten Geschehensabfolge als Maßstab« (Elias 1984: 43).

- 9 Diese Zäsur koinzidiert zugleich mit dem gemeinhin angenommenen Beginn systematischer Messungen; vgl. etwa Brönnimann et al. 2019.

das spezifisch *Moderne an der modernen Gesellschaft* zu bestimmen und ihren historischen Beginn festzulegen. Dadurch schloss sie jede andere Möglichkeit aus, die man in Erwägung ziehen könnte, wenn man bestimmen möchte, was die Gesellschaft hervorgebracht hatte (z.B. Differenzierung, Buchdruck). Ebenso klammerte sie andere Einwirkungen sozialen Handelns auf die Umwelt aus und suggerierte damit, dass die neue Zeit eben nicht in einem größeren Rahmen gesellschaftlicher Einflüsse auf die Natur betrachtet werden müsste, die ebenfalls infrage kämen, sofern man denn ›gesellschaftliche Naturverhältnisse‹ als einziges diskriminierendes Kriterium bestimmen wollte. Mit anderen Worten: Indem der Zeitpunkt, als die erste Kohle in großen Mengen verfeuert wurde, als Scheidepunkt zwischen neuer und alter Zeit festgelegt wird, wird die Gesellschaft für den Klimawandel wie auch der Klimawandel für die Gesellschaft zur *Bedingung der Möglichkeit* – ohne Gesellschaft kein Klimawandel, ohne Klimawandel keine Gesellschaft. »Die Klimaforscher haben begonnen, selbst Geschichtsschreibung zu betreiben«, formuliert Chakrabarty (2011: 143) auf treffende Weise.

Der Klimaforschung war klar, dass sie sich den Vorwurf der Willkür durch die Bestimmung der Mitte des 19. Jahrhunderts als Referenzpunkt einhandeln würde. Denn bloß mit der Unterscheidung zwischen der vorindustriellen und der industriellen Zeit war noch nichts über die Konditionen gesagt, die sie rechtfertigen würden. Wie hoch war der CO_2 -Gehalt in der Atmosphäre ohne menschliches Zutun? Wie hoch wurde der CO_2 -Gehalt durch die Verbrennung von fossilen Brennstoffen? Wie viel CO_2 verblieb wie lange in der Atmosphäre? Wenn der CO_2 -Gehalt niedriger oder höher als angenommen war, was bedeutet das für die Deutung der neuen Zeit? Inwiefern ändern sich die Annahmen über den vorindustriellen CO_2 -Gehalt, wenn neue Daten hinzukämen? Sollte man gänzlich auf den Ausdruck ›vorindustriell‹ verzichten? All dies waren zentrale Fragen, die trotz einiger Lösungsvorschläge noch in den 1980ern die Klimaforschung beschäftigten (Schneider 1983b; Wigley 1983). Die Unterscheidung wäre nur haltbar, wenn man zu einer besseren Kenntnis über die Verflechtungsgeschichte von Klima und Gesellschaft gelangen würde.

7.2.3 *Verflechtungsgeschichte*

Als sich die Klimaforschung konsolidierte, stieß sie auf das Problem, dass zuvor kaum jemand davon ausging, dass der Mensch ein klimarelevantes Gas ausstieß. Er war ja Objekt, nicht Subjekt der Klimaänderungen. Keeling hatte seine Arbeit auf Hawaii erst 1958 aufgenommen. Die Anlage konnte weder zum Zeitpunkt ihrer Einrichtung noch in den darauffolgenden Jahren die Aufgabe erfüllen, die ihr zugedacht

war, nämlich den kontinuierlichen Nachweis über den Einfluss der Verbrennung fossiler Brennstoffe erbringen. Anfang der 1970er Jahren hatte sie noch nicht einmal Vergleichsereignisse von eineinhalb Jahrzehnten generiert, was mit sehr viel Spielraum im Bereich natürlicher Klimavariabilität liegt. In einem vielbeachteten Aufsatz versuchte Keeling (1972) dafür eine Lösung zu finden. Er konstruierte *retrospektive Vergleichsereignisse*. Wenn man weiß, so seine Erwägung, wie viel CO_2 aus einer verbrannten Tonne fossiler Energieträger produziert wird, und wenn man abschätzen kann, wie viele Tonnen Kohle, Öl und Gas in der Vergangenheit verbrannt wurden, dann könne man zu einem vollständigeren Eindruck über die historischen gesellschaftlichen Aktivitäten gelangen und die Gesellschaftsgeschichte in die Klimageschichte, für die ja ausreichend Daten vorlagen, einbetten. Die Analyse offenbarte, dass 18,2 Prozent des atmosphärischen CO_2 -Gehalts der Verbrennung von fossilen Energieträgern im Zeitraum zwischen 1800 und 1969 zuzurechnen sei, wobei gerade einmal 0,5 Prozent auf die erste Hälfte des 19. Jahrhunderts

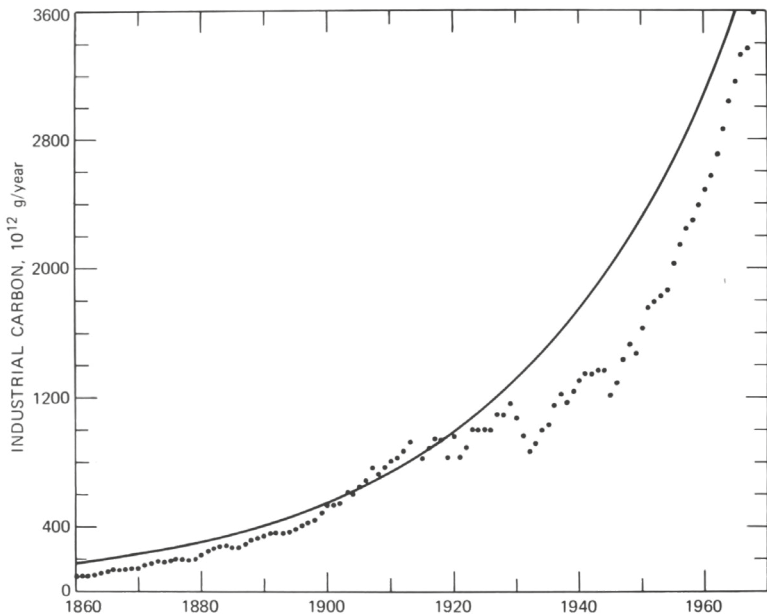


Abbildung 11: Klimawissenschaftliche Geschichtsschreibung: Gesellschaftliche Stabilisierung und klimatische Destabilisierung
Historische Emissionsdaten (1860–1969) als Exponentialfunktion (durchgehend) und als Jahreswerte (gepunktet)
Aus: Bacastow & Keeling 1973: 90

entfallen (Keeling 1972: 192f.). Abbildung 11 enthält seine grafisch aufbereiteten Daten.

Welche Gesellschaftsvorstellung die Kurve vermittelt, erschließt sich mit Blick auf die Fachdiskussion. Die Kurve beginnt Mitte des 19. Jahrhunderts, genauer im Jahr 1860 mit der »time of the Industrial Revolution« (Kellogg 1979a: 76) und einem korrespondierenden CO_2 -Gehalt von etwa 290 ppm. Im *Bulletin of the Atomic Scientists*, einer Zeitschrift, die sich der Kommentierung des drohenden Untergangs der Menschheit verschrieben hat, hieß es, dass bis zu dem »dawn of civilization« (Kellogg 1978: 11) über mehrere tausend Jahre wesentlich schlechtere Klimabedingungen vorherrschten, als man sie derzeit genieße. Man habe sich an das aktuelle Klima gewöhnt und gehe unbekümmert von der Vorgeschichte davon aus, dass es auch zukünftig dasselbe bleiben werde. Die industrielle Revolution drohe nun der Jahrtausende anhaltenden klimatischen Stabilität ein Ende zu setzen und einen bis dahin nicht dagewesenen Klimawandel herbeizuführen, »that will overshadow any natural changes that could be expected« (Kellogg 1978: 11). Dass mit der Entstehung der Industriegesellschaft eine neue Epoche angebrochen war, hob auch die erste wissenschaftliche *World Climate Conference* hervor. Demnach behandle die Konferenz Probleme, »[which] are as old as mankind and as new as our interdependent social and economic systems« (White 1979: 3).

Genau an dieser Stelle setzt die Kurve an. Die Kurve zeichnet eine reduktionistische Geschichte der Gesellschaft, die verstanden wird als kontinuierliche Verbrennung fossiler Brennstoffe mit einer begleitenden graduellen Akkumulation von CO_2 in der Atmosphäre. Sie visualisiert, wie die Gesellschaft sukzessive ihre eigene Klima-Nische vernichtet. Seit der »industrial revolution about 100 years ago« gebe es deutliche Anzeichen, dass die Verbrennung fossiler Brennstoffe und die Akkumulation von CO_2 in »correlation« (Baes et al. 1977: 310f.) zueinanderstehen. Die »industrial world« (Keeling & Bacastow 1977: 72) sei inzwischen auf fossile Brennstoffe so angewiesen, dass sie im Bereich ihrer Energieerzeugung zu 97 Prozent von fossilen Brennstoffen abhängig sei. Im Laufe der Geschichte, versicherte der Vizegeneralsekretär der WMO, seien Klima und Gesellschaft so »inextricably intermingled« (Smith 1986: 15) geworden, dass die Klimaänderungen der Gesellschaft den Wohlstand kosten könnten, den sie bislang freizügig und zuungunsten des Klimas aufbauen konnte. Lamb (1982: 18) diagnostizierte, dass die Zeit vorbei sei, in der man nach vielen Jahrzehnten dachte, die Gesellschaft genieße aufgrund technologischen Fortschritts einen »considerable degree of immunity« gegenüber dem Klima. Es seien die gesellschaftlichen Aktivitäten selbst, die das Klima und bald auch die Gesellschaft in Unordnung bringen. Umgekehrt galten Phasen, in denen die Gesellschaft aus den Fugen geriet, gleichzeitig als jene

Phasen, in denen sie das Klima am wenigsten durch den Ausstoß von CO₂ belastete. So unterzog die Klimaforschung der Großen Depression, den beiden Weltkriegen und der Ölkrise Anfang der 1970er eine Relektüre und identifizierte sie als geschichtliche Abschnitte, in denen die Abträglichkeit sozialer Aktivitäten für das Klima gebremst wurde (Baes et al. 1977: 310f.; Flohn 1980: 11). Aus der Perspektive der Kurve korrespondiert die Geschichte der modernen Gesellschaft mit der Geschichte eines neuen Klimas, das den sicheren Bereich zu verlassen droht. Die Klimaforschung versuchte die Vergangenheit der Gesellschaft zu kolonisieren, indem sie im Rückblick ihre Entstehung und Entwicklung ausnahmslos als Klimawandelgeschichte las.

7.3 Gesellschaftliche Pfade und klimatische Grenzen

Mit dem in die Zeitreihe gegossenen historischen Wissen (und der Treibhaustheorie) war zwar noch nicht das letzte Wort über einen Kausalzusammenhang zwischen gesellschaftlichen Aktivitäten und klimatischen Änderungen gesprochen, aber die Korrelation weckte immerhin so viel Misstrauen, dass einige Besorgnis als gerechtfertigt galt. Vor dem Hintergrund des Wissens über die Vergangenheit von Klima und Gesellschaft stellte die Klimaforschung die Frage, wie lange und unter welchen Bedingungen das Klima der Gesellschaft noch wohlgesonnen bleiben würde. So kam im Jahr 1977 die WMO zu dem Ergebnis, dass es zwar noch keine letztgültige Antwort dafür gebe, *ob* sich der Klimawandel bereits in globaler Dimension abzeichnet, die Frage jedoch falsch gestellt sei: »how long? that is the question« (Kellogg 1977: 5). Die folgenden Analysen knüpften an die Überlegung zur klimawissenschaftlichen Erkundung multipler Zukünfte, mit denen Kapitel 6.4 beendet ist, an und führen diese fort. Im Zentrum stehen die Versuche der Klimaforschung, gesellschaftliche Klimazukünfte auszuloten. Szenarien offenbarten erstmals, dass man soziale und klimatische Risiken unterscheiden müsste (7.3.1). Über die Modellierung gelangte die Klimaforschung zu einem Sonderfall von Szenarien: die Überschreitung von Grenzwerten, jenseits derer nicht gradueller sozialer Wandel wartete, sondern das Ende der Weltgesellschaft drohte (7.3.2–7.3.5). Um den weltgesellschaftlichen Fortbestand zu sichern, sei die Menschheit gut beraten, die Grenzen ihrer Klima-Nische nicht zu überreizen. Das Teilkapitel schließt mit einigen Vorbehalten gegen die Grenzwerttheorien, die zunehmend im wissenschaftlichen Klimadiskurs Eingang fanden (7.3.6).

7.3.1 Soziale und klimatische Risiken

Kapitel 6.4 ist zu dem Ergebnis gelangt, dass die Klimaforschung ihre Modelle nicht nur zu heuristischen, sondern auch und trotz einiger Bedenken zu prognostischen Zwecken zu nutzen begonnen hatte (Heymann & Hunebøl 2017). Seinen Ausdruck fand die Exploration der Zukunft in der Szenarienbildung und dem Modellvergleich. Anders als streng berechnende, deterministische Vorhersagen kamen diese Varianten der Zukunfterschließung ohne die exakte Vorausbestimmung der Zukunft aus und erhoben dennoch den Anspruch, eine Aussage – etwa über die Bandbreite, Größenordnung oder Effektstärke – über die Zukunft zu treffen. Modellvergleiche wurden beispielsweise in Sachstandsberichten (Study Group on Carbon Dioxide and Climate 1979), in Literaturübersichten (Marland & Rotty 1979) oder visuell aufbereitet (s.u. Abb. 13) vorgenommen. In einer Zusammenschau verschiedener Klimamodelle beklagte Schneider (1975) die »Carbon Dioxide-Climate Confusion« und nahm sich den zugrundeliegenden Differenzen an. Er betrachtete acht Studien, die sich der Frage widmeten, wie die globale Temperatur auf eine Verdopplung der CO₂-Konzentration reagieren würde. Abgesehen von einem Ausreißer, der 9,6 °C für eine Erhöhung des CO₂-Gehalts auf 600 ppm kalkulierte, lagen die meisten Modelle im Bereich von 0,7 bis 2,9 °C. Ein so großer Unsicherheitsbereich war für ihn alles andere als ein Grund zur Entwarnung. Besondere Besorgnis drückte er aus über ein »important and perplexing dilemma« (Schneider 1975: 2065). Einerseits habe man es mit »potential climatic risks« zu tun, die im Bereich »from negligible to extreme« (Schneider 1975: 2065) liegen. Andererseits seien auch die »social risks« (Schneider 1975: 2065) nicht zu leugnen, die mit einem Ausstieg aus der fossilen Energieerzeugung verbunden wären. Bedenke man, dass die Werte im oberen Bereich der Abschätzungen auch möglich wären, »perhaps society would be best to err conservatively in planning future fuel consumption patterns« (Schneider 1975: 2065).

Offensichtlich verfügten solche Modellvergleiche nur über einen geringen instruktiven Wert. Innerwissenschaftlich haben sie ohne Zweifel eine wichtige Bedeutung, da sie der Fehlersuche, Kanonisierung und Annahmenprüfung dienen. Aber darüber hinaus können sie allenfalls Orientierungs- und Richtwerte generieren. Dass dies nicht ausreichte, um die sozialen Risiken zu adressieren, die nun als Probleme eigener Art auftauchten, lässt sich daran ablesen, dass in den folgenden Jahren der Szenarienbildung ein zunehmend hoher Stellenwert zukommt. Angesichts der vielen »Wechselwirkungen zwischen Klima und Gesellschaft« nahm Wilfried Bach (1985: 165) an, dass die Entwicklung von Szenarien »umso dringlicher [ist], weil bei den langen Umstellungszeiten gesellschaftlicher Systeme (50 bis 100 Jahre) Entscheidungen von heute bereits Festlegungen für die ferne Zukunft bedeuten«. Die falschen

Entscheidungen auf Grundlage einer dünnen Informationslage und einer falschen Gelassenheit könnten die Gesellschaft auf einen Pfad führen, aus dem heraus sie zu lange bräuchte (Bach 1980: 4f.). Fred Singer, der sich später als ›Klimaleugner‹ einen Namen machte, schrieb, dass einerseits soziale Aktivitäten in so einer Geschwindigkeit auf das Klima wirken und für eine so lange Dauer anhalten können, dass das Klima an seine Grenzen gelange, das CO₂ aufzunehmen (Singer 1975a: VII). Andererseits können die ausgelösten Veränderungen im Klima sich demnach in einem so schnellen Tempo vollziehen, dass wiederum die »human society« (Singer 1975b: 5) an eine Grenze stoßen könnte, an der sie sich nicht auf die veränderten Gegebenheiten einstellen könne. Denn der Klimawandel war tückisch:

»Societies have had much experience in responding to short-term environmental catastrophes: events such as hurricanes, floods, droughts, volcanic eruptions, earthquakes and forest fires. The changes that may come as a result of an increased amount of carbon dioxide in the atmosphere, however, will not be events. They will be slow, pervasive environmental shifts. They will be imperceptible to most people from year to year because of the annual range of climatic variation.« (Revelle 1982: 43)

Die globale Erderwärmung, wie sie die Klimaforschung definiert, ist im besten Sinne des Wortes ein Wandel. Es handelt sich dabei um eine kontinuierliche Akkumulation von Gasen in der Atmosphäre, auf die in gleichermaßen inkrementeller Form eine graduelle Erhöhung der Temperatur folgt. Gleichwohl hätten die Veränderungen »major« und »grave consequences«, die »seriously disruptive« (Revelle 1982: 35, 40, 37) sein könnten. Es hänge sowohl von dem Tempo, mit der der Klimawandel sich entfaltet, als auch von der gesellschaftlichen Veränderungsgeschwindigkeit ab, wie dramatisch die klimatischen Auswirkungen auf die Gesellschaft letztlich ausfallen. Das Tückische am Klimawandel sei, dass er sich ebenso graduell wie disruptiv vollzieht, eben als »Katastrophe ohne Ereignis« (Horn 2020). Man müsse dem Klimawandel zuvorkommen. Mithilfe der Szenarien sollten die Dilemmata zwischen den sozialen und den klimatischen Risiken eingefangen werden.

In dieser Hinsicht hat sich in der zeitgenössischen Diskussion vor allem das IIASA hervorgetan, das mit dem Ziel, gesellschaftlich relevantes Wissen zu produzieren, Brücken zwischen Ost und West zu bauen und disziplinäre Grenzgänger zu rekrutieren, initiiert worden war (Coen 2021). Die Ölkrise, die mit der Gründung des IIASAs koinzidierte, machte die Energiesystemanalyse zu einem zentralen Forschungsschwerpunkt seiner Arbeit. Friedrich Niehaus, der über einen Dokortitel in Reaktortechnologie verfügte, und Jill Williams (später Jäger), promovierte Geografin und Klimatologin, zufolge musste ein Modell

sechs Sektoren berücksichtigen. Neben dem »raw material sector« und dem »environment sector« galt es auch, den »capital sector«, den »population sector« und die »interactions between investments, labor, and industrial production« in dem »industrial sector« (Niehaus & Williams 1979: 3124) zu modellieren. Im Ergebnis legten sie einen Aufsatz vor, der fünf Szenarien hinsichtlich des globalen Energiebedarfs, des Energiemixes und der Klimafolgen unterschied. Am Beispiel des »base case«-Szenarios illustrieren sie, wie man sich die Zukunft der Gesellschaft vorstellen könnte: Die Weltpopulation würde 2050 ihr Maximum mit 8 Milliarden Menschen erreichen, Umweltschutz wäre mit hohen Kosten verbunden, fossile Brennstoffe würden effizienter genutzt, Nuklearenergie würde deutlich ausgebaut, daraus resultiere ein weltweiter Energiekonsum von 65 Terrawatt und die globale Durchschnittstemperatur würde auf knapp unter 3 °C bis zum Ende des 21. Jahrhunderts steigen (Niehaus & Williams 1979: 3124, 3127). Insgesamt sei fast alles denkbar. Ihre Szenarien umfassten einen Energiebedarf zwischen 30 und 65 Terrawatt, einen Energiemix zwischen rein fossil und rein klimaneutral (inkl. Nuklearenergie) und einen Temperaturbereich zwischen 1 und 9 °C.

Im Jahr 1981 stellte eine Gruppe von Atmosphärenphysikern um James Hansen (1981) von der NASA ihre Berechnungen im *Science Magazine* vor. Anders als es Niehaus und Williams handhabten, zerlegten sie ihre Szenarien nicht in mehrere Grafiken, sondern führten sie zu einem übersichtlichen Bild zusammen, wie es heutzutage auch üblich ist (Abb. 12). Die Leistungsfähigkeit ihres Modells kündigten die Autoren reichlich selbstbewusst an (Heymann 2013: 216ff.). Da das Modell die Beobachtungsdaten inklusive der angenommenen Erderwärmung adäquat reproduzieren konnte, nahmen sie an, dass ein Großteil der vergangenen Temperaturvariabilität dem erhöhten CO₂-Ausstoß und vulkanischen Aktivitäten zuzurechnen ist. Wenn das Modell also die vergangene Temperaturveränderung korrekt abbilden könne, rechtfertigte das eine »improved confidence in the ability of models to predict future CO₂ climate effects« (Hansen et al. 1981: 964). Auf dieser Basis könne man bestimmen, wie das Klima auf das gesellschaftliche Treiben der Zukunft reagieren werde. Die Gesellschaft operationalisierten sie als Wachstum des Energiebedarfs und als Entscheidungen über die Anteile verschiedener Energieträger.

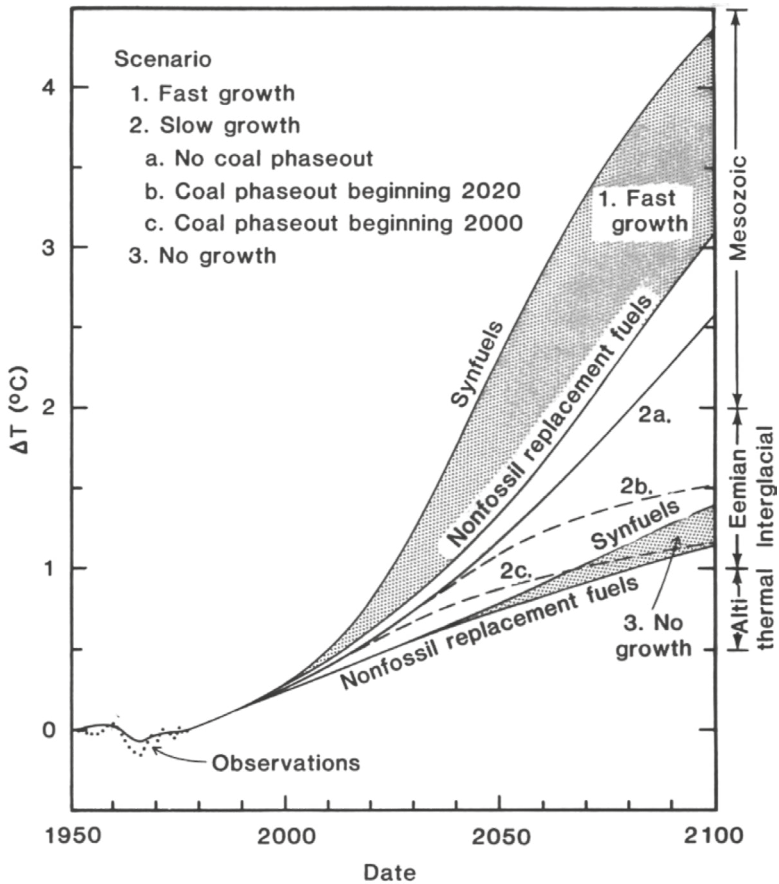


Abbildung 12: Gesellschaftliche Klimazukünfte zwischen rasantem Wachstum und NoGrowth

Aus: Hansen et al. 1981: 965

Aus der Grafik geht hervor, dass im kommenden Jahrzehnt über die Zukunft der Menschheit entschieden werden muss. Sieben Szenarien können ihr entnommen werden. Von einer Zukunft, die gekennzeichnet ist durch rasantes Wachstum mit einem hohen Anteil an fossilen Energien (sie nahmen an, dass Öl- und Gasquellen erschöpft sein könnten und ein Bedarf für aus Kohle gewonnenen, synthetischen Kraftstoffen steigen würde), über ein Szenario, das einen globalen Ausstieg aus den Fossilen im Jahr 2020 vorsieht, bis hin zu einer wachstumsfreien Zukunftsgesellschaft schien alles denkbar. In jedem Fall sei mit einer Erwärmung jedoch zu rechnen; je nach Szenario zwischen knapp über 1 °C und mehr als 4 °C bis zum Ende des 21. Jahrhunderts. Den Temperaturen werden

auf der rechten y-Achse entsprechende geologische Epochen zugeordnet, in die sich die Gesellschaft zurückkatapultieren könnte. Da damit zu rechnen sei, dass »[p]olitical and economic forces« (Hansen et al. 1981: 966) einen Umschwung in der Energiepolitik verhindern werden, solange sichtbare Effekte des Klimawandels nicht zu verzeichnen sind, schätzten sie die weitere Nutzung fossiler Energieträger bei gleichzeitiger Energieeinsparung und Entwicklung alternativer Methoden der Energiegewinnung als realistischere Option ein.

Dass es vermutlich für Jahre, vielleicht Jahrzehnte noch keine sichtbaren, geschweige denn dramatischen Auswirkungen geben würde, stellte sich den Klimaforschern als zentrales Problem dar, das es nicht zuletzt »unlikely« machte, wie Hansens (1981: 966) Forschungsgruppe schrieb, »that the CO₂ issue will have major impact on energy policies«. Die von der Klimaforschung entworfenen Szenarien waren vielleicht hilfreich, um sich verschiedene Strategien und Pfade vorzustellen, möglicherweise auch um erste Kosten/Nutzen-Abwägungen vorzunehmen. Einen großen Bedarf sah die Klimaforschung darüber hinaus in der Bestimmung eines Schwellen- oder Grenzwerts, der die Szenarien einteilte in »wünschenswerte« und »unerwünschte« Pfade. Der Generalsekretär der WMO erklärte in seiner Eröffnungsrede auf einer Tagung am IIASA die Suche nach solchen Werten zu »priority questions« (Bojkov 1978: 13). Auch Bach (1980: 4) sah die Entwicklung eines »broad systems approach [...] to help define some ›threshold‹ value of CO₂-induced climatic change beyond which there would likely be a major disruption of the economic, social and political fabric of certain societies« als wesentliche Aufgabe der Klimaforschung an. Ein solcher Grenzwert müsste zwischen den Klimaänderungen zu bestimmen sein, die auf der einen Seite »acceptable« wären und auf der anderen Seite »should be averted if possible« (Bach 1980: 4). Immerhin käme ein solcher Ansatz ohne sichtbare Effekte aus, d.h. ohne abwarten zu müssen, dass *das* (welches?) zu vermeidende Problem eingetreten und möglicherweise irreversibel geworden ist. Ein Grenzwert trüge auch den sozialen Risiken Rechnung, indem er ›noch‹-zulässige Handlungen von ›nicht-mehr‹-zumutbaren Auswirkungen unterscheidbar macht (vgl. Luhmann 1997). Das heißt auch, dass ein Grenzwert ein Höchstwert für zulässiges schädliches Verhalten ausweist, das er abgrenzt von einem hinnehmbaren Problem. Damit ist die Kernfrage bei der Bestimmung von Grenzwerten, ob Menschen, Atmosphäre und Klima, wie Ulrich Beck (1986: 85) zynisch ausdrückt, »ein *kleines* oder ein *großes* Bißchen Gift vertragen und ein *wie* großes Bißchen und was dabei ›vertragen‹ heißt«. ¹⁰

Ähnlich der Diskussion um die Schwelle zum vorindustriellen Zeitalter mit Bezug auf die Vergangenheit, war die Klimaforschung auch auf

10 Daran hat sich auch bis heute nichts geändert. Solche merkwürdigen Konstruktionen wie ›net zero‹ sind Ausdruck für die Kompromisse und die

der Suche nach einer Grenze in der Zukunft. Broecker (1975) stellte im *Science Magazine* die Frage: »Are we on the brink of a pronounced global warming?«. Für ihn war die Antwort recht eindeutig. Die Gesellschaft stehe nun am Rande eines Klimawandels, der sich in den nächsten Jahrzehnten in großer Geschwindigkeit vollziehen werde. Die »era of CO₂-induced warming« sei nun eingeläutet und die Gesellschaft sei gut beraten, sich auf einen »climatic surprise« (Broecker 1975: 463) einzustellen. Schon im Jahr 2000 sei eine Temperatur erreicht, die es in den vergangenen 1.000 Jahren nicht gegeben hatte.

Auch hier sieht man wieder, mit welchen Folgen die Umstellung des Klimakonzepts für die Generierung von Forschungsproblemen verbunden war. Solange Klima als geografisches Phänomen aufgefasst worden war, beschränkte sich der klimatologische Vergleich auf die Charakteristika, zwischen räumlich unterscheidbaren Klimata (Kap. 3). Mit dem Übergang zum temporalen Verständnis des Klimas verschob sich das Interesse auf die Differenzen zwischen klimatischen »Epochen«. Die Klima-Nische wurde eine temporale Größe. Mit Bezug auf die Zukunft markierte der Grenzwert einen Punkt, dessen Überschreitung die Grundlagen entzöge, auf denen die Moderne erbaut worden war. In den *Physikalischen Blättern* erläutert der Physiker Klaus Heinloth, was es für die Gesellschaft bedeuten könnte, wenn sie diese Grenzen übertreten würde: »Damit würde unwiderruflich eine *weltweite Klimakatastrophe* in Gang gesetzt, die mit hoher Wahrscheinlichkeit schon innerhalb von wenigen Jahrhunderten zur vollständigen Unbewohnbarkeit der Erde führen könnte« (Heinloth 1980: 316). Wie viele andere Klimaforscher dieser Zeit experimentierte er mit verschiedenen Grenzwerten, häufig in Kombination. Er vermutete, dass die Klimakatastrophe eintreten würde, wenn der atmosphärische CO₂-Gehalt doppelt so hoch wäre wie in der vorindustriellen Zeit, was bereits in 50 Jahren der Fall sein könnte, einer Temperaturerhöhung um 1,5 bis 3 °C entspräche und sehr viel schneller vonstattengehen könnte als die *vergangenen Klimaänderungen* »innerhalb der letzten zehntausend Jahre« (Heinloth 1980: 315). Zu heuristischen Zwecken, und um ihre Eigenarten herauszuarbeiten, sollen im Folgenden CO₂-Werte, Jahreswerte, Temperaturwerte und paläohistorische Werte als Grenzwerte analytisch unterschieden werden.

Willkür, um die keine Grenzwertbestimmung herkommt. Hinter diesen Begriffen verbergen sich sogenannte »schwer« und »unvermeidbare Restemissionen«, Technologien, die aus der Atmosphäre bereits freigesetztes CO₂ herausaugen, Bäume, die als »Kompensation« für klimaschädliches Verhalten gepflanzt werden, oder Temperaturziele, die kurzzeitig einen »overshoot« hinnehmen können; vgl. etwa Geden & Schenuit (2020); Lund et al. (2023).

7.3.2 CO₂-Werte

Ein Vorbild für die Bestimmung eines Grenzwerts war bereits in der Methode angelegt, die Arrhenius, Callendar, Manabe und nach ihnen viele andere, mit der CO₂-Frage befasste Forscher bemühten, um abzutasten, wie empfindlich das Klima gegenüber anthropogenen Einflüssen ist: die Berechnung der Verdopplung des CO₂-Gehalts in der Atmosphäre. Da die CO₂-Verdopplung bereits an mehreren Stellen Thema war, soll die Rechenmethode in aller Kürze nur in Erinnerung gerufen und in den Kontext der Diskussion um Grenzwerte gestellt werden. Seine Aussagekraft gewinnt der Verdopplungswert durch den Vergleich. Wenn von ›Verdopplung‹ die Rede war, war damit stets ein Vergleich zwischen dem Klima der vorindustriellen Zeit und einem drastisch anthropogen veränderten Klima gemeint. Der Verdopplungswert wurde zu einem Grenzwert, indem die Klimaforschung den *hypothetischen* atmosphärischen CO₂-Gehalt, der sich bei einer Verdopplung der vorindustriellen CO₂-Konzentration ergeben würde, in einen *prognostischen* Wert übersetzte (vgl. Heymann & Hundebøl 2017). Häufig konnte daraus ein Temperaturwert abgeleitet werden.

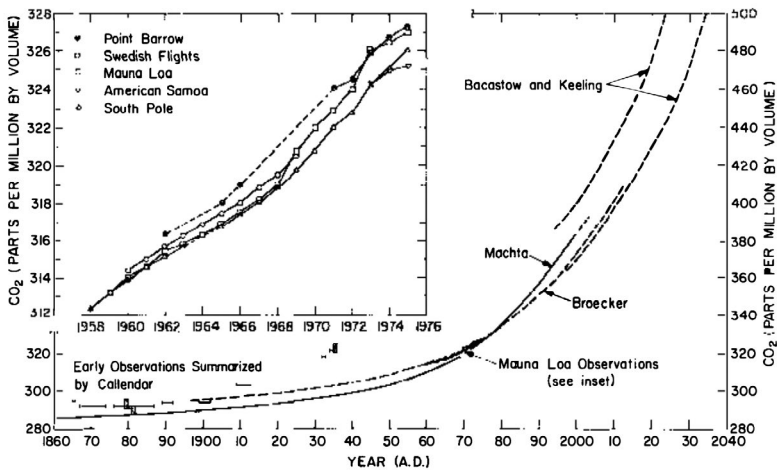


Abbildung 13: Geburten und Grenzen der Gesellschaft (290–500 ppm)

Aus: Kellogg 1979a: 76

In Abbildung 13 findet sich dagegen eine bemerkenswert anders gelagerte Vorgehensweise. An ihr kann abgelesen werden, wie die Klimaforschung aus dem Verdopplungswert auch einen Grenzwert machen konnte. Hatte die Gesellschaft demnach bislang das Klima in nur geringfügiger Weise modifiziert, markierte ein doppelt so hoher CO₂-Gehalt

in der Atmosphäre die Grenze zwischen der modernen Gesellschaft und dem, was immer danach kommt: »[D]ie Temperaturen laufen aus dem Ruder« (Schneider 2009: 53 mit Blick auf die sog. ›Hockeyschläger-Grafik‹). Sie endet, noch bevor die doppelte Menge CO_2 – laut Aufsatz 580 ppm – in der Atmosphäre erreicht ist. Statt lediglich das Ende – die Verdopplung und Überschreitung der Grenze – auszuweisen, rekonstruiert die Grafik die klimahistorische Vergangenheit der Gesellschaft und extrapoliert sie bis zu dem Punkt in die Zukunft, hinter dem jene, nicht aus der Vergangenheit ableitbare Zukunft wartet. Sie bedient sich einer ›Erzählstrategie‹, bei der die Vergangenheit, die Gegenwart und die Zukunft zu einem ›plot‹ verkettet werden (vgl. Fuchs 2023: 276f.), in dem die Gesellschaft die Hauptrolle spielt: Sie steuert geradewegs auf ihr Ende zu.

Eine ebenfalls einfallsreiche Idee diskutierten die Physiker Ulrich Siegenthaler und Hans Oeschger (1978). Statt die Verdopplung zu berechnen, wählten sie »arbitrarily« (Siegenthaler & Oeschger 1978: 394) die Hälfte des vorindustriellen CO_2 -Gehalts als Obergrenze, über die hinaus keine Emissionen mehr ausgestoßen werden dürfen. »We do not know such a threshold level at present; let us assume that it would be 50 percent above the preindustrial concentration« (Siegenthaler & Oeschger 1978: 393), gestanden sie ein. Wichtiger, als eine physikalisch gebotene Grenze festzulegen, war ihnen für das Grenzwerte-Konzept zu werben. Das gewählte Grenzwerte-Szenario bot ihnen zufolge den Vorteil, dass die Verbrennung einer gewissen Menge fossiler Brennstoffe noch bis zum Beginn des 21. Jahrhunderts »tolerable« (Siegenthaler & Oeschger 1978: 394) sei und dadurch Zeit erkaufte werde, um anschließend auf alternative Energiequellen auszuweichen.

7.3.3 Jahreswerte

Auf Basis der Berechnungen zur Verdopplung wurden in den 1970ern noch relativ formlose Ableitungen vorgenommen. So wurden bestimmte Vorzeichen einer umso dramatischeren Klimaänderung auf die naheende Jahrtausendwende datiert; sie verliehen dem Verdopplungswert den Ausdruck, eine magische Obergrenze darzustellen (bereits kritisch dazu Perry 1981: 223). Schon im Jahr 2040 könne eine CO_2 -Konzentration von 600 ppm erreicht sein, die mit einer Erhöhung der Temperatur um 2° bis 3 °C verbunden wäre (Schneider & Dennett 1975: 70). Die Gesellschaft wäre also gut beraten, sich auf einen »dramatic change« vorzubereiten, den sie bei einer Verdopplung am oberen Ende der Abschätzungen erwarten müsste, so Schneider (1975: 2065), *wenn schon im Jahr 2000* mit einer »seriousness of potential climatic risks« zu rechnen wäre. Denn bereits um die Jahrtausendwende seien die Veränderungen des Klimas so ausgeprägt, dass sie sich sowohl auf regionaler Ebene abzeichnen als

auch global der Größenordnung natürlicher Klimavariabilität entsprechen (Schneider & Dennett 1975: 72).

Noch weiter ging der Glaziologe John Mercer (1978). Er gilt als Vordenker einer Theorie abrupter Klimaänderungen (Rahmstorf & Schellnhuber 2018: 60; ausführlicher Kap. 7.3.5). Er bezifferte den Anstieg des CO₂-Gehalts nicht nur mit einem groben Jahreswert, sondern knüpfte ihn auch an einen realweltlichen Mechanismus. Sofern die Verbrennung von fossilen Energieträgern weiterhin in dem gegenwärtigen Tempo steige, schrieb Mercer (1978: 321) in der *Nature*, sei bereits in den *nächsten 50 Jahren* der Punkt erreicht, an dem doppelt so viel CO₂ in der Atmosphäre sei, womit auch eine Grenze erreicht sei, an der die Westantarktis schmelze und aus der ein »major disaster«, die beschleunigte Erhöhung des Meeresspiegels um fünf Meter, resultiere. Er resümierte:

»A disquieting thought is that if the present highly simplified climatic models are even approximately correct, this deglaciation may be part of the price that must be paid in order to buy enough time for industrial civilization to make the changeover from fossil fuels to other sources of energy.« (Mercer 1978: 325)

Die erkaufte Zeit ginge allerdings auf Kosten von küstennahen Städten, Bundesstaaten wie Florida und ganzen Nationalstaaten wie den Niederlanden, deren Bevölkerung eine Umsiedlung bevorstehe. Und dies sei erst der Anfang. Bei dem Schmelzen der Arktis in 50 Jahren handele es sich bloß um den »first disastrous result« (Mercer 1978: 325), den die Verbrennung von fossilen Energieträgern zeitige.

Wo Mercer bloß den Verdacht andeutete, dass die Gesellschaft nicht rechtzeitig Maßnahmen ergreifen würde, versuchten andere über den Daumen zu rechnen, unter welchen Bedingungen wie lange die Überschreitung der Grenzwerte verzögert werden könnte. Ein umfassender Sachstandsbericht der *National Academy of Sciences* unter der Leitung einer der ersten Wettermodellierer, Jule Charney (vgl. Kap. 6.4), der die verfügbaren Ergebnisse einer Reihe von Klimamodellen evaluieren sollte, kam, ähnlich wie Mercer, zu dem Ergebnis, dass bereits 2030 die Verdopplung erreicht sei. Reduzierte sich der Wachstumstrend von vier auf zwei Prozent könne die Überschreitung des Grenzwerts um 15 bis 20 Jahre verzögert werden (Study Group on Carbon Dioxide and Climate 1979: 6). In dieser Perspektive schien es unausweichlich, dass sich das Schlimmste nicht aufhalten ließe; die Frage war lediglich, wann es so weit sein wird. Im Anschluss an den russischen Klimaforscher Michail Budyko sah Flohn das Schicksal der Menschheit ebenso besiegelt. Bereits zwischen 2040 und 2075 sei ein »extreme change« (Flohn 1978: 236) im Bereich des Realistischen. Zu solchen extremen Verschiebungen zählte er das 2,3 Millionen Jahre zurückliegende Abschmelzen des

arktischen Treibeises. Diese Entwicklung könne man allenfalls auf das 22. Jahrhundert hinauszögern und dies auch nur, wenn die gegenwärtigen Wachstumsraten deutlich sinken würden.

7.3.4 Temperaturwerte

Die Orientierung am CO_2 -Verdopplungswert habe entscheidende Nachteile, befand ein Bericht der US-amerikanischen Umweltschutzbehörde. Mit Blick auf die Frage »Can We Delay Greenhouse Warming?« schlug er einen anderen Wert als Grenze vor: einen Temperaturwert. Die CO_2 -Verdopplung zu berechnen, sei zwar eine »convenient convention for analysts«, aber ein »more meaningful measure« (Seidel & Keyes 1983: 18) für den Klimawandel sei die globale Durchschnittstemperatur. Temperaturwerte seien unter anderem deswegen vorzuziehen, weil sie den Treibhauseffekt anderer Gase zu berücksichtigen erlauben. Der Bericht hatte einen wichtigen Punkt getroffen. Erst spät wurde die Klimawandelfrage über das CO_2 -Problem hinaus in einem allgemeineren Untersuchungsrahmen adressiert. Die anderen Varianten der Bestimmung von Grenzwerten kommunizierten zwar häufig erwartbare Temperaturen mit, wenn sie die Verdopplung berechneten oder Jahreswerte auswiesen. Aber sie *unterschätzten* das Problem. Solange der Klimawandel lediglich als » CO_2 -Problem« diskutiert wurde, fielen die anderen Treibhausgase und damit zahlreiche weitere gesellschaftliche Aktivitäten – man denke nur an Methan – aus dem Untersuchungsraaster. Die Grenzwerte waren möglicherweise zu konservativ bestimmt. Erst 1985 legte eine Forschungsgruppe um den Klimamodellierer Veerabhadran Ramanathan eine Pionierarbeit vor. Die umfangreiche und vielbeachtete Untersuchung analysierte den Einfluss von rund 30 klimarelevanten Verdachtsfällen. Sie ergab, dass der Effekt dieser Gase »as important as that of CO_2 « (Ramanathan et al. 1985: 5562) sei; im Schnitt verstärkten sie die Erderwärmung um einen Faktor von 2,1. Mit diesem noch unklaren, aber sich allmählich erhärtenden Verdacht (Weart 2008: 122ff.) vor Augen legte der Bericht der US-amerikanischen Umweltbehörde anstelle eines CO_2 - oder Jahreswerts einen Temperaturwert fest. Ihm schwebte – wie sollte es anders sein – die Erhöhung der globalen Durchschnittstemperatur um 2 °C vor.¹¹ Eine Erwärmung um 2 °C sei

11 Von dort aus legte die 2 °C Grenze eine erstaunliche Karriere hin. Sie wurde Mitte der 1990er Jahre als erstrebenswertes Ziel im unteren Bereich der Weltklimarat-Szenarien von der EU befürwortet, 2005 nochmals bestätigt, 2009 auf der UN-Klimakonferenz in Kopenhagen als wissenschaftlich basierte Grenze anerkannt und 2015 mehr oder weniger durch die in dem Pariser Abkommen festgeschriebene Ambition, die Temperaturerhöhung auf

demnach »significantly beyond historical change« und sie sei eine, die »guaranteed to produce substantial climatic consequences« (Seidel & Keyes 1983: 16f.). Genau solche Temperaturverschiebungen haben dem Bericht zufolge nämlich zu deutlichen Klimaänderungen in der Vergangenheit geführt, die sich bei weitem aber nicht in der Geschwindigkeit vollzogen hätten, die derzeit zu verzeichnen und in der Zukunft zu erwarten sei (Seidel & Keyes 1983: 5).

7.3.5 Paläohistorische Werte

Mit dem Verweis auf die Vergangenheit bezog sich der Bericht der Umweltbehörde wie viele andere Grenzwerttheoretiker, die bislang zu Wort kamen und die die erwartbare Erderwärmung mit den Tausenden oder Millionen von Jahren zurückliegenden Klimaverhältnissen verglichen, auf die Erkenntnisse, die Forschungsfelder wie die Paläoozeanografie (Rosol 2015), die Vulkanologie (Dörries 2015), die Palynologie (Pollenanalyse) oder die Glaziologie (Sörlin & Isberg 2021) in der jüngeren Zeit gewonnen hatten und nun ins Zentrum der Klimaforschung rückten. Diese paläoklimatologischen Forschungsgebiete lenkten die Aufmerksamkeit auf die Vergangenheit des Klimasystems und, im Unterschied zur ›Atmosphären-orientierten‹ Praxis, auf die Daten, die sich unter der Erde verbargen. Wenn die moderne Klimatologie einen wesentlichen Teil ihres dynamischen Klimabegriffs der »Eroberung der *dritten Dimension*« (Flohn 1951: 210), der höheren Luftschichten, zu verdanken hatte, entsprachen die Beiträge der Paläoklimatologie und ihr Impetus, einen zweiten Blick in die Vertikale zu wagen, in den Worten der Wissenschaftshistorikerin Dania Achermann (2020), einer »second discovery of the third dimension« in der Klimaforschung. Sie begriffen Gesteine, Fossilien, Korallen, Eismassen und Pollen als »natürliche Archive«, aus denen sich Proxydaten generieren lassen, die Aufschluss über die Vergangenheit des Klimas geben. Indem sie die Klimaforschung über die Beobachtungsdaten hinaus mit weiteren Informationen über die Vergangenheit der Erde versorgten, machten sie aus der Klimaforschung eine »heterogeneous archaeology« (Jasanoff & Wynne 1998: 34) – ein Forschungsfeld, das mit vielfältigen, zum Teil disparaten Daten die Vergangenheit zu erschließen versucht. Die Paläoklimatologie sorgte dafür, dass die Vergangenheit in einem neuen Licht erschien: »The Earth's past in the 1980s had become quite different from its past in the early 1960s« (Dörries 2015: 27).

Hatte die Entdeckung globaler Zusammenhänge in der Atmosphäre bereits die Klimatologie zu einer Verzeitlichung des Raumes und zur

1,5 °C zu begrenzen, abgelöst; ausführlich zur Geschichte Randalls (2010); Guillemot (2017b); Cointe & Guillemot (2023).

Entwicklung eines neuen Klimabegriffs bewegt, so gab die *Vertiefenzeitlichung des Raumes* aus mindestens zwei Gründen Anlass zur Sorge. Erstens offenbarten die Paläo-Daten, dass die Klimageschichte schnelle, abrupte und disruptive Änderungen kannte (Weart 2003). Das Klima war demnach alles andere als ein träges System, das sich nur graduell verändert. Die Proxys zeigten, dass bereits innerhalb von wenigen Jahrzehnten drastische Umbrüche möglich waren. Zum anderen trugen sie deutlich zur Erweiterung der Zeitskala bei, auf der man die Klimageschichte betrachten konnte (Achermann 2020). Dadurch konnten in der Vergangenheit ›natürliche Analogien‹ für die erwartbare Weltveränderung gesucht werden (vgl. Skrydstrup 2017).¹² Wenn man in der Zusammenschau der verschiedenen Daten ermitteln konnte, welche Temperatur einen bestimmten Zeitabschnitt dominiert hatte, welche Vegetation begünstigt oder behindert worden war und unter welchen Klimabedingungen Leben oder Tod geherrscht hatten, dann konnte man erahnen, welche Gestalt das zukünftige Klima annehmen und mit welchen Konsequenzen es verbunden sein könnte. Zusammengenommen korrigierten die Paläo-daten eine Fehlannahme, die in vielen Modellen zu stecken schien. Demnach war im Unterschied zu den historischen Daten das simulierte Klima »unrealistically stable« und viele Modelle trugen nicht der Tatsache Rechnung, dass das Klima durch die Eigenschaft charakterisiert sei, »[to] spontaneously jump to an alternate state« (Kellogg 1977: 4).

Vor diesem Hintergrund gewann die Annahme, dass es Grenzwerte im Klimasystem gebe, die zu jenen abrupten Änderungen führen könnten, an Bedeutung (Russill 2015). Anfang der 1980er schien es nur »few climatologists« zu geben, die noch davon ausgingen, dass sich die Klimaänderungen graduell und nicht in »shifts« (Kellogg & Schwart 1982: 1077) vollziehen. Die Klimaforschung tastete die Vergangenheit nach Blaupausen für die erwartbare Zukunft ab und versuchte die Bedingungen zu identifizieren, unter denen ihre ›Wiederkehr‹ möglich wäre. Damit informierte die Klimahistorie die Vorstellungen der Klimaforschung über die gesellschaftlichen Zukünfte. Sie wurde herangezogen, um Grenzwerte abzuleiten, die Phasen der Lebenstauglichkeit und Lebensfeindlichkeit

- 12 Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass neben erdgeschichtlichen Analogien und ›erfundenen‹ Planeten (vgl. etwa Popp et al. 2016) auch real existierende Planeten zum Vergleich herangezogen werden können. So publizierten Rasool und de Bergh bereits 1970 einen Artikel, in dem sie kalku-lierten, unter welchen Bedingungen ein sogenannter ›runaway greenhouse effect‹ auf der Erde aufgetreten wäre, der ein Klima auf der Erde geschaffen hätte, das demjenigen der Venus gleicht. Demnach bewahrten 6–10 Millionen Kilometer Entfernung von der Sonne die Erde vor diesem Schicksal (was anscheinend weit genug ist, um im Teaser von Meilen und im Haupttext von Kilometern zu sprechen, also davon auszugehen, dass die eine Meile mehr oder der andere Kilometer weniger auch keinen Unterschied macht).

gegeneinander abgrenzten. Solche natürlichen Analogien wurden vielfach mobilisiert, wenn etwa Kellogg (1979b: 7) befand, dass bereits zur Jahrtausendwende eine Temperatur erreicht sein werde, die in den vergangenen 1.000 Jahren nicht überschritten worden war, sofern sich der Klimawandel weiterhin fortsetze, oder wenn Hansens (1981) Forschungsgruppe ihre Szenarienvisualisierung mit einer zweiten y-Achse versah, die den Temperaturen korrespondierende geologische Epochen gegenüberstellte (vgl. oben Abb. 12). Nicht ohne Kritik nach sich zu ziehen (Rasool 1983), sagten sie eine Erwärmung von 2,5 °C und den Übertritt in das Mesozoikum, dem »age of dinosaurs« (Hansen et al. 1981: 966), voraus.

Auch Flohn ist als Vertreter dieses Ansatzes in Erscheinung getreten. In seinem Vortrag auf einer IIASA-Tagung leitete er eine Reihe von »threshold values [...] during some characteristic paleoclimatic stages« (Flohn 1978: 234) ab. Da wären etwa die Warmphasen des Frühmittelalters vor etwa 1.000 Jahren, des Holozäns (6.500–5.500 v. Chr.) oder des Eem-Interglazials, dessen Beginn rund 123.000 Jahre zurückliege. Den geologischen Phasen entsprechen Temperaturgrenzen von 1 °C, 1,5 °C bzw. 2,5 °C. Für Flohn stellte sich nun die Frage, wann die Gesellschaft diese Temperaturgrenzen überschreiten wird. Da man die »developments and decisions in the fields of economics and politics« (Flohn 1978: 234) nicht vorhersehen könne, bleibe nur die Möglichkeit, anhand aktueller und erwartbarer Trends die zeitlichen Schwellenbereiche abzuschätzen, die die Überschreitung der Temperaturgrenzen markieren. Demnach werde in einem »utterly unrealistic« (Flohn 1978: 235) Szenario der Wachstumsentschleunigung die erste Temperaturgrenze zwischen 2010 und 2040 gerissen. Erst in dieser Phase werde die Klimaänderung merklich wahrnehmbar. Angenommen, das Wachstum setze sich mit der damals aktuellen Rate von vier Prozent fort, dann herrsche zwischen 2005 und 2015 das Klima des sogenannten Temperaturoptimums während des Holozäns. Damit sei bereits zwischen 2020 und 2030 mit einer Erwärmung von 2,5 °C und der Überschreitung der »warmest period in climatic history« (Flohn 1978: 235) zu rechnen. Ehe sich die Gesellschaft versehe, finde sie sich in der Epoche wieder, »als die ersten Hominiden in den Savannen Ostafrikas gerade den Gebrauch von Steinen als Waffe und Handwerkszeug lernten« (Flohn 1979: 330).

An anderer Stelle charakterisierte Flohn den Stellenwert der historischen Klimagrenzen für die Zukunftsentwürfe der Klimaforschung und präziserte, mit welchen Folgen deren Überschreitung verbunden wäre. Sie können »in erster Näherung und cum grano salis als *Analogfälle*, als *Szenarien* herangezogen werden« (Flohn 1980: 14). Schon die Warmzeit während des Frühmittelalters mit einem zusätzlichen Grad Erwärmung sei durch »häufig warme Dürresommer« geprägt gewesen, die Warmphase des Holozän sei »fast überall wärmer und feuchter als heute, selbst

in der Sahara« (Flohn 1980: 15) gewesen. Neben Hitze und Feuchtigkeit sei das Eem-Interglazial vor allem durch einen wesentlich höheren Meeresspiegel charakterisiert gewesen, der in einem oder zwei Jahrhunderten zu einer realen Gefahr werden könne. Zudem habe dieses Klima den Fortbestand von Tierarten begünstigt, die man dort heute nicht erwarten würde, so etwa Löwen, Nilpferde und Elefanten im heutigen London. Setze sich die Erderwärmung ungebrems fort, stünde die Versorgung der »Erdbevölkerung« auf dem Spiel: »Wenn wir das Klima wenigstens *einigermaßen stabil* halten wollen, dann darf der CO_2 -Gehalt nicht über 400–450 ppm hinaus steigen« (Flohn 1980: 17), was in etwa der CO_2 -Konzentration und den Temperaturen des Frühmittelalters entspreche und das von ihm als unrealistisch verworfene Szenario erfordern würde.

Eine deutliche Beliebtheit erreichte die Theorie abrupter Klimaänderungen spätestens, als der IIASA-Mitarbeiter und Ökologe Clark (1986) auf einer Konferenz der WMO über die »practical implications of the greenhouse question« referierte (vgl. auch Kap. 7.1.2). Als zentrales Problem der bisherigen Debatte erachtete er, dass der Klimawandel bislang wissenschaftlich stimulierend wirkte, für die außerwissenschaftliche Öffentlichkeit sich aber nach wie vor die Frage stellte: »So what?« (Clark 1986: 24). Dass bisher nicht erkannt werde, dass der Klimawandel auch von gesellschaftlicher Relevanz sei, hänge nicht zuletzt mit einem verfehlten Dualismus zusammen, der die Debatte prägte: der Unterscheidung von langsamem Wandel und kurzfristigen Extremereignissen. Er plädiert dafür, diesen Dualismus aufzulösen, da sie in Wirklichkeit in einem engen Zusammenhang stehen. Wenn sich das Klima durch den anthropogenen Einfluss langsam verändere, verändere sich mit ihm auch die zeitliche und räumliche Verteilung von Extremwetterereignissen. Das Problem dabei sei jedoch, dass sich die Verschiebung nicht linear oder graduell vollziehe, sondern, dass schon geringste Veränderungen des Mittelwertes (Klima) mit großen Sprüngen in der Häufigkeitsverteilung (Wetter) verbunden sein können, wenn die Veränderungen einen bestimmten Grenzwert überschreiten. Die Folge wäre, dass »nonlinear social, ecological, and physical systems« (Clark 1986: 28) ihren gesamten Zustand verändern. Wenn beispielsweise ein Landwirt lange von einer schleichenden Klimaverschlechterung geplagt würde, dann werde eines Tages der Punkt erreicht sein, da er sein Feld nicht mehr bestellen kann, und auch

»a return of several years of unusually good weather would not bring the land back under cultivation, even though the biological capacity for production had been restored. What had not been restored was the stock of labor, capital and social structure necessary to sustain farming in the area. These could be destroyed by a few years of bad weather, but only restored through a much longer run of good weather.« (Clark 1986: 28)

In der Diskussion um Grenzwerte – sei es in Form von CO_2 -, Jahres-, Temperatur- oder paläohistorischen Werten – war diese Perspektive schon angelegt, aber Clark (1986: 27) stellte dieses »only implicit« behandelte Problem in den Vordergrund: dass die Überschreitung klimatischer Grenzwerte auch den Fortbestand der Gesellschaft infrage stelle. Es war also auch eine Frage, ob und wie lange die Gesellschaft mit den Veränderungen »mithalten« kann und ob und wann sie an eine Grenze gelangen könnte, die sie aus ihrer Bestandsgrundlage herausreißen würde. Grenzwerte bildeten ein zentrales Verfahren der *Relationierung gesellschaftlicher und klimatischer Zeit*. Zu dem Versuch der Kolonialisierung der Vergangenheit, die ihren Anfang in der Verflechtung von Klima- und Gesellschaftsgeschichte nahm, trat mit der Klimamodellierung im Allgemeinen und den Grenzwerttheorien im Besonderen der Versuch der Kolonialisierung der Zukunft.

7.3.6 Grenzwertle?

Dass sich ein solcher Absolutheitsanspruch – zugespitzt: Die gesamte Weltbevölkerung wird vernichtet, wenn der atmosphärische CO_2 -Gehalt um ein weiteres Molekül steigt, wenn das Jahr 2030 erreicht ist, wenn die Temperatur sich um 2 °C erhöht hat, wenn die Klimaverhältnisse denen des Dinosaurierzeitalters gleichen – Gegenwind einhandeln würde, war absehbar. Zwar war kommuniziert worden, dass früher oder später jede Weltregion betroffen sein werde und dass jede Nation ihr Übriges zum Fortgang des Klimawandels tue. Aber wann war »früher oder später« und vor allem: für wen? Die Grenzwerttheorien provozierten nochmals Erwägungen, die in den gleichen, teilweise denselben Begriffen der Grenzwerttheorien formuliert wurden. Die Annahme, dass die sozialen Grenzen mit einer singulären, sich zeitlich verschiebenden klimatischen Grenze zusammenfielen, war anfechtbar. Sie bot einen Anlass, Bedenken zu äußern. Es ging nicht um die Infragestellung des gesamten Klimawandels, sondern um die Frage, ob die Grenzwerte für alle galten; ob es einen Grenzwert oder mehrere Grenzwerte gab.

Konnte man so pauschal von einem globalen CO_2 -Wert oder von einer globalen Temperaturgrenze sprechen, deren Risiko für die »industrial civilization« (Mercer 1978: 325), die »human society« (Singer 1975b: 5) oder die »Erdbevölkerung« (Flohn 1980: 17), in eine vergangene Klimaepoche zurückzufallen, höher einzuschätzen ist als die sozialen Risiken, die mit einer globalen Umstellung der Produktions-, Konsumptions- und Reproduktionsprozesse verbunden wären? Wie lässt sich eine klimatisch risikoreiche »wait and see« attitude« einerseits und ein sozial risikoreiches »acting impulsively« (Seidel & Keyes 1983: I) andererseits balancieren? Der Verdacht, dass sich der Klimawandel regional

in unterschiedlicher Geschwindigkeit auswirkte, warf ökonomische und politische Fragen auf. Ab wann war ein Punkt erreicht, an dem für »mankind as a whole« (Kellogg 1979a: 88) und nicht nur für wenige Weltregionen ein Klimawandel in der Summe nicht »acceptable« wäre? Und wie viel CO₂ konnte noch ausgestoßen werden, bevor die Überschreitung eines »temperature threshold« zu befürchten wäre, bei dem es global gesehen zu Veränderungen käme, die man als »significant« (Bojkov 1978: 13) bezeichnen könnte? Wenn man rechnen müsste mit einer »climate catastrophe«, how much time does the world have to readjust from a policy of heavy dependence on coal« (U.S. House of Representatives 1978: 470)? Gibt es eine Wachstumsgeschwindigkeit, die die Erwärmung so weit in die Länge ziehen könnte, dass die Temperaturveränderung als »tolerable« (Bach 1980: 3) empfunden werden könnte? Schneider und Dennett (1975: 72) verorteten »significant and perhaps unacceptably large climatic modifications« um das Jahr 2000, wenn der Klimawandel eine globale Dimension auf dem Niveau natürlicher Klimavariabilität erreicht haben werde. Daraus leiten sie ab, dass die Weltgesellschaft als Ganzes an eine klimatische Grenze stoßen könnte, die einen natürlichen Riegel vor dem weiter steigenden Energiebedarf schiebe. Bevor so ein »inacceptable« Klima erreicht werde, solle man die Energieversorgung in energieärmeren Regionen auf »acceptable« levels« (Schneider & Dennett 1975: 72) anheben und gleichzeitig den Energieverbrauch auf globaler Ebene begrenzen.

Schließlich warf der Klimawandel auch die Frage auf, ob er nur mit negativen Konsequenzen verbunden ist oder ob einige Erdregionen von den Veränderungen profitieren könnten. Gab es gar Grenzwerte, die eine positive Zukunft versprachen? Ein Sachstandsbericht changierte zwischen der Frage, wie man sich »unacceptable« climatic consequences« (Mitchell 1977: 58) vorzustellen habe, und der Frage, unter welchen Bedingungen man ein »optimum global climate« (Abelson & Malone 1977: IX) erreiche. Denkbar sei aber auch, so die WMO, dass es »from the point of view of mankind« zu einem »arbitrary« Rollenwechsel zwischen »winners« und »losers« (White 1979: 6) kommen könne. In diesem Fall könne es »regardless of the total impact on humanity« dazu kommen, so die Energieforscher Gregg Marland und Ralph Rotty (1978: 28), dass diejenigen, die vom Klimawandel am meisten betroffen sind, zugleich diejenigen sind, die über den Großteil der fossilen Ressourcenvorkommen verfügen. Dies aber bedeute, dass Länder wie die USA, die Sowjetunion und China gar nicht auf ein globales Abkommen angewiesen wären. Falls der Klimawandel zu ihrem Nachteil ausfiele, »these three countries may be able to manipulate world coal markets according to their perceptions of the danger to their particular interests« (Marland & Rotty 1978: 28). Gegen die Annahme, dass man schon zur rechten Zeit den Klimaänderungen Maßnahmen werde entgegensetzen können

und sich nicht aus falscher Vorsicht frühzeitig zu einem ›Verlierer‹ machen sollte, formulierte John Perry vom US-amerikanischen *Climate Research Board* einen bemerkenswerten Einwand. Sein Kalkül basierte aber nicht auf der Sorge vor der Überschreitung der Grenze, ab der der Klimawandel reale Effekte zeitigte. Vielmehr bestehe das Risiko, dass »poor countries« die »world's rich« für »bad weather« (Perry 1981: 224) verantwortlich machen und Ansprüche geltend machen könnten, und zwar möglicherweise schon bald:

»*Within this decade, some climate-beset and energy-poor nation, backed by scientifically plausible inference and with perfect sincerity, may well be exerting every conceivable pressure to secure compensation – perhaps in the form of energy supplies – for alleged significant and permanent damage to its climate and thus to its national welfare.*« (Perry 1981: 224)

Die Suche nach einem Grenzwert wurde also auch durch Bedenken begleitet, inwiefern er sich denn tatsächlich an der physikalischen Realität bemisst und ob er sich möglicherweise gar nicht allgemeingültig beziffern lässt. Perry brachte das Problem auf den Punkt: »Physically, a doubling of carbon dioxide is no magic threshold« (Perry 1981: 223). Rückblickend betrachtet hatte die Diskussion um Grenzwerte mittelfristig zur Folge, dass sie dazu einlud, die bisherige Arbeit an der Konstruktion der Weltgesellschaft zu dekonstruieren. Weil die Grenzwerte aus dem dringenden Bedarf an ›instruktiven‹ Zahlen heraus entstanden waren, provozierte gerade die Kombination aus wissenschaftlich informierter Berechnung und arbiträrer Begrenzung – sprich: die »informierte Willkür« (Luhmann 1986: 135) der Grenzwerte – Einwände und Gegenfragen, sei es nach den nationalökonomischen und -politischen Implikationen, der Allgemeingültigkeit oder nach alternativen Kennwerten. Solche Rückfragen fanden unter einigen Klimaforschern und zunehmend auch unter Ökonomen Verbreitung (so bereits Nordhaus 1977; für eine Übersicht siehe Randalls 2011).

Trotz dieser Vorbehalte setzte sich die Idee, dass man das globale Klima zugunsten der Menschheit ›stabilisieren‹ und die globalen CO₂-Emissionen ›budgetieren‹ müsse, spätestens in den 1980er Jahren durch (Boykoff et al. 2010: 58ff.; Lahn 2020). Auch in den 1970ern scheint mir das in Anbetracht der vielen, überwiegend affirmativen Beiträge zur Grenzwerte-Diskussion der überwältigende Tenor innerhalb der Klimaforschung zu sein. Es sollte noch einige Jahrzehnte dauern, bis die Klimaforschung auch in anderen gesellschaftlichen Bereichen, allen voran in der Politik und der Wirtschaft, die Zweifel aus dem Weg geräumt hat. Aber deutlich wurde auch, dass mit solch einem Ansatz, der, um es nochmal mit Beck (1986: 86) auszudrücken, nur das »*zu-lässige Maß der Vergiftung*« bestimmte, nicht aber die »*Verhinderung* der Vergiftung« anstrebte – und allen beteiligten Parteien war bewusst,

dass mehr nicht zu erwarten war –, das Klimaproblem nicht einfach zu lösen war. Oder umgekehrt: War das Klimaproblem ein Problem, das nur auf diese Weise und wenn überhaupt nur besser oder schlechter zu behandeln war? War das Klimaproblem, wie man heute zu sagen pflegt, ein *wicked problem*?

So jedenfalls ließen sich die Ausführungen des Grenzwert-Theoretikers Clark darüber deuten, mit welcher Art von Problem man es eigentlich zu tun habe. Das Problem der globalen Erwärmung sei ein Problem vom Typ, das im Allgemeinen mit dem bestimmten Artikel ›the‹ versehen werde. Bei solchen Problemen habe man es mit »multifaced, complex Problems« zu tun, auf die der Begriff »messes« (Clark 1986: 25) am ehesten zutrefte. Wie andere Probleme dieses Typus wie »the‹ population problem or ›the‹ problem of economic development« (Clark 1986: 25) ließe sich auch die Lösung für *das* Klimaproblem nicht auf einige Entscheidungen oder Entscheidungsträger eingrenzen. Wenige Jahre zuvor hatte ein Sachstandsbericht in Zusammenarbeit mit der *National Academy of Sciences* und der wissenschaftlichen Beratungsstelle der Reagan-Administration das Verhältnis von Problem und Problemlösung ganz ähnlich charakterisiert: »There is a broad class of problems that have no ›solution‹ in the sense of an agreed course of action that would be expected to make the problem go away« (Carbon Dioxide Assessment Committee 1983: XIII). Verkompliziert werde diese Situation, wenn es sich um Probleme wie den Klimawandel handelt, die solche Risiken bergen, dass man nicht darauf warten sollte, dass sie ihre Tragweite tatsächlich offenbaren. Rund ein Jahrzehnt vor Clarks Begriffsbestimmung versuchte der Physiker Harvey Brooks (1977) auf einer Tagung mit besonderem Fokus auf den Klimawandel einige Merkmale zu identifizieren, die »Long-Term Environmental Threats« auszeichneten. Charakteristisch für diese Art von Problemen sei, dass a) sie Zielkonflikte zwischen »current and future generations« erzeugen, b) das Wissen über sie mit großen Unsicherheiten verbunden sei, c) es »even greater uncertainties with respect to social consequences« (Brooks 1977: 242) gebe, d) die gegenwärtigen Interventionskosten den zukünftigen Nutzen zu übersteigen scheinen und e) sie nicht durch einzelne Entscheidungen gelöst werden können und der dauerhaften Bearbeitung bedürfen. Kurz: Beim Klimawandel habe man es allen drei Einordnungen des CO₂-Problems zufolge mit einem Problemtypus zu tun, der sich nicht ein für alle Mal und schon gar nicht mit ein wenig gutem Willen einiger ambitionierter Politiker beseitigen lasse. Um nicht aus der Klima-Nische herauskatapultiert zu werden, bräuhete es eigentlich einen anderen Typus von Gesellschaft, der solche verzwickten Probleme zu lösen im Stande ist.

7.4 Von der Weltgesellschaft zur Weltgemeinschaft

Führt man die Problembeschreibung des Klimawandels als unlösbares Weltproblem mit den Erkenntnissen der Klimaforschung zusammen, die bis hier hin skizziert wurden, dann wird deutlich, warum sie der Weltklimagesellschaft eine weitere, vermutlich die zentralste Kontur verlieh. Zu den bisherigen Beschreibungen der Weltgesellschaft gehören: Jede soziale Aktivität ist potenziell betroffen durch den Klimawandel oder Ursache des Problems; die lokalen Auswirkungen des Klimawandels werden erst mit Blick auf die globale Erderwärmung in ihren Dimensionen verständlich; wer CO₂ emittiert und wo CO₂ emittiert wird, ist irrelevant für die globale atmosphärische Zirkulation; die Moderne ist auf ungeheuren Mengen von Kohle, Öl und Gas erbaut worden, weshalb Klimawandel und Weltgesellschaft Bedingungen der Möglichkeit füreinander sind; die Gesellschaft weist ähnliche Merkmale wie das Klima auf, darunter auch Kippeigenschaften; gerade weil die potenziellen Folgen des Klimawandels ungewiss sind, ist das Risiko zu hoch, um gegen sie zu wetten; jedes CO₂-Molekül und jede Erhöhung der Temperatur um ein Zehntelgrad könnte die Gesellschaft in ein vergangenes Zeitalter zurückwerfen; übliche Formen der Problembearbeitung versprechen keine dauerhafte Lösung des Problems.

Vor diesem Hintergrund war es für den klimawissenschaftlichen Gesellschaftsentwurf nur folgerichtig, die *Weltgesellschaft als handlungsfähige und zurechnungsfähige Kollektivakteurin* zu begreifen. Weil der Klimawandel keiner einzelnen Person anzulasten sei, jede betreffe und nur in gemeinsamer Anstrengung zu bearbeiten sei, müsse sich die Weltgesellschaft nicht nur begreifen als loses Konglomerat von Einzelinteressen, -handlungen und -schicksalen, sondern als kollektive Handlungsträgerin. Diese Vorstellung entsteht in den 1970er Jahren und erweist sich bis in die Gegenwart als persistent (Grundmann & Rödder 2019). Viele Sachstandsberichte (v.a. in den USA) entstanden zwar im Rahmen nationaler Programme, Institute und Gremien, aber im Unterschied zu anderen Umweltproblemen galten die ›klassischen‹ Verantwortlichen nicht als primärer Adressat. Annahmen, wonach der Nationalstaat »*by definition* responsible« (Frank et al. 2000: 101) wäre, historische Verantwortlichkeiten des Globalen Nordens bestünden (Jasanoff 1993) oder Einzelpersonen ihren Beitrag zu leisten hätten, entstammen tendenziell den 1990ern, im Falle individueller Verhaltensweisen sogar eher den 2000ern (Shove 2010b). Bis dahin (und bis in die Gegenwart) dominierte die Vorstellung, dass die Weltklimagesellschaft ein fragiles Weltgefüge ist, das zum Wohle aller und ungeachtet von Partikularinteressen, regionalen Differenzen und sozialen Ungleichheiten in gemeinsamer Anstrengung erhalten werden müsse *und* könne. Im Jahr 1988 wurde diese Weltbeschreibung rechtlich kodifiziert, als die UN eine Resolution

verabschiedete, wonach »climate change is a common concern of mankind, since climate is an essential condition which sustains life on earth« (UN General Assembly 1988). Selbst in der Formel »Common but Differentiated Responsibilities« der Klimarahmenkonvention von 1992, in der sich eigentlich der Widerspruch des Globalen Südens gegen die Gleichheitsannahme niederschlagen sollte, spiegelt sich noch gegenwärtig der opponierte *one worldism* wider (kritisch dazu Agarwal & Narain 1991).

Wenn hier von der Konstruktion der Weltgesellschaft als Kollektivakteurin die Rede ist, sind damit die sozialen Zuschreibungsprozesse gemeint, durch die soziale Einheiten nicht nur identifiziert und mit Identitäten versorgt werden, sondern auch mit Akteurshaftigkeit versehen werden. Anders als die Gesellschaftsentwürfe der Klimatologie, in denen Gesellschaften wie Zivilisationen, Rassen und Klimabewohner weniger als Akteure, denn als passive Objekte auftauchen, tritt im Fall der Weltklimagesellschaft ein neues Element auf: ein hoher Grad an Handlungsfähigkeit und Zurechnungsfähigkeit. Von ihr wird angenommen, dass sie über Interessen, Rationalität, Rechte, Pflichten und Verantwortung verfügt, und sie wird aufgerufen, diese Eigenschaften mindestens aus Selbstsorge, wenn nicht aus Fürsorge wahrzunehmen – so als wäre sie eine Organisation oder ein Nationalstaat (vgl. Meyer & Jepperson 2000). Das ist etwas gänzlich anderes, als Gesellschaften danach zu unterscheiden, wie sie durch Klima-Nischen hervorgebracht, geformt und bedroht werden. Die Weltklimagesellschaft der Klimaforschung weist Adressierbarkeit, Gestaltungsfähigkeit und kollektive Handlungsfähigkeit auf. Sie könne sich nicht bloß kollektiv und nichtintendiert selbst bedrohen, sondern auch kollektiv und intendiert Verantwortung für ihre Klima-Nische tragen.

Zu den »klassischen« sozialen Formationen, denen Handlungsfähigkeit und Adressierbarkeit unterstellt wird, gehört der größte Konkurrent der Weltklimagesellschaft. Es ist der Nationalstaat, der sich im 19. und 20. Jahrhundert als »Idealtyp« der Organisation von Gesellschaften durchsetzt (Meyer et al. 1997a). In ihm drücken sich Vorstellungen der Einheit, der Souveränität, des »Wir« im Unterschied zum »Sie« und der kollektiven Identität aus (Werron 2018). Die Prominenz dieser Gesellschaftskategorie verkomplizierte die Situation für die Klimaforschung. Dass der gesamte Erdball in kleine Provinzen zu zerfallen schien, ließ den Nationalstaat als den widerstandsfähigsten Konkurrenten für ihren Entwurf einer weltgesellschaftlichen Einheit erscheinen. Dieses Teilkapitel widmet sich in drei Schritten dem Deutungskampf der Klimaforschung, bei dem sie versuchte, jeden Zweifel an der kollektiven Handlungsfähigkeit zu beseitigen und die Weltklimagesellschaft an die Stelle des Nationalstaates zu setzen. Es beginnt mit den klimawissenschaftlichen Erklärungen, warum der Nationalstaat ausgedient habe (7.4.1), geht über zu der

Anrufung der Weltgesellschaft, um ihrer selbst willen Weltgemeinschaft zu werden (7.4.2), und schließt mit einigen Thesen zu der Verwendung von den Kollektivbegriffen in der Klimaforschung (7.4.3).

7.4.1 *Wider den Nationalstaat*

Die Entdeckung der Weltgesellschaft als *handlungsfähige* Kollektivakteurin schlug sich zunächst in begrifflichen Versuchen nieder, die eine Abwendung vom Nationalstaat und eine Zuwendung zu einem umfassenden System der Menschheit ausdrückten. In den 1970er und 1980er Jahren erschienen zahlreiche Publikationen, die bereits im Titel das Programm einer Klimaforschung der Weltgesellschaft im Klimawandel ankündigten: »Society, Science and Climate Change« (Kellogg & Schware 1982), »World Climate Conference: A Conference of Experts on Climate and Mankind« (WMO 1979), »Man's Impact on the Climate« (Bach et al. 1979), »Carbon Dioxide, Climate and Society« (Williams 1978), »Effects of Human Activities on Global Climate« (Kellogg 1977), »The Prospect of a Global Warming and Studies of Its Societal Impacts« (Kellogg 1979b), »CO₂, Climate and Society« (Schneider 1983a).

Auf einige dieser Begriffe traf man, wie in Kapitel 6 beschrieben, schon im zweiten Drittel des 20. Jahrhunderts. Callendar (1938: 223) sprach von »human activities«, der junge Flohn (1941) vom »Menschen«, Plass (1956: 379) von »man's activities«, Revelle und Suess (1957: 19) von »human beings«. Die neuen Begriffe sind aber zum Teil nicht nur erstaunlich nah am sozialwissenschaftlichen Wortschatz und deuten eine ›Soziogenität‹ des Klimawandels an, sie artikulieren auch die Singularität der Gesellschaft im Verhältnis zu ihrer klimatischen Umwelt. Sie kommunizieren mit, dass Weltgesellschaft und Weltklima sowohl sich gegenüberstehen als auch miteinander verwoben sind. Ihnen liegt die Annahme zugrunde, dass der Klimawandel sich in seinen Auswirkungen allumfassend darstellt und hinsichtlich seiner Ursachen nicht bloß einzelnen gesellschaftlichen Bereichen (wie der Industrie), einzelnen Nationalstaaten oder einzelnen Bevölkerungsgruppen angelastet werden kann.

Neu ist aber vor allem, wie ein Blick in die Publikationen dieser Zeit verrät, dass die Zuschreibung selbst thematisch und dass die Möglichkeit, die Gesellschaft anders zu bestimmen, problematisch wird. Die Klimaforschung trifft auf eine soziale Realität, die sich selbst nicht als interdependent, ja nicht einmal als einer gemeinsamen Bedrohung ausgesetzt begreift. Vor diesem Hintergrund beschreibt sie die Weltgesellschaft explizit in Abgrenzung und als *Gegenentwurf zum Nationalstaat*. Die Weltgesellschaft als eine sich ihrer selbst bewusste und handlungsfähige Kollektivakteurin war angesichts des Klimawandels nach der Vorstellung

der Klimaforschung im Begriff der Entstehung. Aber ihre Entstehung werde noch von einer kontrafaktischen Realität, man könnte vielleicht sogar sagen: von einem falschen Bewusstsein konterkariert. Die Notwendigkeit, die neue Realität anzuerkennen, führte Schneider (1976: 118) auf eine physikalische Besonderheit des Klimasystems zurück: »[E]very place on earth is connected to some extent by the climatic system to every other place; that is, a kick in one spot will cause a bulge elsewhere«. Dieser Sachverhalt habe auch erhebliche Konsequenzen für die Auffassung über nationalstaatliche Segmentierung:

»The climatic system does not conform to the prevailing concept of ›national sovereignty‹; thus, the possibilities of climatic shifts in one area being connected to related changes elsewhere provide an opportunity to catalyze international cooperation and could even serve as a symbol of global interdependence to encourage greater world unity and movement away from the often selfish and short-sighted goals of nation-states.«
(Schneider 1976: 290)

Mit einem solchen Klimakonzept vor Augen habe aus klimawissenschaftlicher Sicht die Idee von Gesellschaften, die in ›künstlichen‹ Territorien verwaltet werden und ihren Eigeninteressen nachgehen, ausgedient. In einer Welt, in der das Klima sich über den gesamten Globus erstreckt und prinzipiell jeden Lebensbereich mit potenziell irreversiblen Schäden und »worldwide catastrophes« bedrohen könnte, seien neue »world attitudes« (Schneider 1976: 290) notwendig. Weder die globale Erderwärmung noch CO₂-Moleküle machen vor nationalstaatlichen Grenzen Halt. Auch der Ökologe Charles Cooper (1978: 520) stellte fest, dass zwar andere ökologische Probleme ebenfalls Grenzen überschreiten können, dass es aber keinen vergleichbaren Fall für die Tatsache gebe, dass die Verschmutzung »the same everywhere« ist. Das Gesellschaftsmodell des egoistischen Nationalstaats stellt in dieser Perspektive ein Relikt aus den vergangenen Zeiten der Kohleverbrennung unter noch stabilen Klimabedingungen dar, das mit den Risiken des Klimawandels endgültig ausgedient habe.

Um dieses ausgelaufene Modell aus der Welt zu schaffen, müsse anerkannt werden, dass es sich bei dem Klimawandel um ein Menschheitsproblem ohnegleichen handle (Weingart et al. 2008: 86). Damit musste sich die Klimaforschung wieder den Problemen stellen, die ihr bei der (modellgestützten) Operationalisierung sozialen Handelns und bei der Behandlung der Ungleichverteilung der Risiken begegnet waren (Kap. 7.1.2), d.h. die globale Dimension des Problems vor sozialen und geografischen Differenzen priorisieren. Hatte die klassische Klimatologie auf die klimatisch bedingten Differenzen zwischen einzelnen politisch verwalteten Territorien fokussiert und die Gesellschaften durch ein »lumping« und »splitting« (Zerubavel 1996) voneinander unterschieden,

sollte sich die Aufmerksamkeit nicht nur in der Klimaforschung von der Wir/Sie-Unterscheidung auf die Unterscheidung zwischen Klima und Gesellschaft verschieben. Dieser Perspektivwechsel musste sich auch *gesellschaftsweit* vollziehen. Klimawandelverursachung und Klimawandelbekämpfung platzierte sie als kollektives Unterfangen.

So wies die WMO (1979: 713) in einem »Appeal to Nations« auf den »all-pervading influence of climate on human society and on many fields of human activity« hin, weshalb die »nations of the world« aufgerufen wären, nun geschlossen gegen den Klimawandel vorzugehen. Trotz einiger Bedenken über die unterschiedlichen Beiträge zum Klimawandel und über dessen unterschiedlichen Auswirkungen befanden die Klimaforscher angesichts der Dringlichkeit und Umfänglichkeit des Klimaproblems in der Summe, dass die Erderwärmung letztlich ein Problem globalen Ausmaßes sei, das durch eine gleichermaßen »international activity« (Kellogg 1979a: 87) und einen »collective influence« (Schneider 1975: 2065) ausgelöst werde. Sich der Verantwortung zu entziehen und die Verbrennung fossiler Brennstoffe fortzusetzen, sei »no way for any country« (Kellogg 1979c: 319). Auch der ägyptische Direktor des *United Nations Environment Programme* (UNEP) erteilte einer Betrachtungsweise, wonach der Globale Norden die alleinige Verantwortung trage, eine Absage: »The greenhouse phenomenon is not simply an issue for the North. Its scope is certainly global, and there is increasing evidence to show that a number of developing countries are likely to be major contributors to the expected climatic warming« (Tolba 1986: 11), gab er auf einer WMO-Konferenz zu bedenken. Dem schloß sich Clark auf derselben Konferenz an. Weder könne auch nur ein einziges der »countries of the earth« (Clark 1986: 24) darauf hoffen, dem Klimawandel zu entgehen, noch könne ein einzelner Nationalstaat das Problem alleine lösen. Es ging, so die zunehmende Einsicht, um nichts weniger als um die »defense of the entire planet against a common threat« (Barrett 1975: 79).

Selbst wenn die Auswirkungen des Klimawandels weltweit ungleich verteilt wären, müssten die »countries of the world« (Kellogg 1979a: 87) kooperieren. Eine solche Lage, »unprecedented in the history of mankind«, erfordere den Aufbau einer »international machinery« (Kellogg 1979a: 87f.), die in Gang gesetzt werden müsse, um eine Letztentscheidung über das Vorgehen zu treffen und dieses global zu orchestrieren. Denn es bestehe ein nicht zu vernachlässigendes Risiko, dass Staaten mit großen Kohlevorkommen zukünftig weder den Rest der Welt an ihren Bodenschätzen teilhaben lassen könnten noch die Verbrennung fossiler Energieträger einstellen würden. Die »aroused world society« (Abelson & Malone 1977: VIII) könnte dann zwar keine Kohle mehr verbrennen, hätte dafür aber einen weiterhin angeheizten Klimawandel zu erleiden. Der Klimawandel sei eine globale Bedrohung der Weltgesellschaft, die keine Partikularinteressen dulde. Ein Workshop unter der

Schirmherrschaft von WMO und UNEP wurde mit dem Hinweis eröffnet, wonach sich die »[w]orldwide industrial civilization« (Bojkov 1978: 13) nun an einer Weggabelung befinde. Entweder ihr gelinge es, innerhalb der nächsten 50 Jahre umzusteuern und das Energiesystem umzustellen, oder sie setze die Verbrennung von fossilen Brennstoffen mit dem Ergebnis fort, dass sie mit einer Zukunft schwerer Klimaänderungen zu rechnen habe, die ihr schließlich die Wahl nehmen.

Auch auf ihrer »Conference of Experts on Climate and Mankind« im Jahr 1979 schlug die WMO deutliche Töne an. Dabei handelte es sich um eine Tagung, die nicht nur Meteorologen versammelte, sondern an der auch Wissenschaftler teilnehmen sollten, die auf einzelne Gesellschaftsausschnitte spezialisiert waren. Neben ersteren waren auch Experten für Fragen der Ökonomie, Energie und Gesundheit sowie der Land-, Fischerei- und Wasserwirtschaft geladen. Zudem war es den Veranstaltern in Anerkennung des Klimas als »global problem« ein Anliegen, »that representation comes from all over the world«,¹³ um die Entstehung neuer Formen der »vulnerability«, »sensitivity« und »fragility« (White 1979: 7, 3) zu erörtern, die die Gesellschaft gegenüber dem Klima aufweise. Dürren, Pandemien, Kältewellen hätten in jedem Teil der Welt die Menschen bedroht. Die vergangenen Jahre hätten offenbart, dass es keine Region der Welt gebe, die »immune« (White 1979: 3) gegen das Klimageschehen sei, und dass auch der technologische Fortschritt kein Gegenmittel sei. Die Entstehung eines »modern world environment« habe die globalen Abhängigkeiten dermaßen erhöht, dass eine kollektive Zusammenarbeit im »interest of all« (White 1979: 6) wäre. Erforderlich sei eine globale Steuerung zum Wohle der »world production«, die nicht nur die natürlichen Ressourcen sinnvoll einsetze, sondern auch »climate itself as a resource to be allocated« (White 1979: 5) begreife. Nur ungern würden sich die Nationalstaaten mit einer Problemlösung in der Frage des Klimawandels auseinandersetzen, diagnostizierte die WMO wenige Jahre später. Jedoch erfordere die Tatsache, dass die Emissionen an einem Ort möglicherweise alle betreffen, dass die »world community« (Bruce 1986: 7) einen Weg finde, nationalen Alleingängen entgegenzuwirken. Ein von diversen internationalen und nationalen Organisationen unterstützter Workshop am IIASA befand, dass die »wait-and-see attitude« der Nationalstaaten mithilfe internationaler Organisationen überwunden und durch »global cooperation« (Chen & Parry 1987: 6) ersetzt werden müsse.

Wenn der Klimawandel durch die »mankind« und dem »worldwide phenomenon« der Verbrennung fossiler Brennstoffe ausgelöst werde,

13 Das Programm kündigte die Beteiligung bzw. Vorträge von Wissenschaftlern aus Ägypten, Argentinien, China, Deutschland, Frankreich, Indien, Iran, Irland, Italien, Japan, Kanada, Kenia, Neuseeland, Nigeria, Österreich, Polen, Schweden, Schweiz, UDSSR, UK, Ungarn und USA an.

liege auch auf der Hand, dass das Problem nur durch die Vereinigung der »nations of the world« und durch eine Anstrengung, die »international and worldwide« (Kellogg 1978: 19) ist, gelöst werden könne. Dass »one nation or small group of nations« dieses Problem im Alleingang aus der Welt schaffen könnten, schließt Kellogg (1978: 19) aus und bedauert, dass es bislang »no international agency or mechanism« gebe, die sich diesem Problem, das es »in the history of mankind« noch nicht gegeben habe, annehmen könnte. Die Idee, dass es eines überzeitlichen und überräumlichen Kollektivakteurs bedarf, lag schon deshalb nahe, weil das Klimaproblem »eine politische Lösung weit über die Zeitdauer einer Wahlperiode hinaus« (Flohn 1977b: 569) notwendig mache.

1985 schien die Diskussion um die Vorteile und Nachteile, die Kosten und den Nutzen ihr (vorläufiges) Ende zu finden. Auf einer internationalen Konferenz in Villach zog der Direktor des UNEP einen Schlussstrich: »There is no point at all in debating whether it is a good thing or a bad thing that human activity can affect the Earth's climate« (Tolba 1986: 9). Sollten sich die Diskussionen weiterhin um diese Frage drehen, könne eines Tages der Punkt erreicht sein, an dem keine Möglichkeit mehr bestünde, umzulenken. Man müsse den Klimawandel als »fact of life« (Tolba 1986: 9) hinnehmen. Jetzt herrsche eine »urgency«, die gebiete, dass man »economic and social decisions« (WMO 1986a: 1) überdenke, deklamierten die Teilnehmer in einer gemeinsamen Erklärung. Die Entscheidungen, die heute getroffen werden, seien nicht mehr zukunftstauglich. Nahezu sämtliche Projekte, etwa im Bereich der Landwirtschaft, des Küstenschutzes und des Bauwesens, würden fälschlicherweise das Klima konstant setzen und nicht berücksichtigen, dass die Vergangenheit angesichts der zu erwartenden globalen Klimaerwärmung eine unzureichende Referenz sei. Man müsse sich nun auf ein Klima der Zukunft einstellen, das sich wesentlich von der Vergangenheit unterscheide. Der Konferenzband unterstrich, dass nun eine Perspektive auf das »mutual interplay between the environment as a whole and the global society« (WMO 1986b: 23) notwendig sei. Gegenüber stehen sich nun nicht die Länder der Welt, sondern »[t]he world and its environment« (Clark 1986: 24).

7.4.2 *Gesellschaft an sich und für sich*

Was in all diesen Beschreibungen durchscheinte, war die Auffassung, dass die Gesellschaft *nicht mehr Weltgesellschaft sein darf und Weltgemeinschaft werden muss*. Sie kommt in einer bemerkenswerten Einlassung des Ökologen Cooper zum Ausdruck: »If the world community is unwilling or unable to take the stringent measures necessary to stop carbon dioxide emission, society must simply adjust to changing

climate« (Cooper 1978: 517). Wenn jemand das Problem ›für sich‹ lösen könnte, dann wäre das die Weltgemeinschaft, und falls es ihr nicht gelinge, dann bliebe nichts anderes übrig, als dass sich die Weltgesellschaft ›an sich‹ mit der Situation abfinde. Unter dem Eindruck des Klimawandels sah die Klimaforschung die Notwendigkeit, an die Stelle partikularer Wir/Sie-Unterscheidungen ein »collective action by the global community« (Maini 1988: 203), ein universales *globales Wir* und ein *globales Kollektivbewusstsein* zu setzen (vgl. auch Grundmann & Rödder 2019; Demeritt 2001: 329; Taylor & Buttell 1992). Robert White eröffnete mit diesen Worten die erste Weltklimakonferenz, in denen die Grundidee schon durch den Gebrauch des Kollektivpronomens deutlich wird:

»We can learn from the past, endure the present, but the future is in our hands. We can contribute to a bright future for mankind by national and international actions to provide for the wise use of climatic resources to improve the economic and environmental welfare of people everywhere and to mitigate destructive impacts of climate.« (White 1979: 3)

In dieser Perspektive trat zu dem Experiment mit der Atmosphäre ein zweites Experiment: ein »worldwide sociocultural experiment« (Hulme & Mahony 2010: 706) über die Frage, ob die Weltgesellschaft wesentliche Anteile ihrer Strukturen umstellen kann, um das Klimaexperiment aufzuhalten. Wenn man die Menschen, die Nationen, die Politiker nur gut genug aufklärte, so die Annahme, dann entschieden sie schon im Sinne der Schicksalsgemeinschaft. Allein auf ökonomische Interventionen zu setzen, reiche daher nicht aus. Zum Maßnahmenpaket müssen auch »[s]ignificant non-economic factors« gehören wie »an educated public and its leaders« (Kellogg & Schwart 1982: 1105). Dann könnten sie auch nicht mehr so tun, als hätten sie von nichts gewusst, wenn die Schäden eingetreten sind. So wandte sich der spätere Vorsitzende des Weltklimarats Bert Bolin 1977 gegen die Terminologie der Klima- und Wetterbeeinflussung (vgl. Kap. 6.3), auf die man in der Klimawandeldiskussion noch vereinzelt traf. Offenbar befand er, dass man inzwischen genug über den Klimawandel wisse, um davon zu sprechen, dass die »modern civilization« auf das Klima »deliberately and systematically« (Bolin 1977: 197f.) einwirke. Rund ein Jahrzehnt später kam Tolba vom UNEP zu einem ähnlichen Ergebnis. Bislang habe der Mensch »almost entirely inadvertant« (Tolba 1986: 9) das Klima verändert. Da sich seit einigen Jahren das Wissen um den anthropogenen Einfluss auf das Klima zu einer Gewissheit verdichte, könne man bald nicht mehr ohne weiteres davon sprechen, dass sich die »human intervention« (Tolba 1986: 9) unabsichtlich vollziehe. Ende der 1980er warf Kellogg (1987) einen Blick auf die »Evolution of an Awareness« über den Klimawandel. Er datierte einen deutlichen Anstieg des Bewusstseins für »mankind's ability to change the global climate« (Kellogg 1987: 132) rückblickend

auf die 1970er Jahre, als die Erderwärmung nicht nur in wissenschaftlichen Kreisen diskutiert, sondern auch in das kollektive Bewusstsein vorgedrungen war. Ob es der Gesellschaft durch »conscious thought and deliberate action« gelinge, im Einklang mit ihrer natürlichen Umwelt fortzuleben, so der Paläoontologe Preston Cloud (1973: 266) auf einer Klimatagung, sei letztlich die »answer to the question that titles this paper: ›Is there intelligent life on Earth?‹«

Der unbedingte Wille, ein globales Wir-Bewusstsein zu schaffen, führte schließlich auch dazu, dass sich der (wissenschaftliche) Klimadiskurs auf die Widerlegung der sogenannten Klimawandelskeptiker kaprizierte. Jeder müsse von der Tatsache überzeugt werden, dass ›wir‹ ›uns‹ in einem neuen Zeitalter befinden. Noch immer gebe es eine »substantial number of skeptics«, schrieb Schneider (1989: 285), die nicht die neue Normalität anerkennen wollen. Er und viele nach ihm störten sich an ihrem Widerstand, anzuerkennen, dass die Menschheitsfamilie in einem Boot sitze, das unterzugehen drohe. Denn es ginge nicht zuletzt auch um »our children«; schon bald werden sie fragen, »what we did – or didn't do – to create the Greenhouse Century they will inherit«, dachte Schneider (1989: 285). Ähnlich mahnte Flohn (1977b: 569) zu »gemeinsamer, international koordinierter Anstrengung«, um das Schlimmste abzuwenden, bevor die »Klima-Katastrophe« »unsere Kinder und Enkel« trifft. Denn: »Unsere Generation trägt die Verantwortung für ein Weltproblem unserer Enkel« (Flohn 1975: 88). Mit der Idee, dass man eine gemeinsame Welt teile, war also auch der einzelne Weltbürger zur aktiven Gestaltung einer lebenswerten Zukunft aufgerufen (vgl. Kuchenbuch 2012: 180f.). Durch den Verweis auf ›unsere‹ Kinder erhält der Zukunftsbezug auch einen personalisierten Gegenstand, um den man ›sich sorgt‹ (vgl. Henkel 2016). Aus der Selbstsorge der gegenwärtigen Gesellschaft wird Fürsorge für die Insassen der zukünftigen Gesellschaft.

7.4.3 Notizen über die Kollektiva

Um dieses Teilkapitel abzuschließen, sind noch einige letzte, unvollständige und thesenförmige Worte zur scheinbaren Beliebigkeit von Gesellschaftskategorien in der Klimaforschung notwendig. Wenn die Klimaforschung die Weltgesellschaft als Kollektivakteurin adressierte, gehörten ›die Menschen‹ oder ›human beings‹, ›die Menschheit‹ oder ›mankind‹ und ›die Gesellschaft‹ oder ›society‹ zu den Terminologien, die am häufigsten zum Einsatz kamen. Wie lassen sie sich einordnen? Die ersten beiden Begriffe weisen ein ähnliches Bedeutungsprofil auf und gehören zu einem Wortfeld, in dem sich ebenfalls ›Humanität‹, ›Humanismus‹, ›humankind‹ verorten lassen (Bödeker 1982). Auch ›anthropogen‹ und seit den frühen 2000ern ›Anthropozän‹ wird man dieser Liste hinzufügen

können. Bei ihnen handelt es sich um »moderne Kollektivbegriff[e] von maximaler Extension« (Stichweh 2010: 37), die *jeden* »Einzelmenschen« und zwar jeden vergangenen, gegenwärtigen und zukünftigen Menschen miteinschließen (Stichweh 2008b: 34). Unabhängig von der Nationalität, der Ethnie, dem Geschlecht usw. zielt die Rede vom Menschen oder von der Menschheit auf die Einheit der Vielfalt ab. Jenseits der Menschheit gibt es keine Menschen. Jedoch hat der im weitesten Sinne ökologische Diskurs ein zusätzliches Element dem Begriff der Menschheit hinzugefügt: ein Außen und mit ihm die Unterscheidung zwischen Umwelt und Menschheit oder Klima und Gesellschaft (vgl. Stichweh 2010: 40f.). Dadurch tritt auch eine Art des Denkens über die Menschheit sehr viel deutlicher in den Vordergrund. Es handelt sich dabei um ein »species thinking« (Chakrabarty 2009), das zwei Problemstellungen adressiert.

Der Begriff der Menschheit zielt im Klimadiskurs erstens auf die Frage nach der kollektiven Handlungsfähigkeit der menschlichen Spezies. Aus Ermangelung eines gesamtgesellschaftlichen Adressaten, der kollektiv auf ein kollektives Problem aus dem großen Außen reagieren könnte, fällt die Wahl auf den »Menschen«, weil man bei ihm so tun kann, als könne das Problem mit ein wenig »Belehrung und Ermahnung« (Luhmann 1986: 249) gelöst werden. In diesem Begriff drückt sich also ein fließender Übergang zwischen Deskription der Gesellschaft und präskriptiver Vision einer selbstsorgenden und fürsorglichen Gemeinschaft aus. Der Mensch kann sehr viel einfacher als interessen geleiteter, zu rechnungsfähiger, überlebenswilliger Handelnder behandelt werden, als es im Fall der Gesellschaft möglich wäre.¹⁴ Zweitens bietet der Begriff der Menschheit eine Antwort auf die Frage nach Betroffenheit und Verursachung. In der Perspektive der Klimaforschung, die Chakrabarty (2009: 218) wohlgerne teilt, ist der Klimawandel »a shared catastrophe that we have fallen into«. Die drohende Katastrophe sei so dramatisch, dass es letztlich keinen Unterschied mache, wer welchen Beitrag dazu geleistet hat und wer wie sehr davon betroffen sein wird. Wie jede menschliche Regung eine Klimarelevanz aufweist, könnte umgekehrt jeder Bereich der Gesellschaft, die organische Welt und die körperliche

- 14 Deshalb gehört, wie erwähnt, das Insistieren auf die Einsicht der Indifferenzen und Skeptiker mit zu den zentralen Merkmalen des Klimadiskurses. Die Klimaforschung kann nicht dulden, dass man sich dem alle betreffenden Problem entzieht und auf nationale Politik oder privatwirtschaftliche Interessen zurückzieht. Jeder der nicht beim Menschheitsprojekt des Überlebens mitzieht, bedroht das gesamte Unterfangen. Die Rückführung des Klimawandels auf jede erdenkliche Aktivität und die Definition des Klimawandels als globales Problem ist mit einer *jeden* Menschen einschließenden »*Vision weltweiter human und ökologisch orientierter Zusammenarbeit*« (Bolte 1992: 124) verbunden. Jede Ablenkung und jede Ausrede durchkreuzt in dieser Perspektive (Lamb et al. 2020) die Problemlösung.

Unversehrtheit von der Erderwärmung betroffen sein. Wenn die Formel »Leid sucht Schuld« (Paris 2001: 726) zutrifft, dann gilt für die Klimafrage, dass, weil alle leiden, auch alle die Schuld trifft. Der Kollektivsingular ›Menschheit‹ *nivelliert die Differenz von Leid und Schuld*. In dieser Perspektive handelt es sich bei der Weltgesellschaft um eine globale Schicksalsgemeinschaft. Die Klimaforschung verstand die bisherige Gesellschaftsentwicklung als Geschichte »kollektiver Schicksalsbetroffenheit« (Schütze 1982) und kollektiver Schicksalsverursachung. Im Angesicht des »größten anzunehmenden Unfalls«, der am Ende des »large scale geophysical experiment« (Revelle & Suess 1957: 19) einzutreten droht, »hat es keinen Sinn, Menschen und Gesellschaft« einerseits, Indien, die USA, China oder Großbritannien andererseits »getrennt zu denken« (Luhmann 1992b: 162). Am Ende der Menschheitsgeschichte wartet nur »Funkstille, Ende aller Kommunikation, Ende der Gesellschaft« (Luhmann 1992b: 163).

Deutlich überraschender ist die Verwendung des Begriffs der ›Gesellschaft‹ und das heißt die Benennung des Klimawandels als soziogenes Problem. In der Diskussion ist man der »pluralistic, multi-levelled society« (Flohn 1978: 234), der »human society« (Singer 1975b: 5), der »global society« (WMO 1986b: 23) oder der »world society« (Abelson & Malone 1977: VIII) begegnet, die auch in der Soziologie zu dem Zeitpunkt geläufig waren und zum Ausdruck bringen, dass es Gesellschaft nur noch im Singular gibt. Eine Erklärung für den Begriffgebrauch scheint mir die Verbreitung systemtheoretischer Konzepte und Begriffe zu sein. So lag spätestens in den 1980ern ein erster vollständiger Entwurf für eine ›neue Wissenschaft‹, die Erdsystemwissenschaft, vor (Barton 2023). Der in Kairo lehrende Ökologe Mohamed Kassas (1984: 209f.) stellte der »biosphere« die »technosphere« und die »sociosphere« gegenüber, die er als »global systems« charakterisierte und »within the only one earth« verortete. Daher handele es sich um eine »irrational fragmentation of the world«, wenn sie »into some 150 units or nation states« (Kassas 1984: 221) eingeteilt werde. Systemtheoretische Ansätze wie das ›Spaceship Earth‹ erlebten eine rasante Popularisierung in zahlreichen Disziplinen in den 1960er Jahren (Anker 2007; Andersson 2018: 155) und gelangten nur kurze Zeit später in die Klimaforschung. Gleichzeitig lässt sich beobachten, dass die Rezeption sozialwissenschaftlicher (v.a. umweltsoziologischer) Literatur innerhalb der Klimaforschung (Chen 1983) sowie die unmittelbare Zusammenarbeit (Chen et al. 1983; Kellogg & Mead 1977; Kellogg & Schware 1981) deutlich zunahm. Die Sozialwissenschaften waren sogar explizit aufgerufen, zur Klimaforschung beizutragen (Collins 1978). Somit könnte man vermuten, dass sich die Entdeckung der Weltgesellschaft weder in der Soziologie noch in der Klimaforschung isoliert und im luftleeren Raum vollzieht.

Eine letzte Bemerkung zum Begriffsgebrauch lässt sich noch mit Bezug auf das Problem der Interdisziplinarität machen. Allen drei Begriffen (Mensch, Menschheit, Gesellschaft) ist eine weitere, oberflächlich gesehen triviale Eigenschaft gemein: Sie sind niedrigschwellig und intuitiv, was sie bestens für interdisziplinäre Forschung auszeichnet.¹⁵ Und wie Klimaforscher in der Selbstbeobachtung feststellten, war es gerade die »*notion of the climate system*« (Hare 1984: 392), die zu Interdisziplinarität einlud. Jede Disziplin verfügt über ihre je eigene Sprache und lebt in ihrer »eigenen« Begriffswelt, aber ob es nun Physiker, Ökologen, Ozeanographen, Ingenieure oder Energieforscher sind, sie »leben *auch* in der Wirklichkeit der Alltagswelt« (Berger & Luckmann 2013: 29) und haben daher eine unmittelbare Vorstellung davon, was gemeint sein könnte, wenn man von Mensch, Menschheit oder Gesellschaft spricht (weshalb die Soziologie das allseits bekannte Problem hat, sich gegen alltagsweltliche Erklärungen zu behaupten). Anders als komplizierte Formeln eignen sich diese Begriffe zur Verständigung. Genau dies war das erklärte Ziel der 1977 gegründeten Zeitschrift *Climatic Change*. Der Herausgeber, Schneider, erklärte in dem ersten Editorial, dass begriffliche Niedrigschwelligkeit zum Ziel interdisziplinärer Verständigung eine zentrale Anforderung an Einreichungen sei: »*Articles should be written at a level that is professional though not specialized*« (Schneider 1977b: 3). Für eine interdisziplinäre Klimaforschung sei es daher unerlässlich, dass sie multilingual werde. Wenn die disziplinäre Ausbildung dem Erlernen einer Sprache gleichkommt, erfordere Interdisziplinarität die Bereitschaft, auch andere Sprachen zu lernen (Schneider 1977a: 39). Da werden alltagsweltliche Begriffe wie Mensch, Menschheit und Gesellschaft das geringste Problem dargestellt haben.

- 15 Diese Idee verdanke ich Heinz Bude, der gemeinsam mit dem »Komplexitätsforscher« Dirk Brockmann über die Arbeit im Kontext informeller Politikberatung in einem Interview reflektierte, das man zugleich lesen kann als Beitrag zur Klärung der Frage, warum das sogenannte NoCovid-Konzept soziologisch wenig befriedigend war: »Es geht um die Phänomene, mit denen man zu tun hat und deren Evidenzen man sich wechselseitig vor Augen führen kann. Die werden in der interdisziplinären Verständigung soweit wie möglich in der Alltagssprache als der letzten Metasprache zum Ausdruck gebracht. [...] Wir wollen schließlich beide [Bude und Brockmann] die Leute dazu bewegen, etwas für sich und andere zu tun. Konkrete statt abstrakter Evidenzen, das ist also die epistemische Voraussetzung« (Brockmann & Bude 2022: 637).

7.5 Klimaforschung als Weltverschlimmbesserung

Im Jahr 1837 lamentierte der Meteorologe Heinrich Wilhelm Dove über einen in seinen Augen ungewöhnlichen Missstand. Während im Allgemeinen von den Naturwissenschaften erwartet werde, dass sie das Beständige und Regelmäßige identifizieren, sei es bei der Meteorologie genau umgekehrt:

»Wenn in einer ungewöhnlichen Hitze alles zu verschmachten droht, wenn ein sehr strenger Winter uns fast in unserer geographischen Breite irren lassen, wenn Ueberschwemmungen und Erdbeben reiche Gegenden verwüsten, so sagt jeder, was für ein interessantes Jahr für die Meteorologie.« (Dove 1837: 3f.)

Anders als die klassische Klimatologie des 19. Jahrhunderts, die im erstgenannten Sinne verfuhr und ihre gesellschaftliche Relevanz dadurch gewann, im Wechsel der Wetterlagen und Witterungserscheinungen den ›mittleren Zustand‹ an einem Ort zu identifizieren und daher Stabilität und Fortbestand, Planungs- und Investitionssicherheit, Administrierbarkeit und Beherrschbarkeit für ausgewiesene Regionen versprechen zu können (Kap. 3), erhielt die Meteorologie ihren gesellschaftlichen Wert im Hinblick auf Unsicherheiten und Bedrohungen (Kap. 4). Was im mittleren Wetter als Restrisiko – Stürme, Starkregen, Kältewellen – marginalisiert wurde, gerade das bildete die Legitimationsgrundlage für eine Wissenschaft des Wetters. Wenige Tage, nachdem der Wetterdienst in London seine erste Wetterprognose veröffentlicht hatte, wurde die Ostküste Englands von einem heftigen und folgenreichen Sturm getroffen (Monmonier 1999: 45). Kurz darauf schrieb FitzRoy in der *Times*: »All the much-frequented parts of our coasts might have been warned – a very few places were actually warned« (FitzRoy 1861: 10). Waren bis dahin nur 50 Häfen in das telegrafische Sturmwarnsystem eingebunden, stieg die Zahl innerhalb des folgenden Jahres auf 130 (Monmonier 1999: 45).

Mit einem ganz ähnlichen Anspruch trat die Klimaforschung im letzten Drittel des 20. Jahrhunderts an: als Forschungsfeld, das die Welt schlimmer macht, weil sie auf die Restrisiken, unvorhergesehenen Folgen und unerwünschten Nebenwirkungen aufmerksam macht, und zugleich besser macht, weil sie Perspektiven darauf wirft, wie sich die Probleme verzögern und abwenden ließen. Dieses Teilkapitel beschäftigt sich mit der Klimaforschung als Weltverschlimmbesserung. Vor dem Hintergrund der allgemeineren Erwartungs- und Enttäuschungsdiskurse (7.5.1) fragt es in vergleichender Absicht, wie die Klimaforschung anstrebte, sowohl ein von ihr als problematisch bewertetes Weltbild zu erschüttern als auch sich selbst als unverzichtbarer Garant für einen Ausweg aus der selbstverschuldeten Bedrohung zu positionieren. Mit Blick auf die bisherigen

Analysen dieses Kapitels steht im Zentrum eine Skizze der *technology of distrust* in der Klimaforschung der 1970er und 1980er Jahre (7.5.2). Bei diesem Begriffsvorschlag handelt es sich um eine Abwandlung der von Steven Shapin und Simon Schaffer (1985) analysierten literarischen ›Kunstgriffe‹, durch die privates Wissen öffentlich so präsentiert wird, dass es glaubhaft erscheint. Dagegen ging es der Klimaforschung darum, öffentliches, allgemein geteiltes Wissen *unglaubhaft* erscheinen zu lassen. Ohne die Klimaforschung, so ihr Resümee, sei die neue gesellschaftliche Klima-Realität nicht zu bewältigen (7.5.3). Die Institutionalisierung der Klimaforschung als legitime und autoritative Weltverschlimmbesserung in Gestalt des Weltklimarats wird abschließend kurz betrachtet (7.5.4).

7.5.1 Optimisten und Pessimisten

Weder die Soziologie noch die Klimaforschung waren in den 1960er bis 1980er Jahren die einzigen Weltgesellschaftsentdeckerinnen. In diesen Jahren reüssierte ein neuer Typ von Computermodellen, der allen möglichen sozialen und natürlichen Prozessen Rechnung tragen wollte. »World modeling«, schlussfolgerte der Politikwissenschaftler Richard Ashley (1983: 496) nach einem guten Jahrzehnt der Weltgesellschaftsentdeckung, »has, indeed, ›arrived‹«. Die Zukunfts- und Gesellschaftsbilder, die diese Modelle generierten, wichen deutlich von den Zukunftserwartungen der 1960er Jahre ab. Beginnend in den 1950er Jahren etablierte sich in den 1960ern ein primär sozialwissenschaftliches Feld für Zukunftsforschung. In diesen Jahren dominierten modernisierungstheoretische, fortschritts-gläubige und technologieoptimistische Annahmen die Erwartungen darüber, was die Zukunft für die Gesellschaft bringen mag. Für diese Zeit ist wohl kaum eine Organisation so repräsentativ wie die »cradle of Cold War science« (Andersson 2018: 76), die *RAND Corporation*. Gemeinsam mit anderen Wissenschaftlern wie dem Computerentwickler John von Neumann und dem Kernwaffenphysiker Edward Teller diente eine ihrer schillerndsten Figuren, der Futurologe Herman Kahn, dem Filmemacher Stanley Kubrick als Vorbild für die Wissenschaftlerfigur *Dr. Strangelove*. An der RAND experimentierte man mit spieltheoretischen und befragungsbasierten Ansätzen (u.a. sog. Delphi-Methode), um Zukunfts- und Planungsszenarien zu entwerfen (Andersson 2018: Kap. 5; Dayé 2018). Futurologen zeigten sich in dieser Zeit ausgesprochen zuversichtlich gegenüber Aussichten auf Wohlstandswachstum und Entwicklung, technologische und expertokratische Beherrschbarkeit. Kennzeichnend für ihre Zukunftsvorstellungen war, dass sie ihnen ein lineares Zeitmodell zugrunde legten, das Fortschreibung, Trends und Verläufen, d.h. einer in der Gegenwart angelegten Zukunft, einen Vorzug gegenüber Disruption und Brüchen gab (Hölscher 2016: 292f., 314f.).

Anfang der 1970er Jahre, zeitgleich mit der Konsolidierung der Klimaforschung, war der Zenit optimistischer Zukunftsforschung erreicht (Seefried 2015b). An die Stelle des Fortschrittsdiskurses trat zunehmend ein Risikodiskurs, der wirtschaftliches Wachstum sowie wissenschaftliche, technologische und politische Gestaltung nicht als Lösungen, sondern als Probleme behandelte und attackierte (Kuchenbuch 2012: 173). Einen maßgeblichen Bruch markierte der Bericht des *Club of Rome* (Meadows et al. 1972). Im Auftrag dieses informellen Zusammenschlusses von Wissenschaftlern, Philanthropen, Unternehmern und politischen Funktionären entwickelten Wissenschaftler ein systemtheoretisch und kybernetisch informiertes Weltmodell (Schmelzer 2017). Der millionenfach verkaufte und in 30 Sprachen übersetzte Bericht »Limits to Growth« über die Ergebnisse ihrer Modellierung enttäuschte alle Erwartungen, die die Fortschrittsoptimisten geweckt hatten. Er erklärte die Weltpopulation, die Industrialisierung, die Umweltverschmutzung, die Lebensmittelproduktion und die Ressourcennutzung zum Problem, da deren ungezügelter Wachstum innerhalb des kommenden Jahrhunderts den Planeten an die Grenzen seiner Tragfähigkeit gelangen lassen werde (Meadows et al. 1972: 23).

Der Bericht verlieh der Vorstellung, dass die in politisch verwaltete Territorien fragmentierte Welt nicht nur durch Menschheitsprobleme verflochten war, sondern auch eine gemeinsame Zukunft teilte, Auftrieb. Ähnlich wie das IIASA bildete auch der *Club of Rome* ein Forum, in dem »Wissenschaftsdiplomatie« stattfinden konnte und Zukunft und Gesellschaft über staatliche Grenzen hinaus gedacht wurden. Durch die Beteiligung von Sowjet-Wissenschaftlern am *Club of Rome* relativierte der Bericht neben den Unterscheidungen zwischen Staaten sowie Nord- und Südhemisphäre auch den »Eisernen Vorhang« zwischen Ost und West (Rindzevičiūtė 2015). Gleichwohl schien die geteilte Zukunft nicht sonderlich aussichtsreich. Während der erste Entwurf noch sozialen Wertewandel und politischen Gestaltungsraum vorsah, war der veröffentlichte Bericht von der Möglichkeit sozialen Wandels bereinigt (Andersson 2018: 176ff., 184f.). Die Lösungen, die dem Bericht vorschwebten, waren in erster Linie technologischer Natur. Da sie annahmen, dass allein die Technikentwicklung und die Effizienzsteigerung die Katastrophe lediglich verzögern können, hielten sie die sozialtechnologische Kontrolle der Bevölkerungszahl für unausweichlich.¹⁶ Wenig verwunderlich ist daher, dass der Bericht im zeitgenössischen Diskurs als Beitrag zum Malthusianismus rezipiert wurde (Seefried 2011: 29ff.). Obwohl der Bericht die Zukunft zum Gegenstand hatte, waren

16 »There are only two ways to restore the resulting imbalance. Either the birth rate must be brought down to equal the new, lower death rate, or the death rate must rise again« (Meadows et al. 1972: 158f.).

seine Beschreibungen durch eine Schließung und Defuturisierung der Zukunft charakterisiert (Buschmann 2018: 223ff.). Statt zukünftige Möglichkeiten zu eröffnen, war aus Sicht des Berichts das Zukunftspotenzial in den beiden Optionen – Selbstvernichtung oder sozialtechnologische Intervention – bereits erschöpft.

Zurück zum zeitgenössischen Beobachter Ashley. In seiner umfangreichen Literaturbesprechung weist er auf ein Merkmal hin, das allen Weltmodellen zu eigen ist, ganz gleich, ob sie auf politische Entscheidungen, internationale Beziehungen, ökonomische Entwicklung oder ökologische Prozesse fokussieren: Sie nehmen an, dass die soziale und natürliche Welt aus einer *holistischen* Perspektive erfasst werden müsste (Ashley 1983: 497). Beim Bericht des *Club of Rome* kam ein zweiter Aspekt hinzu. Nicht nur hatte er die gesamte Welt zum Gegenstand, auch hat er auf *reduktionistische* Weise ein Teilelement des holistischen Weltbildes identifiziert und zur alles erklärenden Variable generalisiert, an dessen seidenem Faden das Schicksal der übrigen Welt hing. Der Bericht isolierte die ökologische Umwelt aus der großen Welt und stellte die große Welt des »Growth« (Population, Wirtschaftswachstum, Industrialisierung, Lebensmittelproduktion usw.) den »Limits« gegenüber. Der Niedergang eines Teilphänomens wird dann gleichbedeutend mit dem Niedergang des Gesamtphänomens. Dies war schon die alte malthusianische Denkfigur;¹⁷ die Umwelt könne gar nicht so schnell »wachsen« wie der Ernährungsbedarf einer wachsenden Erdbevölkerung. Die gesamte Welt geriet in den Blick, aber sie blieb abhängig von der isolierten und verallgemeinerten natürlichen Grenze. Der Bericht entwickelte aus dieser – ausgesprochen einfachen – Perspektive seine Durchschlagskraft und beinahe über Nacht »numerous follow-on world modeling studies are underway around the globe« (Ashley 1983: 496). Und das, obwohl oder gerade weil er nicht anders gelesen werden konnte als eine Erwartungsenttäuschung, als eine einzige Weltverschlimmerung.

Die Klimaforschung stand dem in nichts nach. Sie entwarf eine Weltbeschreibung, in der nicht nur alles miteinander verwoben, sondern auch das Klima das allumfassende Problem der Moderne war, von dem alles andere abhing. Damit lag einerseits der Schulterschluss mit dem *Club of Rome* und anderen Risikodiskursen nahe. Teilweise mit einiger Verspätung, aber doch unmittelbar konnte sie an die Diskussionen der Fortschrittsoptimisten und der Gesellschaftspessimisten andocken. Schneider (1978) spielte mit dem Gedanken, ob es nicht »Climatic limits to growth« gäbe und »How soon? How serious?« sie zu erwarten

- 17 Der zweite Bericht des *Club of Rome* (Mesarovic & Pestel 1974) popularisierte die Diagnose des Mediziners Alan Gregg »The World Has Cancer and the Cancer Is Man«, indem er sie als Eingangszitat gleich auf die erste Seite brachte. Im Weltbild des *Club of Rome* hatte die Gesellschaft keinen Platz.

wären (vgl. auch Schneider & Dennett 1975; Schneider 1976: 152ff.). Gemeinsam mit Kellogg verfasste er einen im *Science Magazine* erschienenen Aufsatz, in dem sie ihr Misstrauen gegenüber den Visionen der »technological optimists« artikulierten, »and«, schoben sie nach, »there are many who do not share this optimism, such as the Club of Rome« (Kellogg & Schneider 1974: 1168).¹⁸ Auch Flohn (1971: 292) stieg in die Debatte ein und bemerkte, dass die Welt der »Ingenieure, Wirtschaftswissenschaftler, Soziologen, aber auch Physiker« eine ganz andere sei als die der »Geophysik, Meteorologie, Ozeanographie, Geologie, Geographie«. Während erstere sich primär mit den »(nur scheinbar utopischen) Modellen künftiger Entwicklungen« auseinandersetzten, müssten sich letztere mit den »Folgen mangelhafter und unvollständiger Planung« (Flohn 1971: 292) beschäftigen. Beide erkunden die Zukunft, aber nur einige gingen dabei unbedacht vor. Die Ära des »unbegrenzten Wachstums« müsse nun zu Ende gehen, positionierte sich Flohn (1977b: 569) auf Seiten derjenigen, die die Probleme der Optimisten beseitigen müssten. Er forderte einen »Mut zu unpopulären Entscheidungen«, um dem »Dogma des Wachstumsdenken« (Flohn 1980: 17) schließlich und endlich eine Absage zu erteilen. Andererseits, und hierin unterschied sich die Klimaforschung massiv von dem Neo-Malthusianismus, schien das Klimaproblem so viel größer, dass es mit etwas Wachstumskritik auf wissenschaftlicher Seite nicht getan sein konnte. Auch auf gesellschaftlicher Seite war das Problem durch ein wenig Schrumpfung einzelner Sektoren vielleicht zu bremsen, aber nicht zu lösen. Eine gänzlich andere Sicht auf die Welt war nicht nur möglich. Sie war auch nötig.

7.5.2 *Technology of Distrust*

Das Klimawandelproblem war anders als die anderen Umweltprobleme. Es respektierte keine nationalstaatlichen Grenzen, es beschränkte sich nicht auf einzelne Tätigkeiten, es war nicht einfach zu lösen, seine Auswirkungen waren nicht eingrenzbar, es vollzog sich über viele Jahrzehnte und Jahrhunderte. Dagegen waren die anderen Umweltprobleme Bagatellen. Sie betrafen die Verursacher (Luftverschmutzung), sie waren auf einzelne problematische Verhaltensweisen zurückzuführen

- 18 Bisweilen war sogar eine regelrechte Technologieskepsis verbreitet. Beispielsweise warnten Schneider und Dennett (1975: 72) vor dem »belief that somehow our technology will, as always, work out means of overcoming the potential climatic consequences of continued energy consumption by an ever-growing world« und stuften ihn als »article of faith« ein. Damit adressierten sie also über das CO₂-Problem hinaus Probleme des Konsums und mangelnder politischer Steuerung. Allerdings waren sie auch nicht davor gefeit, »population growth limits« (Schneider & Dennett 1975: 72) zu unterstützen.

(Vermüllung), die Ursachen konnten durch Substitution behoben werden (Ozonloch), die Auswirkungen beschränkten sich auf einen Phänomenbereich (Waldsterben), Maßnahmen konnten kurzfristig ergriffen werden (Wetterkatastrophen). Das Klimawandelproblem stellte nicht bloß alles in den Schatten. Es umfasste all diese Probleme und noch viel mehr.

Das klingt: unvorstellbar, dystopisch, zweifelhaft, angreifbar, vermessen. Das sah auch die Klimaforschung ein. Das Experiment, das die Menschheit mit dem Klima veranstaltete, war in ihren Worten »unbelievable« (Flohn 1981: 696), »explosive« (Kellogg 1979c: 313) und »so sweeping [...] that, were it brought before any responsible council for approval, it would be firmly rejected« (Broecker 1987: 123). Und einen »*certain proof*« werde es erst geben, »*after the atmosphere itself has performed the experiment*«, aber dann wäre es möglicherweise schon »too late« (Schneider 1976: 11). Wie hätte das jemand glauben sollen? Die bisherige Evidenz war im Vergleich zu den Ansprüchen äußerst bescheiden und sie sollte das bis in die 2000er Jahre auch bleiben. Der erste Bericht des Weltklimarats formulierte im Jahr 1990 vorsichtig, dass die bislang beobachtete Erwärmung von 0,3 bis 0,6 °C »could be largely due to this natural variability; alternatively this variability and other human factors could have offset a still larger human-induced greenhouse warming« (zit. n. Edwards 2010: 393). Erst 2007 kam der Weltklimarat zu dem Schluss: »Most of the observed increase in global average temperatures since the mid-20th century is *very likely* due to the observed increase in anthropogenic greenhouse-gas concentrations« (zit. n. Edwards 2010: 402). Gleichwohl ist auffällig, dass trotz dieser Evidenzlage bereits die Hebel in Gang gesetzt worden waren, um das Klimaproblem zu behandeln (völkerrechtliche Anerkennung (1988), Weltklimarat (1988), Klimarahmenkonvention (1992)). Wie ist das möglich? Eine These, deren Prüfung den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde, die aber als Anfangsverdacht durch die erstaunliche Karriere des sogenannten ›Vorsorgeprinzips‹ plausibilisiert wird,¹⁹ wäre, dass die Anerkennung des

- 19 Selbst als der Klimawandel Ende der 1980er und Anfang der 1990er zum Thema globaler Umweltpolitik wurde, waren noch nicht alle Unsicherheiten beseitigt, die der Anerkennung eines kausalen Zusammenhangs zwischen Klimawandel und menschlichen Aktivitäten im Weg standen. Erst in den 1990er Jahren setzte die eigentliche Forschung zur Identifikation und Zuschreibung (*Detection and Attribution*) des Klimawandels ein. Stattdessen kommt es zu einer Anerkennung, dass die drohenden klimatischen Risiken die sozialen Risiken übersteigen: In den 1990ern wird das Vorsorgeprinzip zu einem Grundstein der Umweltpolitik im Allgemeinen und 1992 im Kontext der Klimarahmenkonvention im Besonderen (vgl. Petersen 2012: 74, 139). Die Ökologin Jeannine Cavender und die Klimaforscherin Jill Jäger halten zu Beginn der 1990er Jahre fest: »Vorsorge has been the most important of these principles for the global warming debate.

Klimaproblems weniger auf die Glaubhaftigkeit der Faktenlage zurückzuführen ist als vielmehr auf den Erfolg, mit dem die Klimaforschung das eingesetzt hat, was im Folgenden als *technology of distrust* bezeichnet werden und einige Ergebnisse dieses Kapitels neusortieren soll.

Dieser Begriffsvorschlag nimmt Anleihen bei der klassischen Arbeit der beiden Wissenschaftsforscher Steven Shapin und Simon Schaffer (1985; Shapin 1984; vgl. auch Rödder et al. 2020). Gegenstand ihrer Untersuchung sind die Kontroversen der noch jungen Wissenschaft des 17. Jahrhunderts um die Fragen, was Fakten sind, wie sie hergestellt und dargestellt werden, wer Wissenschaft betreibt und Wissenschaftlichkeit zuschreibt. Eine Hauptrolle in ihrer Untersuchung spielt der Naturphilosoph Robert Boyle und seine Experimentalapparatur, eine Luftpumpe. Dabei handelte es sich um eine äußerst aufwendig konstruierte und kostspielige Anlage, von der es zu der Zeit vielleicht eine Handvoll in England gab. Wie sollte er das Wissen, das er mit dem Gerät generierte, zugänglich machen, aus privatem Geheimwissen öffentlich überprüfbares und anerkanntes Wissen machen, Wissenschaft von Alchemie unterscheiden? Das öffentlich durchgeführte Experiment erlaubte immerhin den Zugang einer Auswahl von Personen. Aber um seine Reichweite zu maximieren, schrieb Boyle seine Texte so, dass sie als Substitute für die unmittelbare, persönliche Bezeugung der Experimente wirken sollten. Shapin und Schaffer (1985: 60f.) bezeichnen diese Art der Darstellung von Wissen als »literary technology«, »technology of virtual witnessing« oder »technology of trust«. Technologie verstehen sie in einer breiteren Begriffsvariante als »Kunstfertigkeit« oder »Geschicklichkeit« und entsprechend ließen sich literarische Technologien als »Rhetorik und spezifische Sprachkonventionen, um einer Aussage besondere Überzeugungskraft zu verleihen« (Heintz 2000: 121), charakterisieren. Von ihrer Anwendung erhoffte sich Boyle, dass seine Aussagen von einem größeren Publikum für vertrauenswürdig gehalten werden, weil sie so dargestellt waren, als hätte man am Herstellungsprozess, also am Experiment, teilgenommen.

It declares that, in the face of an environmental threat, the risks of inaction are too great to delay preventive measures, even if scientific certainty has not yet been achieved. This declaration became pivotal in Germany's response to the greenhouse effect in the late 1980s« (Cavender & Jäger 1993: 7). Man könnte auch anders formulieren, dass das Vorsorgeprinzip das in ein politisches Programm übersetzte Ergebnis der »erfolgreichen« Anwendung der *technology of distrust* ist. Nicht die Klimaforschung, sondern die Gesellschaft hat mit Unsicherheiten zu kämpfen. Siehe auch Beck et al. (2001: 78), die argumentieren, dass es sich beim Klimawandel »um ein gleichermaßen durch Nicht-Wissen wie durch Wissen konstituiertes Phänomen handelt«. In dieser Perspektive macht die Klimaforschung aus der Not eine Tugend, wenn sie Unsicherheit als rhetorische Ressource mobilisiert und in die Gesellschaft auslagert.

Auch die Klimaforschung verstand sich als Experimentleiterin, wie sie unaufhörlich wiederholte: Sie untersuchte das »large scale geophysical experiment« (Revelle & Suess 1957: 19). Dessen Teilnehmer waren nicht nur einige wenige Wissenschaftler, die vor den seltenen Hochleistungsrechnern saßen, Formeln berechneten oder auf Hawaii den atmosphärischen CO₂-Gehalt überwachten. Die ganze Welt nahm an diesem Experiment teil. In der Rolle der Zeugin wie des Stimulus wie des Versuchsobjekts waren die »inhabitants of planet Earth«, »we« und »man« (Broecker 1987) Teil dieses Experiments. Sie wussten es nur nicht. Sie lebten noch in einer anderen Realität, die einen kontrafaktischen Wirklichkeitsanspruch erhob. Aus Sicht der Klimaforschung brauchte sie ihre Fakten noch nicht endgültig abgesichert zu haben, wenn sie nur gut genug vortragen konnte, warum Zweifel an der Verlässlichkeit der Realität berechtigt waren, warum das lebensweltliche ›Und-so-weiter‹ nicht mehr garantiert war, warum Misstrauen statt Vertrauen geboten war. Wenn Boyle die Darstellungsform seiner Texte wählte als »assurance that the things had been done and done in the way claimed« (Shapin & Schaffer 1985: 60), mobilisierte die Klimaforschung ihre Weltbeschreibung als *technology of distrust* – als Versicherung, dass die Dinge nicht waren, wie sie schienen.

Erstens schürte die Klimaforschung Misstrauen gegenüber der Unbedenklichkeit und Unschuld sozialen Handelns. In den 1970er und 1980er Jahren gerieten in vermehrter Weise gesellschaftliche Bereiche und soziale Tätigkeiten in Verdacht, in einem Zusammenhang mit dem Klima zu stehen. »[T]he complexity and holistic character of the CO₂ issue« (Warrick & Riebsame 1983: 51) unterscheide das Klimaproblem von anderen Problemen. Solange sie als CO₂-Wert quantifiziert und in ein computertaugliches Format gebracht werden konnten, wurden soziale Aktivitäten als klimarelevante Größen eingestuft. Autofahren sei nicht bloß Autofahren, Heizen nicht bloß Heizen, Fleischessen nicht bloß Fleischessen. Alles hatte auf irgendeine Weise Einfluss auf den Klimawandel. Auch neue Risiken kamen hinzu. Das Kohlekraftwerk in der Nordhemisphäre konnte die Westantarktis zum Schmelzen bringen, die Verbesserung des Lebensstandards in der Südhemisphäre konnte zu einer Dürre in Europa führen. Das Vertrauen in die Arglosigkeit sozialen Handelns galt der Klimaforschung als obsolet.

Zweitens brach die Klimaforschung mit der Annahme, dass sich die Erwartungen aus den Erfahrungen ableiten ließen. Während Revelle und Suess (1957: 19) noch vorsichtig vor dem »large scale geophysical experiment« warnten, brachte die paläohistorische Klimavergangenheit drei Jahrzehnte später zutage, dass das Experiment mit dem Klimasystem keine graduellen Veränderungen offenbaren werde, sondern sein Finale mit einer großen Zündung erreiche: »We play Russian roulette with climate, hoping that the future will hold no unpleasant surprises«

(Broecker 1987: 123). Nahmen Revelle und Suess noch an, dass das Experiment lediglich der wissenschaftlichen Überwachung bedarf, stellte sich angesichts der Klimavergangenheit nun die Frage, ob irgendjemand das Experiment überhaupt noch unter Kontrolle hat (Baes et al. 1977). Wenn die moderne Gesellschaft dem Klimawandel ihre Entstehung und ihren Bestand zu verdanken habe, weise das Experiment nun das Potenzial auf, der Gesellschaft ein Ende zu setzen. Verhiess die Futurologie noch Fortsetzung, Gradualität und Verbesserung, setzte die Klimaforschung auf eine Zukunftsbeschreibung, die Brüche, Disruption und Verschlimmerung in den Vordergrund stellte. In einer gemeinsamen Erklärung hielten die Teilnehmer einer Konferenz in Toronto über die »Implications for Global Security« des Klimawandels mit der Unterstützung der WMO und dem UNEP fest:

»Humanity is conducting an unintended, uncontrolled, globally pervasive experiment whose ultimate consequences could be second only to a global nuclear war. [...] These changes represent a major threat to international security and are already having harmful consequences over many parts of the globe.« (WMO 1988: 292)

Zu einer Zeit, als sich das Ende eines weltumspannenden Konflikts am Horizont abzeichnete und globale Kooperation im Bereich des Möglichen schien, aber auch angstgeprägte Begriffe, Sprachbilder und Motive noch präsent waren, wählte die Klimaforschung drastische Worte und platzierte das Klimaproblem als Frage globaler Sicherheit (Allan 2017). Die Existenz der Weltgesellschaft stehe auf dem Spiel. Während zeitgleich eine Hitzewelle Nordamerika traf, versicherte vier Tage vor Konferenzbeginn der Klimaforscher Hansen, dass der Klimawandel bereits da und die Weltgesellschaft Zeugin dieses Spektakels war. In einer Senatsanhörung über den »Greenhouse Effect and Global Climate Change« stellte Hansen seine Berechnungen vor. Demnach könne man mit »99 percent confidence« (U.S. Senate 1988: 39) davon ausgehen, dass der gegenwärtige Erwärmungstrend dem Klimawandel zuzurechnen ist.²⁰ Erwiesen sei auch, dass seit Aufzeichnungsbeginn die Temperaturen weder die Werte noch die Geschwindigkeit, mit der sie zunehmen, je zuvor erreicht hätten. Der Gewissheit, dass das gesellschaftliche Leben unter den Bedingungen des Klimawandels weiter wie bisher möglich wäre, erteilte die Klimaforschung eine Absage.

Drittens rüttelte die Klimaforschung an der Gewissheit, dass sich die Wissenschaft irren kann (vgl. auch Paris 1998: 117f.). Ein Wissen wie dasjenige, das die Klimaforschung produziert, ist ein »weak type of knowledge« (Heymann 2020). Es ist intransparent und esoterisch, es bezieht sich zu einem beträchtlichen Teil auf die für niemanden zugängliche

20 Am nächsten Tag titelte die *New York Times*: »Global Warming Has Begun, Expert Tells Senate« (Shabecoff 1988).

Zukunft und es kann weder verifiziert noch validiert werden (Oreskes et al. 1994). Während Boyle das Vertrauen des Publikums durch eine *bescheidene* Darstellungsweise zu wecken versuchte (Shapin & Schaffer 1985: 65ff.), trug die Klimaforschung ihr Wissen selbstbewusster vor, als es eigentlich geboten war. Sie säte Zweifel an der Fehlbarkeit der Wissenschaft, indem sie ständig ihre Historie thematisierte und dadurch den Nachweis erbrachte, dass sie einen privilegierten Zugang zur Welt hatte. Die Tendenz zur Selbsthistorisierung diente ihr weniger zur Selbstverständigung als zur Selbstreifizierung. Die Klimaforschung könne Einsicht in die eigentliche Realität gewinnen, da ihre Perspektive nicht durch disziplinäre Engstirnigkeit und soziale, räumliche und zeitliche Standortgebundenheit verblendet werde (vgl. Ashley 1983: 497f.). In diesen Jahren kristallisierte sich die in Kapitel 6.2.4 angesprochene ›Lange-schon-gewusst‹-Rhetorik heraus, die seitdem zum Standardrepertoire der Klimaforschung aufgestiegen ist.²¹ Durch Kanonisierung, Klassikerpflege und historische Glättung gelang es ihr trotz ihres noch jungen Alters eine lange Autobiografie eines kontinuierlichen Erkenntnis- und Akkumulationsprozesses vorzulegen.²²

Beispielsweise veröffentlichte Kellogg Ende der 1980er einen Aufsatz, in dem er auf über eineinhalb Jahrhunderte der Produktion klimawissenschaftlich relevanten Wissens zurückblickte. Angefangen bei Fourier, Tyndall und Arrhenius über Revelle und das *International Geophysical Year* hin zur »Study of Man's Impact on Climate« bis zur jüngeren Vergangenheit und ihren diversen Berichten zeigte sich: »The educational process is under way« (Kellogg 1987: 131). Durch einen langwierigen Prozess der Wissensproduktion habe die Klimaforschung die Fakten geschaffen, die die Gesellschaft nun anzuerkennen beginne. So bedauert auch der stellvertretende Generalsekretär der WMO, dass das Problem

21 Man denke nur an die vielen Institute und Auszeichnungen, die häufig die Namen der Riesen tragen, auf deren Schultern man steht: Das *Tyndall Centre for Climate Change Research* in Norwich, das *Arrhenius Laboratory* in Stockholm, der *Stephen H. Schneider Award for Outstanding Climate Science Communication*, der *Wladimir Köppen Preis*, der *Syukuro Manabe Climate Research Award*, die *Vilhelm Bjerknes Medal*, das *Revelle College* oder die *Julius von Hann Medaille*.

22 Neben dem Verweis auf die Klassiker und historischen Meilensteine kann man auch an bestimmte Topoi oder Formulierungen denken, die unaufhörlich mobilisiert werden. Dazu gehört beispielsweise der Rückgriff auf Revelles ›Experiment‹, das sich schon im untersuchten Zeitraum gegenüber seinem Autor verselbstständigt hat und zu ikonischem Status gelangt ist. Zuletzt ist es mir in einem Interview begegnet, in dem Mojib Latif das Publikum der *Bild* davon wissen ließ, dass die Wirklichkeit anders war, als es dachte: »Es ist ein gigantisches Experiment, von dem keiner weiß, wie es am Ende ausgeht« (im Gespräch mit Klostermann & Müller 2024).

der Erderwärmung zwar schon 1863 in Tyndalls Forschung »subject of scientific curiosity« gewesen war, aber erst seit jüngerer Zeit »society's concern« (Smith 1986: 13) auf sich gezogen habe. Nicht obwohl das Wissen der Klimaforschung historisch hervorgegangen ist, sondern gerade weil sie auf eine lange Geschichte rekurrieren könne, sei die Klimaforschung mit den notwendigen Kompetenzen ausgestattet, um die Gesellschaft zu informieren: »[W]e are standing on the shoulders of giants who, during the course of three centuries, built the framework of our present understanding« (Revelle 1987: 4). Es mag »different ways« geben, Wissen zu generieren, »[b]ut one of the most powerful, because it builds on the past and combines the efforts of many individuals, is the method of science« (Revelle 1975: 1105).

Die Tatsache, dass das Klimaproblem seit Jahrzehnten bekannt gewesen sei, bedeute folglich, dass die Gesellschaft gut beraten sei, nun auf die Wissenschaft zu hören. Nur aus der Orientierung an wissenschaftlichem Wissen, so Bach (1985: 173), könne auch »eine optimale Strategie in einer klimaunsicheren Welt« folgen. Natürlich könne man untätig dabei zuschauen, wie die Atmosphäre das »carbon dioxide experiment« durchführt, aber dann »we will finally learn how well our models have served in making the predictions of climate change«, warnte Kellogg (im Gespräch mit Terra 1978: 27). Nur habe man dann die Gelegenheit verstreichen lassen, das Schlimmste abzuwenden. Es sei nicht unbedingt so, dass man die Gesellschaft in Angst und Schrecken versetzen *will*. Es sei nur so, »[that] we have tried but have been unable to find any overlooked or underestimated physical effects that could reduce the currently estimated global warmings« (Study Group on Carbon Dioxide and Climate 1979: 3), versicherte ein Sachstandsbericht. Auch Flohn (1975: 88) fühlte sich versetzt in die »undankbare Rolle einer Cassandra vor dem Fall Trojas: Hätte man ihr geglaubt, dann wäre Troja zu retten gewesen...«. Aus Sicht von »a politician, an economist or an energy specialist« mögen die Risiken vielleicht akzeptabel sein, aber für einen richtigen »scientist« (Flohn 1977a: 12) sei das Risiko untragbar. Ganz unbescheiden sahen sich auch zwei Energieforscher – Ralph Rotty, der sich auf die Kalkulation von Emissionswerten spezialisiert hatte, und Alvin Weinberg, der Wortschöpfer der ›Trans-Science‹ – in der Rolle der »prudent custodians of man's future« (Rotty & Weinberg 1977: 56), die einen Ausweg aus der Erderwärmung suchten.

7.5.3 Selbstunverzichtbarmachung

Die Klimaforschung sparte nicht daran, der Dramatik der Lage hinreichend Ausdruck zu verleihen und die bis dahin gültige Wirklichkeit zu verunklären. Ihre *technology of distrust* zielte im besten Sinne auf ein

»Begriffsbeben, das die Wissenschaft erregt, dem Menschen das Fundament aller seiner Sicherheit und Ruhe, den Glauben an das Beharrliche und Ewige, nimmt« (Nietzsche 1874: 107). Aber die Klimaforschung versprach auch Weltverbesserung. Das tat sie nicht etwa durch die Relativierung der möglichen Risiken der gesellschaftlichen Selbstgefährdung. Vielmehr indem sie eine Lösung versprach: sich. Wenn Hans Magnus Enzensberger (1973: 20) dem *Club of Rome* und seiner globalen Problemperspektive vorwarf »Das ist richtig, hilft aber nicht weiter«, dann wollte die Klimaforschung so eine Kritik unbedingt vermeiden. Die Weltgesellschaft habe sich zwar in diese Situation hineinmanövriert, aber die Klimaforschung biete sich als Kartografin an, mit deren Hilfe sie sich dort wieder heraus navigieren könne.²³ Mit anderen Worten: Das Überleben der Gesellschaft unter den Bedingungen widriger Klimazukünfte sicherzustellen, erfordere, den Kontakt zur Wissenschaft sicherzustellen. Für eine wissenschaftlich angeleitete Weltgesellschaft bestünde Grund zur Hoffnung.

Die Klimaforschung hat nie ein Geheimnis daraus gemacht, dass ihr Wissen wesentlich zur Weltverbesserung beitragen könnte. Als Keeling 1969 geladen war, vor der *American Philosophical Society* über das CO₂-Problem vorzutragen, hatte er ursprünglich im Sinn, die folgende Frage zu beantworten: »If carbon dioxide from fossil fuels is changing man's environment, what will we do about it?« (Keeling 1970: 10). Daraufhin wurde er gebeten, so berichtet er doch im Vortrag, den Titel auf die Frage zu beschränken, ob sich die Umwelt ändere. Gegen den Willen der Organisatoren ließ er sich nicht die Gelegenheit nehmen, über die normativen Fragen zu sprechen. Denn falls man sich ihnen nicht stellen würde, würde man die Entscheidungen, die heute getroffen werden müssten, auf die junge Generation abwälzen, die diese Verzögerung zu einem hohen Preis werde zahlen müssen (Keeling 1970: 17). Die Dringlichkeit des Problems gebiete, dass nicht nur Wissen kommuniziert wird, das als gesichert gilt, sondern auch Warnungen ausgesprochen werden, die noch auf dünner Evidenzgrundlage basieren. So verfasste Kellogg (1977: 1) für die WMO einen Konferenzbericht, in dem er zwar Verständnis für die »reluctance«, sich mit dieser »controversial and sometimes agonizing question« zu beschäftigen, zeigte. Jedoch sei die Zeit gekommen, da dies *unvermeidlich* geworden sei. Kurze Zeit darauf wandte er sich gegen die »conservative and noncommunicative attitude« (Kellogg 1978: 13) seiner Kollegen. »[T]he stakes are so great, the issues so

- 23 Dieses vergleichsweise alte Selbstverständnis haben erst in der jüngeren Vergangenheit Weltklimarat-Autoren als Handlungsprogramm einer Klimaforschung für die Gesellschaft ausformuliert; vgl. Edenhofer & Minx (2014) und Edenhofer & Kowarsch (2015). Für eine Analyse der Praxis des »Kartierens« vgl. Schneider (2017).

fundamental to the future of society« (Kellogg 1978: 13), dass jede noch so geringe Einsicht kommuniziert werden müsse.

Den vorläufigen Höhepunkt erreichte die Debatte um die Selbstpositionierung der Klimaforschung als Lösung der Gesellschaft im Jahr 1988. Wissenschaftler wie Hansen hatten die Ankunft der Erderwärmung versichert, die Politik hatte das Problem auf die Agenda gesetzt, die WMO hatte ihre eindrückliche Warnung ausgesprochen, die Toronto-Konferenz hatte sich in ein einziges »media mecca« (Schneider 1989: 194) verwandelt, die Zeitungen liefen über mit Katastrophenmeldungen (Jaspal & Nerlich 2012; Ungar 1992; Weingart et al. 2000). In dieser Gemengelage wurde für die Klimaforschung deutlich, dass, wenn sie ihrem Selbstverständnis nach nicht nur Produzentin von Unsicherheit sein, sondern auch praktisch relevante Gewissheiten anbieten möchte, sie einen Kompromiss schließen müsse »between being effective and being honest« (Schneider 1988: 114). Wissenschaftskommunikation müsse, schlug Schneider vor, dieser »double ethical bind« folgen (für eine detaillierte Analyse vgl. Russill 2010). Selbstverständlich sei es für einen Wissenschaftler angebracht, die Grenzen des Wissens, Unsicherheiten und Einschränkungen mitzukommunizieren. Aber Wissenschaftler wollen auch mit ihrem Wissen dazu beitragen, dass die »world a better place« wird, und »at least, if you want media coverage« (Schneider 1988: 114), bedeute dies, auf allzu ausführliche Schilderungen der Details verzichten zu müssen. Daher seien Wissenschaftler dazu aufgerufen, eine Balance zwischen beiden Polen zu finden.

7.5.4 Epilog

Als Schneider diese Worte schrieb, konnte er noch nicht erahnen, welche langfristige Bedeutung eine Institution haben würde, die sich seinerzeit im Aufbau befand – eine Organisation, die Medienaufmerksamkeit generiert, sobald sie kommuniziert, die legitimierte Politikberatung betreibt, die von der Wirtschaft (kritisch) beobachtet wird, die zahlreiche Protestbewegungen inspiriert und die bei alldem weitestgehend den »ehrlichen Makler« spielt (für eine aktuelle Bestandsaufnahme siehe Pryck & Hulme 2023). Der Weltklimarat (*Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC) genießt eine Autorität, unter Aktivisten wie unter Skeptikern, auf die vergleichbare UN-Organisationen nur hoffen können. Nach der Klima-Konferenz im Jahr 1985 beschlossen UNEP und WMO, eine Gruppe einzurichten, deren Arbeit sich explizit auf politische Beratung fokussieren sollte (Agrawala 1998: 609f.). Aus diesen Erwägungen resultierte die *Advisory Group on Greenhouse Gases*, die gerade einmal sieben Mitglieder vorzuweisen hatte, über keine Finanzmittel verfügte und politisch nicht legitimiert war. Dass die Gruppe weder staatlich

noch zwischenstaatlich anerkannt war, beschränkte also ihre politische Durchsetzungsfähigkeit, was wiederum Enttäuschung auf Seiten der beteiligten Wissenschaftler nach sich zog (Beck 2009: 94f.). Abermals auf Initiative von WMO und UNEP und nach Zustimmung der WMO-Mitgliedstaaten wurde der zwischenstaatliche Weltklimarat 1988 ins Leben gerufen (Agrawala 1998: 615). Neben seinem Mandat, den aktuellen Wissensstand in regelmäßigen Zyklen zusammenzutragen und zu evaluieren, kam ihm ein zweites Mandat zu. Nachdem die Klimaforschung rund drei Jahrzehnte für das Amt kandidierte, »to colonize the future« (Fine 2007: 16), wurde mit der Einrichtung des Weltklimarats das legitime Mandat dazu erteilt. Der Weltklimarat ist institutionalisierte Weltverschlimmbesserung.

Er baute auf eine lange Tradition der Erwartungsenttäuschung und der Erwartungsweckung auf. Die Klimaforschung setzte sich deutlich von dem Fortschrittsprogramm der Futurologie ab. Sie schloss aber auch in nur geringem Ausmaß an den Neo-Malthusianismus der Öko-Pessimisten an. Stattdessen positionierte sie wissenschaftliche Expertise als Amalgam aus beiden Ansätzen. Klimaforschung ist Zumutung und Erwartungsenttäuschung wie Hoffnungsträger und Überlebensgarant. In Revelles Worten: »Scientific research in its broadest sense is the solving of problems to which no one knows the answers« (Revelle 1975: 1105). Die Klimaforschung verschlimmerte die Lage der Gesellschaft, indem sie auf ein Problem hinwies, das ohne wissenschaftliche Wissensproduktion niemals – zumindest in der wissenschaftlich formulierten Fassung – zur Debatte gestanden hätte. Sie verbesserte aber auch die Lage der Gesellschaft, indem sie ihr das Überleben verhieß, sofern sie sich an den Fakten orientiere. Sowohl für die Problemdefinition als auch für die Problemlösung war die Klimaforschung unentbehrlich – eine Weltverschlimmbesserung sondergleichen.

8 Schlussbetrachtung

»Neubauer: Bisher sind immer dann, wenn es signifikante Klimaschwankungen gab, Zivilisationen zusammengebrochen. [...]

Hasselmann: Ich sehe nicht ein, warum Menschen zwangsläufig sterben sollen, Zivilisationen zusammenbrechen müssen, nur weil sich was verändert.

Neubauer: Ich würde Ihren Optimismus wirklich gerne teilen. Aber bis dahin schaue ich auf die Daten [...].«¹

Es gibt nahezu nichts, was vom Klimadiskurs ausgespart wird. Es geht um das Verhältnis von Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft, um das Verhältnis von Natur und Gesellschaft, um das Verhältnis von Wahn und Kontrolle, um das Verhältnis von Wissenschaft und Gesellschaft. Über nichts weniger als all das war auch der unlängst, für seinen Beitrag zur Identifikation des menschlichen Einflusses auf das Klima gekürte Nobelpreisträger Klaus Hasselmann mit der Aktivistin Luisa Neubauer im Gespräch. Wie schon in dem einleitenden Zitat deutlich wird, spiegeln sich in dieser experimentellen Gesprächssituation zahlreiche typische Facetten des Klimadiskurses wider. Was kann man aus der Vergangenheit lernen, um die Gegenwart für die Zukunft zu gestalten? Ist das Schicksal der Gesellschaft mit dem Zustand ihrer Klima-Nische verwoben oder ist die Gesellschaft im Besitz der Kontrolle? Was kann die Wissenschaft mit ihren Daten und Modellen leisten, um die gesellschaftliche Zukunft in Einklang mit der Natur zu bringen?

All diese Fragen haben sich die Protagonisten dieser Gesprächssequenz nicht ausgedacht. Sie haben tiefe historische Wurzeln und auf einige von ihnen oder zumindest auf Varianten von ihnen ist diese Arbeit immer wieder gestoßen. Manch eine Frage kann man bis ins 19. Jahrhundert zurückverfolgen, andere Fragen wurden erst durch die Klimaforschung der 1970er und 1980er Jahre aufgeworfen, wieder andere bildeten sich im zweiten Drittel des 20. Jahrhunderts allmählich heraus. Historische Soziologie will die Gegenwart besser verstehen und begreift Geschichte als Mittel der Wahl für ein solches Erkenntnisinteresse. Diese Schlussbetrachtung hat zwei Aufgaben. Erstens rekapituliert sie entlang der in Kapitel 2.5 eingeführten Vergleichsdimensionen (Gesellschaftskategorien, Zeit, Raum, Darstellungsformate, Holismus, Reduktionismus

1 Im Gespräch mit Habekuß & Probst (2021: 36).

und Variation) die zentralen Ergebnisse der Kapitel 6 und 7, setzt sie in ein Verhältnis zum ersten Teil der Untersuchung und arbeitet die Erträge der Analysen heraus (8.1). Zweitens fragt sie, nachdem in Kapitel 2 bereits drei Wege skizziert wurden, ein zweites Mal, wie sich die Soziologie gegenüber naturwissenschaftlichen Gesellschaftsbeschreibungen verhalten könnte (8.2).

8.1 Zusammenfassung, Erträge, Perspektiven

Beinahe überraschend kam es für das klimabeforschende Feld, dass die Gesellschaft in der Mitte des 20. Jahrhunderts wieder in ihren Untersuchungsbereich rückte. Ihre Prominenz ist Folge wie Indikator mindestens sechs, tiefgreifender *Variationsschübe* wissenschaftlichen Wissens, die das klimabezogene Forschungsfeld im 19. und 20. Jahrhundert erlebte. *Erstens* bildete sich als Ausdruck eines zunehmenden Erkenntnisinteresses an der weltweiten Streuung und Beziehung meteorologischer Phänomene eine weitverzweigte planetare Infrastruktur heraus, die sich zunächst die Erdoberfläche erschloss, bald auf die Flugbahnen erstreckte und schließlich tausende Meter in die Höhe und die Tiefe vordrang. Die Reichweitensteigerung wurde flankiert durch den Ausbau der Telegrafie, die Standardisierung der Zeit sowie die Verbreitung und Vernetzung von organisierten Beobachtungszentren, in denen die Beobachtungen zusammenliefen, korrigiert, weiterverarbeitet und distribuiert wurden.

Angetrieben wurde der Ausbau der Infrastruktur *zweitens* durch methodische und theoretische Innovationen. War die Wetterkarte im 19. Jahrhundert als Methode entstanden, um das Problem der Wettervorhersage zu lösen, offenbarte sie bald ihre Grenzen. Nicht nur mangelte es ihr an einer theoretischen Fundierung, sie bildete auch das Wettergeschehen nur unzulänglich ab. Auf der Wetterkarte waren nur, so die zunehmende Einsicht, Ausschnitte eines globalen Zusammenhangs zu sehen. Bekräftigt wurden diese Zweifel um die Jahrhundertwende durch eine globale Theorie des Globalen, die sowohl den Ausbau der Infrastruktur forderte als auch mit universalem Wahrheitsanspruch die Variablen bestimmte, mit denen der Globalität atmosphärischer Erscheinungen Rechnung getragen werden sollte.

Drittens diffundierten die neuen Theorien durch interdisziplinäre Rezeption und aufgrund der inner- wie außerwissenschaftlichen Prestigegewinne der auf ein physikalisches Fundament gestellten Meteorologie bald in ihre Nachbardisziplin. Sie trafen auf eine Klimatologie, die sich einem humboldtschen Programm verpflichtet hatte, das sich nicht für die physikalische Erklärung globaler Zirkulationsmuster interessierte, sondern für die Beschreibung der Einprägung lokaler Klimaverhältnisse in Körper, Geist und Leben des Menschen. Während die klassische

Klimatologie den Bezug zum Menschen zu einer ihrer zentralen Untersuchungserfordernisse gemacht hatte, war das zweite Drittel des 20. Jahrhunderts durch eine Dezentrierung des Menschen und eine Vernaturwissenschaftlichung der Klimatologie geprägt. Nur zögerlich adaptierte die unter den Druck interdisziplinärer Kommunikation und inner- wie außerwissenschaftlicher Prestigeverluste geratene Klimatologie die physikalische Perspektive der Meteorologie, bildete allmählich eine Vorstellung vom Klima als globales, singuläres und zeitlich konstituiertes System heraus und wandte sich von ihrem bis dahin zentralsten Bezugspunkt ab: dem Menschen.

Doch *viertens* holte der Aufstieg der Treibhaustheorie aus dem Bereich der Spekulation den Menschen wieder ins Sichtfeld klimabezogener Forschung. Für die Dynamische Klimatologie, wie sie sich nun selbst bezeichnete, lag es keineswegs auf der Hand, sich erneut mit dem Menschen zu befassen, nachdem sie sich in einem langwierigen Prozess der Meteorologie und der Physik angenähert und von einem menschenbezogenen Klimabegriff distanziert hatte. Nun wurde der Vorschlag für eine Refokussierung des Menschen aus der Wissenschaft jenseits der Klimatologie formuliert. Für die Treibhaustheorie erwies sich das Problembewusstsein für die globale Atmosphäre als janusköpfige Angelegenheit. Einerseits hatte der Bezug zum Menschen an Attraktivität verloren. Erstrebenswert waren physikalische Theorien über die atmosphärische Zirkulation, nicht heikle Hypothesen über den Menschen. Andererseits gewann die Treibhaustheorie nur vor dem Hintergrund einer thermodynamischen Theorie der globalen Atmosphäre an Plausibilität. Vorausgesetzt die Erde ist von einer durchsichtigen Luftschicht umgeben, die das Weltklima reguliert, wäre eine Manipulation dieser Luftschicht nicht mit weitreichenden Konsequenzen für das Weltklima und den Wärmehaushalt der Erde verbunden? War dieser Gedankengang im 19. Jahrhundert noch lediglich eine physikalische Überlegung, entpuppte er sich um die Jahrhundertwende in Gestalt einer Klimawandeltheorie vollends als Spekulation. Als physikalische Theorie galt die Treibhaustheorie bestenfalls als unterhaltsam, keinesfalls als realistische Zukunft. Aber auf Grundlage des neuen thermodynamischen Verständnisses schien ein menschlicher Eingriff in den planetaren Wärmehaushalt mindestens bedenkenenswert, Mitte der 1950er schon besorgniserregend.

Durch die Rezentrierung des Menschen unterschied sich die Treibhaustheorie auch von den Grundannahmen konkurrierender Klimawandeltheorien. Während letztere mehrheitlich den Menschen als Objekt von Klimaänderungen behandelten, brach sich mit der Treibhaustheorie eine Klimawandeltheorie Bahn, die den Menschen als Subjekt, als unabhängige Variable, als Naturgewalt positionierte. Für die anderen Klimawandeltheorien, vor allem solche, die als Schwankungs-, Zivilisations- und Epochentheorien angelegt waren, war der Mensch ein Spielball der

kommenden und gehenden Klimaveränderungen. Aus Sicht der Treibhaustheorie aber war der Mensch ein treibender Klimafaktor, der ein globales Selbstexperiment mit seinen Lebensgrundlagen durchführte. Nicht das Klima vertrieb den Menschen aus seiner Klima-Nische, es war der Mensch selbst, der sich dort herauszukatapultieren drohte.

In dieser häretischen Grundlage gab es nur wenige Forschungsfelder, bei denen die Treibhaustheorie hätte anschlussfähig sein können. Es dauerte daher einige Jahre und Jahrzehnte, bis sie größere Aufmerksamkeit erlangte. Da keine Disziplin einen Monopolanspruch auf einen Gegenstand anmelden kann und die Klimatologie nur geringes Interesse zeigte, diffundierte, *fünftens*, die Treibhaustheorie in die interdisziplinäre Nachbarschaft, wo sich zwei Rezeptionskontexte jenseits der Klimatologie als gesellschaftlich wie wissenschaftlich anerkannte Abnehmer der Treibhaustheorie erwiesen. Zum einen gelangte sie mit der Wetterbeeinflussung an ein Forschungsfeld, das mit einer ähnlichen Grundannahme operierte. Mit der Wetterbeeinflussung teilte die Treibhaustheorie die Vorstellung, dass der Mensch seine Umwelt umgestalten kann, sie unterschied sich von ihr aber in der Frage, ob er das auch sollte. Ab Mitte der 1950er Jahre verschob sich binnen zwei Jahrzehnten das Forschungsinteresse von der beabsichtigten Modifikation des Wetters über die unbeabsichtigten Klimafolgen beabsichtigter Wettermodifikation zu den unbeabsichtigten Klimafolgen sozialen Handelns. An die Stelle der beabsichtigten, kleinräumigen und kurzfristigen Wetterkontrolle trat das unbeabsichtigte, großräumige und langfristige Klimaexperiment. Zum anderen entwickelte sich die Computermodellierung in den 1960er Jahren als günstiger Nährboden für die Treibhaustheorie. Denn mit Modellen ließ sich das noch nie dagewesene und nicht wiederholbare Experiment erkunden. Die Theorie-Methoden-Daten-Kombination konnte alle Informationen, sofern sie in ein computertaugliches Format zu bringen waren, bis zur Erschöpfung der technischen Leistung absorbieren. Jedes dieser einzelnen Teile vermochten die Modelle aufzunehmen und zu einem Gesamtbild hinzuzufügen.

Die neuartige Rechenmaschine wurde für die Integration der beteiligten disziplinären Perspektiven auf das unüberschaubare Klimaproblem unerlässlich und letztlich zur Zugangsvoraussetzung für die interdisziplinäre Zusammenarbeit. Insofern markierte die Verbreitung des Computers, *sechstens*, eine Variation klimawissenschaftlicher Wissensgenerierung sowohl durch die Zusammenführung von Theorien, Methoden, Daten und Technologie als auch durch die Begrenzung und Ausweitung interdisziplinärer Kooperation. Von dem Modell und dem zugrundeliegenden interdisziplinären Wissen aus gesehen war das Klima ein globales, hyperkomplexes, über Feedback-Mechanismen, nichtlineare Prozesse und Selbstverstärkungseffekte eng verkoppeltes System.

Anfang der 1970er liefen die zwei weitestgehend ohne Berührungspunkte arbeitenden Forschungsströmungen – Klimamodifikation und

Klimamodellierung – zusammen und begründeten ein Feld, das sich als Klimawandelforschung versteht und mit dem Wort ›Wandel‹ eine Doppelbedeutung aus Zeit- und Gesellschaftsbezug verbindet. Zusammengehalten wird es durch die unerschütterliche Überzeugung, dass Klima und Gesellschaft unweigerlich in einer Einflussbeziehung zueinanderstehen und die Klimaforschung als Ansprechpartnerin über dieses Verhältnis fungiert. Die Klimaforschung entstand als ein globaler und interdisziplinärer Forschungszusammenhang, der der Evolution der Zwischensystembeziehung zwischen Weltklima und Weltgesellschaft nachspürt.

Die Klimaforschung übertrug ihre Überlegungen über die Globalität und Systemhaftigkeit des Klimas auf die soziale Welt und entwickelte neue *Gesellschaftskategorien*. Nach anfänglichen Experimenten mit dem Begriff des Menschen im zweiten Drittel des 20. Jahrhunderts erweiterte die Klimaforschung ihr Repertoire an Gesellschaftsbegriffen rasant ab den 1970er Jahren. Wenn es ein globales Klimasystem gibt, müsse ihr ein *globales Gesellschaftssystem* gegenüberstehen, wenn es eine Biosphäre gibt, könne es nur eine einzige *Soziosphäre* geben, wenn das Klima sich aus verschiedenen Komponenten zusammensetzt, könne es sich bei der Gesellschaft nur um eine *plurale, mehrschichtige Gesellschaft* handeln, wenn sich das Weltklima wandelt, dann müsse sich die *Weltgesellschaft* eben zu einer kollektiv handelnden *Weltgemeinschaft* wandeln. Spätestens mit der Entdeckung der Weltgesellschaft im Spiegel des Experiments mit dem Weltklima löste die Theorie zeitlicher Begrenzung die Theorie räumlicher Begrenzung ab. Damit stand die eine einzige Gesellschaft, ihre Wechselbeziehung mit ihrer durch eine glückliche Fügung entstandenen singulären Klima-Nische und die Frage im Mittelpunkt, wie lange die Klima-Nische der Gesellschaft erhalten und damit auch wie lange der weltgesellschaftliche Fortbestand gesichert bleiben wird. Anders als die Klimatologie interessierte sich die Klimaforschung nicht mehr für die Gesellschaft als klimatisch hervorgebrachte Rassen, Kulturen und Zivilisationen in geografisch verstreuten Klima-Containern. Sie wählte einen universalen, generischen Gesellschaftsbezug. Es ging um alles, die Menschheit in ihrer Gesamtheit.

So gerieten zahlreiche gesellschaftliche Bereiche und etliche soziale Aktivitäten als Verdachtsfälle klima-sozialer Rückkopplungseffekte in den Fokus. Stück für Stück baute sich die Klimaforschung einen *holistischen* Blick auf die Welt auf. Den Holismus erbte die Klimaforschung von der Klimatologie. Bereits letztere drang auf die Erfassung der Gesamtheit klimatologischer Erscheinungen an einem bestimmten Ort, der Gesamtheit der Klimaverhältnisse auf der Welt und der Gesamtheit des menschlichen Lebens und Zusammenlebens. Unter klimatologischen Gesichtspunkten schien die *gesamte* soziale Welt unter dem Einfluss vom Klima zu stehen. Das Klima schrieb sich ein in die Stimmungslage, die körperliche Verfassung und die kulturelle Praxis. Es markierte die

territorialen Grenzen der Gesellschaften, bestimmte die wirtschaftliche Produktion, formte kulturelle Mentalitäten, erforderte geschlechtliche Arbeitsteilung und erhöhte oder trübte die Arbeitsleistung. Die Klimaforschung übernahm die holistische Perspektive. In ihrem Weltbild war von politischen Entscheidungen, bauwirtschaftlicher Konstruktion und ökonomischer Produktion über Mobilität, Tourismus und Ernährung bis hin zu Lebensstandards und Familienplanung die *gesamte* soziale Welt mit nichtintendierten Klimafolgen verbunden. Umgekehrt offenbarte sich das Klimaproblem als allumfassendste Bedrohung, die sowohl jeder Weltregion Schäden zufügen als auch jeden sozialen Bereich treffen werde und mit anderen Problemlagen verknüpft sei. In dieser Weltsicht, nicht nur bedingt durch das niedrige Auflösungsvermögen der Modelle, hatten soziale und geografische Differenzen keinen Platz. Die Ungleichverteilung von Betroffenheit und Verantwortlichkeit galt angesichts der Durchdringung der Welt durch das Klima als obsolet. Jeder trug zum Klimawandel bei, jeder würde eines Tages unter ihm leiden.

Der Holismus der Klimaforschung entfaltete seine eigentliche Wirkung durch das Steigerungsverhältnis, in dem er mit dem *Reduktionismus* stand. Je mehr ins Blickfeld geriet, desto mehr ließ sich in Abhängigkeit vom Klima beschreiben. Auch dies teilte die Klimaforschung mit der Klimatologie. Bereits letztere hatte Klima als polyvalentes Konzept behandelt und Krankheit, Kultur, Leistung, Wohlstand und Moral für abhängig von den Klimaverhältnissen erklärt. In Übereinstimmung mit dieser Perspektive isolierte auch die Klimaforschung das Klima heraus und generalisierte es zur alles erklärenden, alles definierenden Variable hoch, sodass jede soziale Tätigkeit bloß hinsichtlich ihrer CO₂-Kosten betrachtet wurde, sodass Glück und Leid lediglich vom Zustand des Klimas abzuhängen schienen und sodass andere Problemlagen zu Randnotizen schrumpften. Ein Holismus, gepaart mit einem Reduktionismus, der die gesellschaftliche Wirklichkeit auf die Abhängigkeit vom Klimazustand begrenzte, wurde zum dominanten Schema der klimawissenschaftlichen Weltbeobachtung.

So sehr die Klimaforschung eine Deutungskompetenz auf immer zahlreichere und fernere Gegenstandsgebiete reklamierte, in demselben Ausmaß griffen ihre Beschreibungen in die *Zeit* der Gesellschaft aus. Damit wich sie deutlich von der klassischen Klimatologie ab und radikalisierte stattdessen die Orientierung der Dynamischen Klimatologie. Erstere bevorzugte eine Beschreibung von Klima und Gesellschaft in der Dimension des *Raums* bei gleichzeitiger Abwertung der Zeit. Der Raum galt ihr als Einheit der Differenz natürlicher Laboratorien mit konstanten Bedingungen, die es durch systematische Beobachtungen, aber auch unsystematische Feldforschungen zu vergleichen galt. Mit der Dynamischen Klimatologie kam es zu einer Rejustierung des Verhältnisses von Zeit und Raum. Das Interesse an räumlichen Variationen trat zugunsten eines Interesses

an der zeitlichen Variabilität und der globalen Dynamik atmosphärischer Zirkulation zurück. Die sich bis dahin vollzogene Verzeitlichung des Raumes verschärfte die Klimaforschung. Sie entwickelte eine Perspektive, die die Grenzen und Differenzen gleichsam aufhob und räumliche Variationen nur als Vorboten einer globalen Entwicklung begriff.

Mit Bezug auf die Vergangenheit datierte sie die Entstehung der modernen, Industrie- oder Weltgesellschaft auf den Beginn des Experiments mit den gesellschaftlichen Bestandsgrundlagen. Die Gesellschaft habe ihre Stabilität der Destabilisierung des Klimas zu verdanken. Seit Mitte des 19. Jahrhunderts habe sie sich auf Kosten des Klimas Wohlstand, Freiheit und Fortbestand erkaufte. Phasen gesellschaftlicher Instabilität wie Krieg und Krise waren hingegen Phasen, in denen sich das Klima erholte. Genauestens ließe sich retrospektiv rekonstruieren, wie die Gesellschaft in diese Lage geraten war. Mit der CO_2 -Messung ab Mitte der 1950er Jahre stand sie nun unter Dauerbeobachtung. An der Kurve ließ sich ablesen, wie sich allmählich das Blatt wendete.

Im Anschluss an die Treibhaustheorie – und wieder anders als die gängigen Klimawandeltheorien – galt die Aufmerksamkeit der Klimaforschung allen voran der Erschließung der Zukunft. Mit dem Menschen als Klimafaktor stellten sich erstmals Anfragen an die Zukunft als eigenständige Zeitkategorie. Wie auch immer sich die menschengemachte Zukunft schließlich entfalten würde, sie war definitiv das Ergebnis eines globalen Selbstexperiments mit den gesellschaftlichen Bestandsgrundlagen und mit unabsehbaren Folgen. Man könne zwar aus der geologischen Vergangenheit grobe Richtwerte beziehen, in keinem Fall aber die Zukunft aus der Vergangenheit ableiten. Im Rahmen der Treibhaustheorie anthropogener Erderwärmung ist die Vergangenheit keine zuverlässige Referenzkategorie für die Erwartungsbildung. Mithilfe des Computers erzeugte die Klimaforschung Modelle, die die Ungewissheit der Zukunft nicht nahmen, sondern umgekehrt zum Erkenntnisprinzip erklärten. Mit Computermodellen ließen sich Pfade, Wenn-Dann-Zusammenhänge, Szenarien, kurz: Möglichkeiten abtasten. Statt die tatsächlich eintretende Zukunft vorzuberechnen, stellte die Modellierung die Zukunft als Möglichkeitshorizont pluraler Zukünfte dar – ein Was-wäre-wenn-Bereich von gesellschaftlichen Klimazukünften. Insofern ließ der Computer die naturwissenschaftliche Klimaforschung nicht nur als Produzentin von Gesellschaftsbeschreibungen entstehen. Er brachte sie auch als Produzentin von gesellschaftlichen Zukunftsbeschreibungen hervor.

Die Klimaforschung mobilisierte ihre Modelle, um Szenarien zu erarbeiten, Entwicklungspfade aufzuzeigen und Grenzwerte auszuloten. Würde das Klima die Gesellschaft zur Dekarbonisierung zwingen, ihr gänzlich ein Ende setzen oder gibt es Hoffnung, dass die Gesellschaft rechtzeitig umsteuert? In ihren Szenarien und Grenzwerten verarbeitete

die Klimaforschung ihre Annahmen darüber, aus welchen Komponenten die Gesellschaft besteht, über wie viel Gestaltungsfähigkeit sie verfügt und wie robust sie gegenüber ihren klimatischen Umweltbedingungen ist. Für ein Problem, das nicht ein für alle Mal zu lösen ist und sich weit in die Zukunft erstreckt, so die unmittelbare Einsicht, waren Grenzwerte ein nützliches Instrument, um es in eine Form zu bringen, die es bearbeitbar oder zumindest verzögerbar erscheinen lässt. In Kombination und durch Ableitung wurden Grenzwerte wie Jahres- und paläohistorische Werte oder ein Höchstmaß an CO_2 -Austoß und Temperatursteigerung diskutiert. Ihre Überschreitung löse nicht nur eine drastische Verschiebung im Klimasystem aus. Jenseits dessen würde auch eine Gesellschaft warten, die definitiv eine andere als die Gesellschaft seit Mitte des 19. Jahrhunderts sein werde. In diesem Sinne verschränkte die Klimaforschung nicht nur Vergangenheit und Zukunft von Klima und Gesellschaft; sie setzt sie in eins.

Die *Darstellungsformate* der Klimatologie erlebten mit der Klimaforschung eine grundlegende Erneuerung. Der Totaleindruck als Beobachtungs- und Darstellungsprinzip konnte durch die Modellierung fortgeführt, ja perfektioniert werden. Wenn die Leistungsfähigkeit des Computers es zuließ, waren die Modelle beliebig erweiterbar. So verdichtete und erweiterte sich der Totaleindruck mit jeder Komponente, jedem Datenpaket, jeder zusätzlichen Disziplin. Zwar galt das Klima anders als zur Zeit der Klimatologie nicht mehr als unmittelbar erleb- und beobachtbares Phänomen, aber auch die Klimaforschung arbeitete mit Darstellungsformaten, die dem Klima Anschaulichkeit verliehen und in denen der Totaleindruck seinen Ausdruck fand. Zu ihnen gehörten: Totalvisualisierungen, in denen die verzweigten Beziehungen zwischen den vielen Systemen und Subsystemen, Molekülen und Mechanismen und nicht mehr die klimatische Differenzierung abgebildet wurden; Kurven, mit denen Gesellschafts- und Klimageschichte erzählt wurde; und Liniendiagramme, die verschiedene Zukunftsszenarien veranschaulichten. Weil die Visualisierungen zugleich von den zugrundeliegenden Daten abstrahierten, theoretisch unterdeterminiert waren und gesellschaftlich ungleiche Verhältnisse aggregierten und invisibilisierten, griff die Klimaforschung darüber hinaus – sogar mehr noch als die Klimatologie und trotz der technisierten Arbeitsweise – zurück auf sprachliche Theorien, mit denen sie sichtbar machte, was die Visualisierungen nicht unmittelbar preisgaben, auf Klimatomorphismen, die wie die klimatologischen Soziomorphismen und Anthropomorphismen theoretische Leerstellen überbrückten, und auf literarische Technologien, mit denen Zweifel an der bis dahin gültigen Wirklichkeit gesetzt wurden.

Auf den ersten Blick schien die Welterzählung der Klimaforschung wie eine Erwartungsenttäuschung. In den 1950er und 1960er Jahren

verhiessen andere Weltgesellschaftsentdecker eine aussichtsreiche Zukunft, die bereits in der Gegenwart angelegt war und sich linear fort-schreiben würde. Sie wurden in den 1970er Jahren abgelöst durch pes-simistische Weltgesellschaftsentdecker, die ein Ende der Welt, wie man sie bislang kannte, prophezeiten. Auch die Klimaforschung wirkte an der Verunsicherung der Lage mit, jedoch aus einem anderen Impetus heraus. Während die Pessimisten den Kollaps für unausweichlich hielten und nur das ihre Botschaft war, war Misstrauen, Ungewissheit und Skepsis für die Klimaforschung bloß Mittel zum Zweck. Noch bevor sie mit Letzt-gewissheit den anthropogenen Klimawandel nachweisen konnte, schürte sie stattdessen Misstrauen an der Wirklichkeit. Denn ein Gesellschafts-wandel, so ihre Hoffnung, könne den Klimawandel abwenden. So ge-staltete sie die Darstellungsweise ihrer Welterzählung als *technology of distrust*. Demnach sei die Realität nicht so wie sie scheint, in Wirklich-keit befinde sich die Gesellschaft in einem globalen Selbstexperiment, das durch die alltäglichsten Tätigkeiten unkontrolliert beschleunigt werde und das noch schlummernde Risiken berge, die von noch unbekanntem Ausmaß seien. In dieser Welterzählung hatte auch die Klimaforschung ei-nen gesonderten Platz. Sie sei die unfehlbare, überzeitliche und standort-ungebundene Experimentleiterin, die die Gesellschaft dabei unterstützen könne, aus dieser Lage heraus und in eine sichere Klima-Nische hinein zu navigieren. Insofern war und ist die Klimaforschung beides: Weltver-schlimmerung und Weltverbesserung.

Ich hoffe, mit der vorliegenden Untersuchung einen Beitrag vorlegt zu haben, dessen Erträge nicht nur von historischem Interesse sind, son-dern auch für diverse soziologische Diskussionen relevant sind. *Erstens* nimmt die Arbeit eine Perspektiverweiterung vor, von der sie sich er-hofft, dass sie einen Beitrag zur Soziologie im Allgemeinen leistet. Wäh-rend sie die klimawissenschaftliche Perspektive auf die *gesellschaftliche Erzeugung von Umweltproblemen* rekonstruierte, lenkte sie zugleich die Aufmerksamkeit auf die Frage, wie *Umweltbedrohungen Gesellschaft erzeugen*. Diese Perspektiverweiterung erlaubt es, – trotz aller Umbrü-che – die bedeutsamste Kontinuität und Leitthese der Arbeit nachzu-vollziehen: Noch bevor der Einfluss der Gesellschaft auf das Klima im Zentrum wissenschaftlicher Debatten stand, fungierte seit der Konsoli-dierung der Klimatologie im 19. Jahrhundert das Klima als Spiegel, in dem Gesellschaft beobachtet wird. Über den Zeitraum von rund 150 Jahren hinweg zeigte sich die Produktion von wissenschaftlichem Wis-sen über die Gesellschaft und ihre widrigen Umweltverhältnisse. Ver-allgemeinert man diese Überlegung zu der These, dass Bedrohungen als Katalysatoren für die Produktion von Gesellschaftsrepräsentatio-nen fungieren, ergeben sich eine Reihe möglicher Forschungsperspek-tiven. Aussichtsreich erscheint mir eine systematische Auseinander-setzung mit unterschiedlichen Bedrohungslagen wie Pandemien, dem

Biodiversitätsverlust, (hybriden) Kriegen, der Künstlichen Intelligenz und Digitalisierung oder Wirtschaftskrisen.

Zweitens hat die Untersuchung einen Beitrag zur wissenschaftssoziologischen Diskussion um das Verhältnis zwischen Natur- und Sozialwissenschaften angestrebt. Die Arbeit zeigt zweierlei. Zum einen kann keineswegs von einer Versozialwissenschaftlichung der Klimaforschung die Rede sein, die vormalig sauber gezogene Grenzen durchkreuzt hätte. Im Gegenteil lässt sich bereits die Klimatologie als *Konkurrenzprogramm* zu den Sozialwissenschaften verstehen. Sowohl in methodischer (Feldforschung, Befragung) und theorietechnischer Hinsicht (dichte Beschreibungen statt allgemeiner Gesetze) als auch mit Blick auf das Gegenstandsgebiet (vom Selbstmord bis zur Wirtschaft) sind hier bereits Überschneidungen mit den Sozialwissenschaften angelegt. Selbst als sich eine echte naturwissenschaftliche, enthumanisierte Klimatologie am Horizont abzeichnete und später die Klimaforschung sogar die Grenzen ihrer theoretischen und methodischen Kompetenzen artikulierte und die Sozialwissenschaften zur Mitarbeit aufrief, folgte die Gesellschaft der Klimaforschung, in Hans Paul Bahrds (2003: 181) Worten, »auf Schritt und Tritt«. Zum anderen wäre eine Beschreibung des Verhältnisses zwischen Natur- und Sozialwissenschaften lediglich als Konkurrenzbeziehung und nur unter Gesichtspunkten der Hierarchisierung, Marginalisierung oder des Imperialismus deutlich verkürzt. Vielmehr zeigt sich, dass Sozial- und Naturwissenschaften wiederholt in *Konvergenzbeziehung* zueinander treten. Angefangen bei der Beschreibung der Gesellschaft in politisch-territorialen Kategorien bis hin zur zeitgleichen Entdeckung der multipel differenzierten Weltgesellschaft kamen sozialwissenschaftliche wie klimabasierte Gesellschaftstheorien wiederholt zur Deckung. Eine Erklärung dafür, dass vielfach nicht gesehen wird, dass die Grenzen zwischen Natur- und Sozialwissenschaften nicht scharf verlaufen, ist einer Randnotiz von Michel Callon (2006) zu verdanken:

»Obwohl Wissenschaftler und Ingenieure, welche in höchst technische Kontroversen involviert sind, in gleicher Weise der Gesellschaft wie der Natur misstrauisch gegenüberstehen, enthält der Bericht der Soziologen im Allgemeinen keinen Hinweis auf die Diskussionen der Akteure über soziale Strukturen. Der Soziologe tendiert dazu, die Akteure selektiv zu zensieren, wenn sie über sich selbst, ihre Verbündeten, ihre Widersacher oder soziale Hintergründe sprechen. Er gestattet ihnen nur dann, sich frei zu äußern, wenn sie von der Natur sprechen. [...] Forscher haben das Recht, in minutiösesten Details über solare Neutrinos, Koeffizienten statistischer Zusammenhänge und die Form des Gehirns zu diskutieren, aber die von ihnen vorgeschlagenen und erörterten sozialen Analysen und Interpretationen werden gleichzeitig als irrelevant betrachtet [...].« (Callon 2006: 138f.).

Folgt man Callons Überlegungen, so ist es insbesondere das *selektive* Interesse an dem streng ›Naturwissenschaftlichen‹ der Naturwissenschaften bei einem *generalisierten* Desinteresse an ihren »sozialen Analysen«, das sowohl die langjährige Konkurrenz als auch die wiederkehrende Konvergenz verdeckt. Man kommt nicht umhin, für eine vergleichende Soziologie sozial- wie naturwissenschaftlicher Gesellschaftsbeschreibung zu werben, die, in Callons Worten, nicht die Naturwissenschaften ›zensiert‹.

Dies führt *drittens* zu einigen Implikationen für die historische Soziologie. Traditionell gehören unter anderem Kolonialismus, Nationalismus, Globalisierung und das Verhältnis der Sozialwissenschaften zu diesen Prozessen zu ihren Problemfeldern. Dass auch die Naturwissenschaften ungeheure Datenmengen und Theorien im Rahmen kolonialer Expeditionen generierten, zur nationalen Identitätsbildung beitrugen und die globale Vernetzung und Kategorienbildung mitinitiierten und beförderten, gehört zu den zentralen Einsichten der Arbeit. Speziell die historische Soziologie der Sozialwissenschaften, die unter anderem von George Steinmetz verfolgt wird, schiene mir von einem weiträumiger abgesteckten Forschungsgegenstand zu profitieren. In seinem jüngst erschienen »The Colonial Origins of Modern Social Thought« widmete er der Geografie als kolonialer Nachbarsozialwissenschaft der Soziologie kaum mehr als eine Seite (Steinmetz 2023: 107f.). Durch die Engführung der Geografie auf ihren sozialwissenschaftlichen Zweig entgehen ihm die analytischen Möglichkeiten, die sich ergeben, wenn man die Geografie nach ihrer naturwissenschaftlichen Seite befragt, deren sozialforschische Ambitionen denen der Sozialwissenschaften in nichts nachstanden. Ich hoffe, mit dieser Untersuchung einen neuen Gegenstandsbereich für die historische Soziologie (der Sozialwissenschaften) erschlossen zu haben, der ebenso, jedoch mit naturwissenschaftlichem Gesellschaftswissen, an den gesellschaftlichen Umwälzungen seit dem 19. Jahrhundert beteiligt war.

Durch die Akzentuierung der Ordnungsleistungen des klimabeforschenden Feldes und seiner Mitwirkung am gesellschaftlichen Selbstverständnis rückt die Arbeit *viertens* die in der Weltgesellschaftsforschung bislang eher stiefmütterlich behandelte naturwissenschaftliche Gesellschaftsbeschreibung in den gesellschaftstheoretischen Fokus. Die Studie korrigiert den gesellschaftstheoretischen Bias, wonach Gesellschaftsbeschreibungen innerhalb der Wissenschaft allenfalls in den Sozialwissenschaften zu suchen sind. Sie lenkt die Aufmerksamkeit auf die klimawissenschaftliche ›Mitentdeckung‹ der Weltgesellschaft und ergänzt die Arbeiten von John W. Meyer, David Frank und anderen dahingehend, dass sie über die Rekonstruktion eines neuen *Umweltbewusstseins* und fragmentarische Referenzen – etwa zum Verhältnis von *Homo sapiens* und Umwelt (Frank 1997: 411) – hinaus auch die Entstehung eines

neuen *Gesellschaftsbewusstseins* systematisch nachvollzieht. Angesichts einer absehbar nicht nachlassenden Relevanz natur-, technik- und lebenswissenschaftlicher Forschung im Kontext globaler Problemlagen wie *pandemic preparedness*, *planetary health*, digitaler Transformation und nicht zuletzt Klimawandel bietet sich für die Weltgesellschaftsforschung die Aussicht auf ein neues Betätigungsfeld, auf dem sie Globalisierungsdynamiken studieren kann, die durch Gesellschaftsrepräsentationen jenseits der Sozialwissenschaften angestoßen und vorangetrieben werden.

Schließlich impliziert die Arbeit, *fünftens*, auch eine Schlussfolgerung für die öffentliche Debatte und die Klimaforschung. Die Bedingungen, die es der Klimaforschung erlauben, Gesellschaftswissen zu produzieren, gelten gesellschaftsweit. Eine soziologische Perspektive auf die Klimaforschung zeigt, dass die Gesellschaft einen enormen Wissensbedarf über sich selbst hat und zulässt, ja geradezu fördert, dass überall in der Gesellschaft über die Gesellschaft Wissen, auch »unbequemes Wissen« (Rayner 2012), generiert wird. Daher ist Gesellschaftswissen nicht nur in den Sozialwissenschaften, sondern auch in den Naturwissenschaften anzutreffen. *Daher* gibt es aber *auch* die Diskursverzerrung durch die Ölindustrie, die Desinformationen in der Politik, die mediale Thematisierung von Protestformen statt Protestanlässen. In der Gesellschaft zirkuliert eine Vielzahl an Gesellschaftsbeschreibungen, die widersprüchlich, inkongruent und vor allem *unverbindlich* sind. Die Gesellschaftsentwürfe der Klimaforschung treffen auf eine »Selbstbeschreibungsp pluralität« (Fuchs 1992: 62ff.), die sich widerständig zeigt und ihr Eigenrecht auf Wirklichkeitsinterpretation einfordert.

Die Klimaforschung gehört nicht bloß zu den für einen überlieferten Wirklichkeitsausschnitt zuständigen »berufenen Interpreten« (Durkheim 1984: 105). Sie ist auch nicht bloß ausgestattet mit der »institutionalisierte[n] Kompetenz zur Konstruktion von Wirklichkeit« (Hitzler et al. 1994). Vielmehr erhebt sie den Anspruch auf *Welt-Spezialistentum*, über das Berger und Luckmann (2013: 125) schreiben, dass es »die absoluten Bestimmungen dieser ganzen Wirklichkeit selbst« vornehmen will. Diese Ambitionen kollidieren aber zum einen mit einer gesellschaftlichen Wirklichkeit, in der sich kein globaler Konsens über die Rangordnung von Weltproblemen herstellen lässt, auch wenn dies gelegentlich suggeriert wird. Vor wenigen Jahren listete die *Union of International Associations* rund 12.000 Weltprobleme in ihrer Datenbank (vgl. Rödder 2015: 390) – inzwischen hat sich die Zahl beinahe verfünffacht. Die Gesellschaft versteht sich faktisch nicht als Weltklimagesellschaft, sondern als eine Weltgesellschaft *mit* Klimaproblemen. Die Ambitionen der Klimaforschung kollidieren zum anderen mit einer gesellschaftlichen Wirklichkeit, die sich eine Geschichtsschreibung, die ihre *gesamte* Historie als fortschreitende Selbstgefährdung begreift, ein Zukunftsszenario, das *alles* anders als erwartet zeichnet, oder eine Gegenwartsdiagnose, in

der ein *kollektives* ›Wir‹ auf Kosten partikularer Belange im Entstehen begriffen ist, nicht gefallen lässt. Damit gehört die Klimaforschung neben anderen Wissenschaften wie Medizin, Psychologie, Neuropsychologie und Biologie zu jenen Forschungsfeldern, die Weingart (1983: 235) als vulnerabel für Politisierung charakterisiert hat, weil ihre »Erkenntnisziele oder das Anwendungspotenzial das Menschenbild infragestellen«. Eine Wissenschaft, die nach dem *vollständigen* Selbstverständnis der Gesellschaft greift und an seine Stelle eine gänzlich andere Beschreibung setzen will, stößt auf eine Gesellschaft, die »keine Repräsentation der Gesellschaft in der Gesellschaft vorsehen kann, sondern jede Annäherung in dieser Richtung der Beobachtung und der Kritik aussetzt« (Luhmann 1990: 665). Folgt man Bogner (2021: 93), lassen sich Gegenbewegungen wie die organisierte Klimawandelleugnung interpretieren als eine »typische und erwartbare Fundamentalkritik [...] gegen die Kolonialisierung der Gesellschaft durch die Wissenschaft«.

Bislang versuchte man, die Mikrowirklichkeiten der Alltagswelt, die Sonderwirklichkeiten gesellschaftlicher Bereiche und sogar die Privatwirklichkeiten der Klimawandelleugnung mit der Wirklichkeit der Klimaforschung in Einklang zu bringen. In einigen Hinsichten gelang dies erfolgreich, in anderen blieb die Klimaforschung erfolglos. Möglicherweise eröffnet sich hier eine Gelegenheit für die Soziologie, deren Reiz darin liegt, einen gegenläufigen Ansatz zu verfolgen. Dieser Forschungsperspektive widmet das abschließende Teilkapitel gesonderte Aufmerksamkeit.

8.2 Plädoyer für eine entwirrende Soziologie

Zu Beginn dieser Arbeit wurden drei Möglichkeiten skizziert, wie sich die Soziologie gegenüber naturwissenschaftlichen Gesellschaftsbeschreibungen verhalten könnte (Kap. 2). Der Weg der Aneignung versteht sie als Ressource und versucht den soziologischen Kern offenzulegen; der Weg der Abgrenzung führt über die Grenzziehung und Identitätsbestimmung. Diese Untersuchung hat den Weg der Befragung eingeschlagen und die Beschreibungen der Klimaforschung als Gegenstand behandelt, dessen Entstehung und Entwicklung es zu rekonstruieren galt. Am Ende dieser Arbeit angekommen, muss ich feststellen, dass es noch einen vierten Weg gibt. Die letzten Seiten will ich dafür nutzen, mich für den Weg der *Entwirrung* auszusprechen. Sofern man tatsächlich resümieren kann, dass historisch ein geschlossenes Weltbild zusammengewachsen ist, in dem es um alles geht, nichts ausgelassen werden darf und alles irgendwie miteinander verbunden ist – Schneider (1976: Kap. 5): »Everything Is Connected to Everything Else« –, wäre dann nicht eine Soziologie

gefragt, die auf Differenzierung, Entflechtung und Nuancierung besteht? Mit Blick auf rezente Entwicklungen in der Klimaforschung wäre dies umso gebotener. Denn wie eine solche Entwirrung gestaltet werden könnte, machen ironischerweise nun Teile der Klimaforschung selbst vor. Ich möchte zwei eindrucksvolle Beispiele nennen.

Wie in Kapitel 3 eingangs erwähnt, hatte die Flut im Ahrtal eine Diskussionswelle in deutschen Talkshows und Zeitungen losgetreten. Es ging um alles. Ist die Gesellschaft auf dem Weg, ihre Klima-Nische zu verlassen? Kann die Gesellschaft sich noch vor dem Klimawandel schützen? Ist das noch Wetter oder schon Klima? Klimarelativierung gegen Klimawarnung, Klimaanpassung gegen Klimaschutz, Klima gegen Wetter. Wenig verwunderlich hat es eine Weile gedauert, aber bald schaltete sich auch der Zweig der Klimaforschung ein, der auf den Zusammenhang von Extremwetterereignissen und Klimawandel spezialisiert ist. Ein Team um die Extremwetterforscherin und Weltklimarat-Leitautorin Friederike Otto veröffentlichte einen (nach meinem Dafürhalten zu wenig gewürdigten) Aufsatz; er titelte »Stop Blaming the Climate for Disasters« (Raju et al. 2022). Sie bezogen sich darin auf die alte Formel des Geografen Gilbert White »Floods are ›acts of god‹, but flood losses are largely acts of man«, wonach man eine strenge Unterscheidung zwischen dem Naturereignis und den gesellschaftlichen Auswirkungen ziehen muss. Das Schreibteam konstatierte:

»Blaming nature or the climate for disasters deflects responsibility. It is largely human influence that produces vulnerability. Pointing the finger at natural causes creates a politically convenient crisis narrative that is used to justify reactive disaster laws and policies. For example, it is easier for city governments to blame nature instead of addressing human-caused social and physical vulnerability.« (Raju et al. 2022: 2)

Sie brechen mit der naturwissenschaftlichen Gesellschaftsbeschreibung, wie sie im Rahmen dieser Arbeit untersucht wurde und sich in holistischen Vorstellungen eines Supersystems Weltklimagesellschaft oder in der Nivellierung sozialer und geografischer Ungleichheiten ausdrückte. Sie entwirren dieses Weltbild. Aus ihrer Perspektive muss man die Katastrophe strikt von der Umwelt trennen. Man müsse die Katastrophen eben nicht als Umweltkatastrophen, sondern als Gesellschaftskatastrophen begreifen. Für Entscheidungsträger sei es, um eine ältere Terminologie zu bemühen, attraktiv, Schäden als Folge natürlicher Gefahren darzustellen, statt sie sich als Konsequenzen vermeidbarer, bearbeitbarer oder reduzierbarer Risiken selbst zuzurechnen. Die Arbeit der Extremwetterforschung, schrieb die Forschungsgruppe, leiste einen Beitrag dazu, die steigenden Gefahren durch den Klimawandel herauszuarbeiten; die Risiken zu mindern, liege dagegen in der Hand der politisch Verantwortlichen.

Der Weltklimarat-Leitautor und Erdsystemwissenschaftler Brian O'Neill (2023) liefert ein zweites Beispiel dafür, wie sich naturwissenschaftliche Weltbeschreibungen entwirren ließen. In seinem Kommentar »Envisioning a Future with Climate Change« spricht er sich dafür aus, die Zukunft nicht lediglich mit Bezug zum Klimawandel zu denken und stattdessen zu differenzieren, zu welchem Anteil der Klimawandel tatsächlich die Gesellschaft in der Zukunft beeinträchtigen konnte. Seine Ausgangsbeobachtung ist die folgende:

»Large segments of the population in high-income countries believe that climate change could lead to the extinction of humankind or that, at a minimum, the future will be worse than the present. This belief is partly based on projections from climate change research [...]. But the very same studies that underlie this dire outlook anticipate a future where, in most scenarios, humanity is better educated, better fed, longer lived and healthier, also with less poverty and less conflict, continuing trends that have been underway for decades.« (O'Neill 2023: 874)

Demnach entstehe der Eindruck, dass es der Gesellschaft zukünftig schlechter gehen werde als heute, aus der Vermengung zwei gänzlich unterschiedlicher Risiken (oder Gefahren). Auf der einen Seite stehen die Schäden, die durch den Klimawandel *zusätzlich* verstärkt werden können. Dazu gehören Katastrophen, Gesundheitsbeeinträchtigungen und Armut. Durch einen »climate centric view« (O'Neill 2023: 874) auf die Zukunft werden diese zusätzlichen Effekte in eins gesetzt mit der *Gesamtheit* der Risiken. Stattdessen müsse man den Klimawandel in einen Gesamtkontext von gesellschaftlichen Entwicklungen im Bereich der Hunger- und Armutsbekämpfung, der Bildung, Gesundheitsversorgung und des Wirtschaftswachstums stellen. Die zukünftigen Risiken des Klimawandels seien zwar höher als heute, aber zu einer angemessenen Beurteilung käme man nur, wenn man anderen Risiken einen eigenständigen Status zugestehen würde. Er schließt mit einem Appell, »to account for risks not only from climate change, but also from the unintended consequences of mitigation and adaptation as well« (O'Neill 2023: 875).²

- 2 Ob es zu solchen nichtintendierten Folgen kommen könnte, untersuchte zuvor beispielsweise eine Gruppe um die Weltklimarat-Leitautorin und Modelliererin Tomoko Hasegawa (2018). Sie kamen zu dem Ergebnis, dass ein Klimaschutzansatz, der für soziale und geografische Differenzen blind ist, im Vergleich zu den Klimawandelfolgen mit schwereren Folgen verbunden sein könnte: »A robust finding is that by 2050, stringent climate mitigation policy, if implemented evenly across all sectors and regions, would have a greater negative impact on global hunger and food consumption than the direct impacts of climate change« (Hasegawa et al. 2018: 699). In einer Folgestudie skizzierten sie aber auch, wie sich diese Folgen vermeiden ließen (Fujimori et al. 2019).

Nach der Ablösung der Theorie räumlicher Begrenzung durch die Theorie zeitlicher Begrenzung zeichnet sich am Horizont nun eine weitere Variation der klimawissenschaftlichen Theorie ab, die nach der Klimatologie und der Klimawandelforschung ein neues naturwissenschaftliches Klimafeld hervorbringen könnte: eine entwirrende Klimaforschung, die nicht nur die Gesellschaft für einen naturwissenschaftlichen Gegenstand hält, mit Methoden empirischer Sozialforschung wie die feldforschende Klimatologie arbeitet und Theorien über die plurale, mehrschichtige Weltgesellschaft aufstellt, sondern auch eine *soziologische Perspektive* auf die Gesellschaft einnimmt, die die Grenzen des Sozialen durch das Soziale erklärt, der Pluralität gesellschaftlicher Wirklichkeit Rechnung trägt und sich für die ›feinen Unterschiede‹ interessiert. Insofern hätte ich dieses Teilkapitel auch mit ›Ein Warnruf‹ überschreiben können.³

Wenn die Klimaforschung in Teilen solche Entwirrungen wagt, heißt dies noch lange nicht, dass auch der Weg für eine entwirrende Soziologie geebnet wäre. Erschwert wird eine differenzierende und eigenständige Perspektive der Soziologie auf den Klimawandel zum Teil durch die Politisierung. Relevanter scheinen mir aber wissenschaftsimmanente Hürden. Das betrifft einerseits die Prestigedifferenzen, die bereits zur Sprache kamen und die die Klimatologie in die Adaption der dynamischen Betrachtungsweise der Meteorologie trieben (Kap. 4.3). Es ist weitaus schwieriger für die Soziologie eine selbstständige Position gegenüber der üppig ausgestatteten, medial präsenteren, politisch gefragteren und wissenschaftlich reputierlicheren naturwissenschaftlichen Klimaforschung zu behaupten, als es umgekehrt für die Klimaforschung ist, wenn sie die Gesellschaft mal eben ›miterklärt‹.⁴ Eng damit verbunden sind andererseits die Verständnisbarrieren. Sehr viel anspruchsvoller, als Kenntnis von den naturwissenschaftlichen Gesellschaftsbeschreibungen zu gewinnen, ist die Aneignung naturwissenschaftlicher Klimabeschreibungen. Nur zuzustimmen ist Ortwin Renn und Kolleginnen (2011: 467), wenn sie kritisieren, dass das »mangelnde Interesse an und fehlende Verständnis von naturwissenschaftlichen Modellen [...] die Qualität der Ergebnisse sozial- und geisteswissenschaftlicher Klimawandelforschung« beschädigen. Die Sozialwissenschaften wiederum leiden unter

- 3 Es ist kaum zu glauben, aber während ich das Manuskript finalisiere, erreicht mich eine Ankündigung der Universität Hamburg für einen einschlägigen Vortrag. Die Referentin: Friederike Otto. Der Titel: »Klimawandel, Wetter und Vulnerabilität – wie wir die Ursachen von Katastrophen entwirren«. <https://www.uni-hamburg.de/newsroom/campus/2025/0520-academy-lecture-otto.html> (abgerufen am 28.05.2025).
- 4 So gab in einer Interviewstudie ein Klimaforscher Folgendes zu Protokoll: »One group leader interviewed called socio-economic models a ›personal hobby‹ motivated by his curiosity ›to understand how economics works« (Krueck & Borchers 1999: 111).

einem »flattening« (Lewis et al. 2023) ihrer Expertise. Um die Gesellschaft zu erklären, so die landläufig anzutreffende Haltung, brauche es keine gesonderte Expertise.

Die These dieser Arbeit war, dass das Klima als Spiegel fungiert, in dem Gesellschaft beobachtet wird. Trotz dieser ernüchternden Lage, geprägt durch Prestigedifferenzen und Verständnisbarrieren, lässt sich doch festhalten, dass die Soziologie in mindestens einer Hinsicht besser ausgestattet ist als die Naturwissenschaften. Die Soziologie hat gegenüber den Naturwissenschaften den Vorteil, die Gesellschaft nicht vom Klima her denken, die Gesellschaft nicht im Spiegel des Klimas lesen zu müssen. Sie kann umgekehrt den Klimawandel von der Gesellschaft her betrachten, ihn als ein Sonderproblem der gesellschaftlichen Wirklichkeit neben anderen Merkmalen, Problemlagen und Nebenfolgen der Gesellschaft behandeln und eine genuin soziologische Beschreibung einer Gesellschaft *mit* Klimaproblemen anfertigen. Eine solche Perspektive erfordert mindestens genauso sehr, der Attraktivität naturwissenschaftlicher Weltbeschreibungen nicht allzu voreilig nachzugeben (Weg 1), wie den disziplinären Reflex zur Grenzziehung zu unterdrücken (Weg 2) und die Bereitschaft, sich über das naturwissenschaftliche Wissen in Kenntnis zu setzen (Weg 3). Erst auf dieser Basis ließe sich eine eigenständige soziologische Position behaupten. Wie könnte eine entwirrende Soziologie konkret vorgehen?

Dafür kann man sich von klimawissenschaftlicher Terminologie inspirieren lassen. Eine entwirrende Soziologie könnte eine soziologische *Detection and Attribution*⁵ im Dreischritt vornehmen. Die *Detection* umfasst die ersten beiden Schritte. In einem ersten Schritt müsste eine *Durchdringung naturwissenschaftlichen Wissens* erfolgen und genau studiert werden, welche Klima- und Gesellschaftsbeschreibungen in der Klimaforschung vertreten werden. Welche Vorstellungen liegen Grenzwerten, Szenarien und Konzepten wie eben der Klima-Nische zugrunde? Welches Wissen ist gesichert, welches umstritten? Um diese Fragen zu beantworten, kann man sich in einer Reihe von renommierten und zuverlässigen Publikationsmedien erkundigen, die sich an naturwissenschaftliche Laien richten und sich der Förderung des interdisziplinären Austauschs oder sogar der gesellschaftlichen Vermittlung naturwissenschaftlichen Wissens verschrieben haben. Dazu gehören neben der bereits erwähnten Zeitschrift *Climatic Change* die Zeitschriften *Global Environmental Change*, *Environmental Research Letters*, *Nature Climate Change* und insbesondere die interdisziplinäre Zeitschrift

- 5 Hierbei handelt es sich um klimawissenschaftliche Sammelbegriffe für Methoden und Theorien, mit denen eine Veränderung des Klimas oder betroffener Systeme zunächst identifiziert und anschließend auf Kausalfaktoren zugerechnet wird (IPCC 2018a: 547).

WIREs Climate Change, die verschiedene Rubriken zur Geschichte und Sozialwissenschaft des Klimawandels und der Klimaforschung, zu Klimaschutz und -anpassung sowie zu Klimafolgen und Vulnerabilität anbietet. Und nicht zuletzt verfügt die Klimaforschung mit dem Weltklimarat über eine Adresse, die für inner- wie außerwissenschaftliche Publikanda den Stand der Forschung synthetisiert sowie Sicherheiten und Unsicherheiten herausarbeitet.

Auf dieser Basis lässt sich dann im zweiten Schritt eine *Prüfung des heuristischen Ertrags* vornehmen. Sieht man in diesem oder jenem Fall durch die naturwissenschaftliche Brille auf die Gesellschaft mehr? Wichtig ist, dass sich diese Prüfung nicht in einer oberflächlichen Kritik erschöpft. Vielmehr geht es darum, die Klimaforschung an ihren eigenen Ansprüchen zu messen. Was können naturwissenschaftliche Gesellschaftsanalysen leisten und was nicht? Ist das Erklärungspotenzial bereits ausgeschöpft? Zur Beantwortung dieser Fragen bieten sich zwei Möglichkeiten an. Zum einen kann die Diskussion innerhalb der Klimaforschung herangezogen werden. Sie offenbart beispielsweise, dass Vorsicht geboten ist bei Thesen mit ungewisser Halbwertszeit,⁶ bei Theorien, die bereits vor Jahrzehnten im Feld der Klimaforschung verworfen wurden und im Wesentlichen nur noch von historischem Interesse sind,⁷ sowie bei Szenarien, an deren Wahrscheinlichkeit und Informationsgehalt selbst ihre Advokaten zweifeln.⁸ Zum anderen kann man, sofern noch keine soziologischen Arbeiten vorliegen, Literatur aus der

- 6 Zu nennen ist hier etwa die Anthropozän-These. Nach jahrelangem Disput im Feld der Klima- und Erdsystemwissenschaften wurde sie unlängst von der zuständigen internationalen Kommission einstweilen zurückgewiesen, und der Ausweg der Unterstützer, am Anthropozän als ›informalem Begriff‹ festzuhalten (vgl. Voosen 2024), scheint mir eher ein interessantes Beispiel für Konsistenzerwartungen an Selbstdarstellungen zu sein als eine sonderlich tragfähige Strategie.
- 7 Man kann etwa an die Gaia-Theorie denken. Schneider schrieb bereits Mitte der 1980er Jahre in einem Editorial: »[T]he Gaia hypothesis [...] is more like religion than science. As religion I find Gaia deep, beautiful and fascinating. As science, I find the hypothesis in need of more explicit formulation, so that empirical testing can be designed« (Schneider 1986: 3 f.). Was von ihr in der Klimaforschung allenfalls Eingang fand, war die Bedeutung, die die Gaia-Theorie der Biosphäre, der »interconnectedness« und den Feedback-Mechanismen zuschrieb; siehe etwa Steffen et al. (2020). Zum Theorieaufbau, zur Rezeption und zu intellektuellen Vorläufern der Gaia-Hypothese vgl. ausführlicher McGregor (2004).
- 8 So bezeichnet der Aufsatz über das »Climate Endgame« die zugrundeliegenden Szenarien selbst als »low-likelihood scenarios« und meint, »[t]hat some of the terms, such as what constitutes a ›plausible‹ risk or a ›significant contributor,‹ are necessarily ambiguous« (Kemp et al. 2022: 2, 4).

disziplinären Nachbarschaft konsultieren. Zu denken ist dabei unter anderem an die Humangeografie, die Anthropologie oder die *Environmental Humanities*. In den vergangenen Jahren haben sie beispielsweise auf die gesellschaftlich erzeugte im Unterschied zur klimawandelbedingten Vulnerabilität aufmerksam gemacht (Schipper 2020). Sie haben zuerst, allerdings mit einer noch geringeren Resonanz als die der Extremwetterforschung (Stichwort Prestigedifferenzen), auf das Risiko der Verantwortungsdiffusion durch die Zurechnung von Wetterkatastrophen auf den Klimawandel hingewiesen (Lahsen et al. 2020). Sie haben Grenzwerte und Kohlenstoffbudgets als Raum- und Zeitverknappungen analysiert (Asayama 2021) und sogar jüngst die Verkürzungen des Klimanischen-Konzepts ausgearbeitet (Selby et al. 2024). Arbeiten dieser Art zeichnen sich dadurch aus, an der Grenze zwischen Sozial- und Naturwissenschaften zu operieren oder sich kenntnisreich und im Detail mit naturwissenschaftlichem Wissen auseinanderzusetzen, statt es voreilig zurückzuweisen oder zu übernehmen.

Sollte nach sorgfältiger Prüfung die Antwort auf die Frage, ob die heuristischen Erträge bereits ausgeschöpft sind, verneint werden, kann der dritte Schritt, die *soziologische Attribution*, folgen. Was bekommt man zu sehen, wenn man eine soziologische Brille aufsetzt? Nun machen sich die ersten beiden Schritte bezahlt. Auf Basis einer *Detection* relevanter Probleme im *Noise* des Klimadiskurses lässt sich eine soziologische Attribution vornehmen, die sowohl interdisziplinär anschlussfähig ist als auch zum disziplinären Erkenntnisgewinn beiträgt. Denn, wie die Wissenschaftssoziologie betont, lässt sich eine disziplinäre Perspektive gerade durch ein stärkeres interdisziplinäres Engagement schärfen und *vice versa* (vgl. etwa Weingart 2000).

Die soziologische Attribution kann in Form neuer Begriffsbildung erfolgen. So haben Grundmann und Stehr (2010: 903) in der Debatte um die Rolle der Soziologie im Klimadiskurs davor gewarnt, theoretisch unvorbereitet in den Diskurs einzusteigen. Vielfach sind es jedoch die vermeintlich überholten Begriffe und Theorien der Sozialwissenschaften, die die Aufgabe der Entwirrung erfüllen. Darauf deutet hin, dass auch die entwirrende Klimaforschung sie für vielversprechend hält. So finden sich im Aufsatz über die sozialen Dimensionen der Extremwetterattribution (Raju et al. 2022) Referenzen auf die Konstruiertheit von Vulnerabilität, auf die »marginalization« aufgrund von sozialen Kategorien, auf »power«, »inequalities«, »social and political structures« und selbstverständlich auf die »society«. Insofern sollte mit Bedacht über die Aktualität sozialwissenschaftlicher Ansätze geurteilt werden. Wie Abbott (2004: 5) bemerkt, besteht das Risiko, »[that,] when one or another discipline becomes too much of a bore, the others make fun of it and steal its best ideas to put them to better use elsewhere«. Statt sie aufzugeben, schiene es mir aussichtsreicher – auch um die Beteiligung der

Sozialwissenschaften an der Klimadebatte zu erhöhen –, »die Grenzen der Disziplin zu erweitern, auf das Gebiet einer anderen Disziplin auszugreifen und auch dort die Tragfähigkeit des eigenen disziplinären Ansatzes zu demonstrieren« (Stichweh 1984: 50).

Erfreulicherweise sind die Auseinandersetzung der Extremwetterforschung mit den importierten Begriffen noch nicht so weit ausgereift, dass kein Raum für eine soziologische Attribution von Extremwetterereignissen vorhanden wäre. So ließen sich über den tentativen Entwirrungsversuch von Raju et al. (2022) hinaus und im Anschluss an die Arbeiten der Anthropologin Myanna Lahsen zu Extremwetterereignissen (Lahsen et al. 2020; Lahsen & Ribot 2022) unzählige Arbeiten vorstellen, die etwa die Ährtal-Flut entwirren und verschiedene sozialwissenschaftliche Konzepte, Theorien und Fragestellungen ins Spiel bringen. Gefragt wäre beispielsweise eine Soziologie des Scheiterns (Kette 2014), die die Attraktivität der Klimaschuldzuweisung der Skandalisierungsfähigkeit von organisationalem Versagen zurechnet. Gefragt wäre zudem eine Soziologie des »unbequemen Wissens« (Rayner 2012), um zu erklären, warum Warnungen im Voraus und sogar Echtzeitmeldungen von Pegelständen ignoriert werden. Im Anschluss daran ergäbe sich für die Soziologie der Risikokommunikation, die auf die Risiken hingewiesen hat, die verbunden sind »not only with environmental risks but also with the risks inherent in communication« (Weingart et al. 2000: 261), die Möglichkeit, ihre Untersuchungen um die Risiken des Nichtkommunizierens zu erweitern. Auch die Theorie der Zeitknappheit (Luhmann 1971a) könnte von der Auseinandersetzung mit der Frage profitieren, unter welchen Bedingungen Situationen unter sachlichen oder eben zeitlichen Gesichtspunkten interpretiert werden. Schließlich sind solche Ereignisse auch Gelegenheiten für kontextspezifische Vergleiche, etwa im Rahmen einer »Soziologie globaler Ungleichheit« (Weiß 2017).

Man mag den Hinweis, dass die Soziologie die Gesellschaft nicht vom Klima her denken muss, für trivial halten. Aber solange es in soziologischen Fachzeitschriften, darunter in der *Annual Review of Sociology*, heißt, die Soziologie und ihre Subdisziplinen »have yet to situate their work in the context of climate change« (Klinenberg et al. 2020: 663), anstatt den Klimawandel im Kontext soziologischer Forschung zu verorten, bleibt dies zu betonen.⁹ Rebecca Elliott hat die Verortungsfrage pointiert kommentiert: »The motivating question here is not ›what can

- 9 Bereits 2002 hatte Klinenberg eine Pionierarbeit zur Soziologie der Extremwetterereignisse vorgelegt, die ironischerweise ohne nennenswerte Referenzen zum Klimawandel auskommt. Die zweite Auflage ergänzte er dagegen um ein rechtfertigendes Vorwort, jedoch sah er offenbar keinen Bedarf, auch nur eine Silbe des Haupttextes abzuändern (Klinenberg 2015). Die Halbwertszeit manch soziologischer Untersuchung ist in der Tat besser als ihr Ruf.

sociology contribute to climate change, but rather: »what can climate change contribute to sociology?« (Elliott 2018: 302). Genauso ist zu unterstreichen, dass eine entwirrende Soziologie des Klimawandels nicht borniert sein sollte, sondern – wenigstens aus Eigennutz – einen »mutual learning process« (Grundmann & Stehr 2010: En. 3) forcieren und die Vorteile eines interdisziplinären Dialogs auf Augenhöhe wahrnehmen sollte (vgl. Vaughan 2014: 84). Wie groß der Bedarf ist und wie selten der Weg der Entwirrung beschritten wird, mag man auch daran ablesen, dass unlängst eine Zeitschrift gegründet wurde, die sich dezidiert als Forum für *Dialogues on Climate Change* versteht, gegen »vilification, oversimplifications, and division« (Bellamy 2024: 5) wendet und einer nuancierten Betrachtung des Klimawandels verpflichtet.

Eine Soziologie, die den Dialog mit den Naturwissenschaften in Zeitschriften, aber auch in Projekten oder persönlichen Kontakten sucht, ohne sich voreilig abzugrenzen oder anzugleichen, die neugierig auf naturwissenschaftliches Wissen ist und zugleich auf eine originäre Perspektive besteht, könnte einen Beitrag dazu leisten, die vielen Mikrokosmen und Teilrealitäten einer Gesellschaft mit Klimaproblemen als Realitäten *sui generis* zu würdigen, statt zu versuchen, sie in Einklang zu bringen. Wenn es zutrifft, dass die Debatte derzeit an einen historisch vorgezeichneten Kulminationspunkt gelangt sein sollte, an dem einerseits die Vermengung von allem mit allem in der Wahrnehmung des Klimawandels als allumfassendes und alles durchdringendes Superproblem resultiert und andererseits Teile der Klimaforschung einen neuen Weg beschreiten, wäre vielleicht eine Soziologie gefragt, die im Verfahren einer soziologischen *Detection and Attribution* den klimagemachten von dem gesellschaftsgemachten Anteil an der gesellschaftlichen Wirklichkeit unterscheiden kann. Vielleicht wäre gerade dann eine entwirrende Soziologie gefragt.