

Youssef Ibrahim

Soziale Klima-Nischen

Eine historische Soziologie
naturwissenschaftlicher
Gesellschaftsbeschreibung

**VELBRÜCK
WISSENSCHAFT**

Youssef Ibrahim
Soziale Klima-Nischen

Youssef Ibrahim

Soziale Klima-Nischen

Eine historische Soziologie
naturwissenschaftlicher
Gesellschaftsbeschreibung

**VELBRÜCK
WISSENSCHAFT**

Die Arbeit wurde durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder – EXC 2037 »CLICCS – Klima, Klimawandel und Gesellschaft« – Projektnummer: 390683824, Beitrag zu dem Centrum für Erdsystemforschung und Nachhaltigkeit (CEN) an der Universität Hamburg gefördert.

Dieses Werk ist im Open Access unter der Creative-Commons-Lizenz CC BY-NC-ND 4.0 lizenziert.



Die Bestimmungen der Creative-Commons-Lizenz beziehen sich nur auf das Originalmaterial der Open-Access-Publikation, nicht aber auf die Weiterverwendung von Fremdmaterialien (z.B. Abbildungen, Schaubildern oder auch Textauszügen, jeweils gekennzeichnet durch Quellenangaben). Diese erfordert ggf. das Einverständnis der jeweiligen Rechteinhaber.

Zugl.: Hamburg, Universität Hamburg, Fakultät für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Dissertation, 2023, u. d. T.: »Soziale KlimaNischen – Eine historische Soziologie naturwissenschaftlicher Gesellschaftsbeschreibung«.
Ausgezeichnet mit dem Wladimir Köppen Preis 2024 des Exzellenzclusters »Climate, Climatic Change, and Society« der Universität Hamburg.

© Youssef Ibrahim
Publikation: Velbrück Wissenschaft
Velbrück Wissenschaft in der Velbrück GmbH Verlage, 2025
Meckenheimer Str. 47 · 53919 Weilerswist-Metternich
info@velbrueck.de
www.velbrueck.de

Printed in Germany
ISBN 978-3-95832-415-2

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

Inhalt

| | |
|--|----|
| Vorwort | 7 |
| Abkürzungsverzeichnis | 10 |
| Tabellen- und Abbildungsverzeichnis. | 11 |
| 1 Einleitung | 12 |
| 2 Gesellschaftsbeschreibung jenseits der Sozialwissenschaften? | 23 |
| 2.1 Sozialwissenschaftliche »boundary work« | 24 |
| 2.2 Versozialwissenschaftlichung der Klimaforschung. | 30 |
| 2.3 Wissenschaftliche Multiperspektivität und die Theoretisierung der Gesellschaft. | 34 |
| 2.4 Gesellschaft als analytische und Akteurskategorie | 43 |
| 2.5 Elemente einer Soziologie naturwissenschaftlicher Gesellschaftsbeschreibung | 47 |
| 2.6 Ein historisch-soziologischer Zugang: Methodische Implikationen. | 67 |

Teil I:

Die Theorie räumlicher Begrenzung und ihr Ende (~ 1850–1950)

| | |
|---|-----|
| 3 Körper, Geist und Leben | 77 |
| 3.1 Humboldtsche Wissenschaft | 79 |
| 3.2 Anthro-Klimatologie | 90 |
| 3.3 Koloniale Ethno-Klimatologie. | 107 |
| 3.4 Klimatologische Differenzierungstheorie. | 117 |
| 4 Globalisierung, Universalisierung und Temporalisierung | 131 |
| 4.1 Die Organisation von Raum und Zeit. | 133 |
| 4.2 Die Akademisierung der Schule des Lebens. | 148 |
| 4.3 Die Verzeitlichung des Raumes | 166 |
| 5 Zwischenbetrachtung: Dezentrierung des Menschen? | 181 |

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

| | | |
|-----|--|-----|
| 6 | Die Doppelbedeutung von Wandel | 191 |
| 6.1 | Streitpunkt Klimaänderungen | 193 |
| 6.2 | Menschengemachte Zukunft | 203 |
| 6.3 | Die nichtintendierten Klimafolgen sozialen Handelns | 215 |
| 6.4 | Zukunft als Möglichkeitshorizont | 227 |
| 6.5 | Klima-Wissenschaft der Gesellschaft | 241 |
| 7 | Die Entdeckung der Weltklimagesellschaft | 246 |
| 7.1 | Entgrenzung des Klimakonzepts | 249 |
| 7.2 | Genealogie der Moderne | 263 |
| 7.3 | Gesellschaftliche Pfade und klimatische Grenzen | 272 |
| 7.4 | Von der Weltgesellschaft zur Weltgemeinschaft | 291 |
| 7.5 | Klimaforschung als Weltverschlimmbesserung. | 303 |
| 8 | Schlussbetrachtung | 317 |
| 8.1 | Zusammenfassung, Erträge, Perspektiven | 318 |
| 8.2 | Plädoyer für eine entwirrende Soziologie. | 329 |
| | Literatur | 338 |

Vorwort

Dass ich die vorliegende Untersuchung durchführen und abschließen konnte, habe ich vielen Personen zu verdanken. Mein erster und besonderer Dank gilt Simone Rödder. Ich danke ihr für die Erstbetreuung der Arbeit und die fachliche Anleitung, für Freiheit und Ermutigung, für finanzielle und ideelle Unterstützung, für Austausch und Zusammenarbeit. Mein herzlichster Dank gebührt auch Tobias Werron, der die Arbeit als Zweitbetreuer begleitet und niemals mit einem hilfreichen Rat gezögert hat. Danken möchte ich Anna Henkel für die spontane Erstellung des Drittgutachtens und wertvolle Anregungen sowie Anita Engels nicht nur für den Vorsitz der Prüfungskommission.

Dankbar bin ich nicht zuletzt für das naturwissenschaftliche Umfeld dieser Arbeit. Hamburg hat eine lange Tradition in der Erforschung von Wetter, Klima und Gesellschaft und beherbergt mit dem *Max-Planck-Institut für Meteorologie*, dem *Centrum für Erdsystemforschung und Nachhaltigkeit* sowie mehrfach geförderten Exzellenzclustern zur Klimaforschung bedeutsame Produktionskontexte naturwissenschaftlicher Klima- und Gesellschaftsbeschreibungen. Auch wenn sie es vermutlich nicht wissen, aber hoffentlich lesen, mein Denken über das Verhältnis zwischen Klima, Klimaforschung und Gesellschaft haben die Hamburger Bodenkundler:innen, Ozeanograf:innen und Physiker:innen, sei es auf den jährlichen Retreats des Clusters, durch persönliche Bekanntschaft oder in ihren medialen Auftritten, auf tiefgreifende Weise geprägt. Umso mehr gilt mein besonderer Dank der Jury des Wladimir Köppen Preises 2024: Martin Claußen, Moritz Drupp, Kay-Christian Emeis, Jürgen Oßenbrügge, Eva-Maria Pfeiffer und Detlef Stammer – die Auszeichnung meiner Untersuchung mit diesem Preis ist mir eine außerordentliche Ehre.

Ich danke den Mitgliedern des Projekts »Social Constructions of Climate Futures«, in dem diese Arbeit entstanden ist, und nachdrücklich Michael Schnegg für anregende Diskussionen und die Mobilisierung von Ressourcen. Den Teilnehmer:innen und Organisator:innen des sozialwissenschaftlichen Klima-Kolloquiums in Hamburg und des Theorie-Kolloquiums in Bielefeld sowie einiger Tagungen (darunter der Frühjahrstagung der Sektionen Soziologische Theorie und Europasozioologie 2024 und der Jahrestagung des Arbeitskreises Historische Soziologie 2023) danke ich für diverse Vortragsgelegenheiten. Pascal Berger, Felix Scheunert und Julia Schubert bin ich für Lektüre und Kritik von Auszügen der Arbeit zu Dank verpflichtet. Für kollegiale Verbundenheit danke ich außerdem Sören Altstaedt, Felix Bathon, Max Braun, Lars Guenther, Anna-Lena Oltersdorf und Stefan Wilbers. André Kieserling danke ich für unverhoffte Hinweise.

Bedanken möchte ich mich bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft und dem Exzellenzcluster »Climate, Climatic Change, and Society« für die Förderung, zuletzt durch einen Publikationskostenzuschuss. Für eine kurzfristige Vertragsverlängerung danke ich der SICSS und für die administrative Unterstützung gilt den Kolleg:innen im CEN Office mein Dank. Danken möchte ich auch den Mitarbeiter:innen der Staats- und Universitätsbibliothek Hamburg für die prompte Bereitstellung von Kopien und Genehmigung von Anschaffungswünschen.

Ein großer Dank gilt Ricarda Heßelmann, die kurzfristig und umsichtig das Korrektorat übernommen hat. Für die Begleitung im Publikationsprozess danke ich Thomas Gude und Frieda Spies von Velbrück Wissenschaft.

Die Dankbarkeit, die ich für meine Familie empfinde, lässt sich nicht in Worten ausdrücken. Meiner Frau, meiner Schwester und meinen Eltern verdanke ich alles. Meinen Eltern widme ich diese Arbeit: شكرًا علي كل حاجة

* * *

Sofern Hervorhebungen in wörtlichen Zitaten (nicht) vorgenommen wurden, handelt es sich im Rahmen dieser Arbeit dabei *immer* um die Originalschreibweise. Ich habe weder weitere Hervorhebungen hinzugefügt noch vorhandene entfernt und verzichte daher auf eine zusätzliche Kennzeichnung. [Texthinzufügungen] und Textauslassungen [...] in wörtlichen Zitaten stammen, sofern sie mit eckigen Klammern versehen sind, *immer* von mir, weshalb ich auch in diesem Fall von weiteren Hinweisen absehe.

Ein Großteil dieser Arbeit beschäftigt sich mit einer Zeit, in der das klimabezogene Forschungsfeld hochgradig männlich dominiert war.¹

- 1 Einen ersten Diversifizierungsschub erlebte das Feld während des Zweiten Weltkrieges. Waren es zu Beginn des Krieges beispielsweise noch lediglich zwei Frauen, die das US-amerikanische Wetterbüro beschäftigt hatte, hat sich zum Ende des Krieges das Bild deutlich geändert. Dies betraf vornehmlich den Bereich der »Zuarbeit«. Über 900 Frauen arbeiteten als technische Angestellte, mehrere Hundert mehr registrierten meteorologische Beobachtungsdaten (Hughes 1970: 114). Die prestigereichen Berufe in der Wissenschaft und die Anerkennung ihrer wissenschaftlichen Leistungen blieben allerdings nach wie vor Männern vorbehalten. Seit einigen Jahren gibt es Bemühungen, die invisibilisierten wissenschaftlichen Beiträge von Frauen sichtbar zu machen. Beispielsweise widmet sich Fleming (2016: 52 ff.) den bis dahin unterrepräsentierten Beiträgen zur Meteorologie von Anne Louise Beck (1896–1982); auf Joanne Malkus Simpsons (1923–2010) Beiträge zur Wetterbeeinflussung weist beispielsweise Kwa (2001: 145) hin. Eunice Newton Foote (1819–1888) Vorüberlegungen zum Treibhauseffekt gehören ebenfalls zu den neueren Einsichten zur Geschichte der Klimaforschung; sie

VORWORT

Aufgrund dieses historisch bedingten Missverhältnisses wird das generische Maskulinum verwendet und ich bitte um Nachsicht, wenn sich das Bild in der jüngeren Vergangenheit verändert hat und der Konsistenz halber die Schreibweise durchgehalten wird.

werden in Kap. 6.2 thematisiert. Noch heute lässt sich die mangelnde Repräsentation von Frauen beobachten. Eine Analyse der Geschlechterverteilung beim Weltklimarat zeigt, dass im Jahr 1990 Frauen zu acht Prozent vertreten waren und dass selbst unter den Forschenden des sechsten Berichts (2021–2023) lediglich 33 Prozent Wissenschaftlerinnen waren (Tandon 2023).

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|-------|--|
| IGY | International Geophysical Year |
| IIASA | International Institute for Applied Systems Analysis |
| IMO | International Meteorological Organization |
| IPCC | Intergovernmental Panel on Climate Change |
| NAS | National Academy of Sciences |
| NRC | National Research Council |
| NSF | National Science Foundation |
| SCEP | Study on Critical Environmental Problems |
| SMIC | Study of Man's Impact on Climate |
| STS | Science & Technology Studies |
| UNEP | United Nations Environment Programme |
| WMO | World Meteorological Organization |

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Tabelle 1:

| | |
|--|----|
| Drei Wege: Die Soziologie und die Gesellschaftsbeschreibung jenseits der Sozialwissenschaften | 43 |
|--|----|

| | |
|--|-----|
| Abbildung 1: Kartografische Darstellung der klimatologischen Differenzierungstheorie | 122 |
|--|-----|

| | |
|--|-----|
| Abbildung 2: Wetterkarte des US-amerikanischen Wetterbüros | 157 |
|--|-----|

| | |
|---|-----|
| Abbildung 3: Kartografische Darstellung der klimatologischen Zivilisationstheorie | 199 |
|---|-----|

| | |
|---|-----|
| Abbildung 4: Selbsthistorisierung der Klimaforschung: Meilensteine, Treibhausgase, Temperaturen | 203 |
|---|-----|

| | |
|--|-----|
| Abbildung 5: Möglichkeitshorizont gesellschaftlicher Klimazukünfte | 230 |
|--|-----|

| | |
|--|-----|
| Abbildung 6: Gesellschaft im Klimasystem I: »Atmospheric optical properties« | 252 |
|--|-----|

| | |
|---|-----|
| Abbildung 7: Gesellschaft im Klimasystem II: »Industry (mankind)« | 252 |
|---|-----|

| | |
|--|-----|
| Abbildung 8: Gesellschaft im Klimasystem III: »Human activities« | 253 |
|--|-----|

| | |
|--|-----|
| Abbildung 9: Gesellschaft im Klimasystem IV: »Economic, Social (Consumption, Production), Political, Institutional, S&T Human Activities« | 253 |
|--|-----|

| | |
|---|-----|
| Abbildung 10: Gesellschaft als CO ₂ -Aggregat | 267 |
|---|-----|

| | |
|--|-----|
| Abbildung 11: Klimawissenschaftliche Geschichtsschreibung: Gesellschaftliche Stabilisierung und klimatische Destabilisierung . . . | 270 |
|--|-----|

| | |
|---|-----|
| Abbildung 12: Gesellschaftliche Klimazukünfte zwischen rasantem Wachstum und NoGrowth | 276 |
|---|-----|

| | |
|--|-----|
| Abbildung 13: Geburt und Grenze der Gesellschaft (290–500 ppm) | 279 |
|--|-----|

I Einleitung

»Aber als Gesellschaft haben wir uns in hunderten von Jahren an ein sehr stabiles Klima angepasst. Dadurch können schon kleine Änderungen zu großen Schäden führen.«

– Friederike Otto¹

Über Stellungnahmen dieser Art zu stolpern, kann verschiedene Reaktionen auslösen. Angst und Verzweiflung, Wut und Enttäuschung, Scham, Schuld und Trauer gehören wohl zu den einschlägigsten Reaktionen. Denkbar sind auch Tatendrang oder Hoffnung. Weniger wahrscheinlich sind vermutlich Verblüffung oder Gleichgültigkeit. Aus soziologischer Perspektive kommt noch Neugier infrage – Neugier, die weniger dem naturwissenschaftlichen Kern als dem Aussagenzusammenhang geschuldet ist. Wie kommt es, dass die *naturwissenschaftliche* Klimaforschung sich nicht auf die Untersuchung des Klimas beschränkt, sondern auch Annahmen über die »Gesellschaft« trifft? Und war das schon immer so? Nimmt man diese Perspektivverschiebung vor, ergeben sich eine Reihe von Anschlussfragen. Was versteht die Klimaforschung unter »Gesellschaft«? Wer ist mit »wir« gemeint? Und woher wissen die Naturwissenschaften, wie die »Gesellschaft« sich vor »hunderten von Jahren« verhalten hat und künftig verhalten wird? Die vorliegende Untersuchung ist durch die Neugier an diesen Fragen motiviert.

Die zitierte Klimaforscherin, Friederike Otto, gilt gemeinhin als eine der prominentesten und renommiertesten Vertreterinnen eines neuen Forschungsfeldes, das sich der Frage verpflichtet, ob und zu welchem Grad Extremwetterereignisse dem Klimawandel zugerechnet werden können. Das ist eine ungewöhnliche Problemstellung, bezeichnet Klima doch das mittlere Wetter über einen längeren Zeitraum. Klima ist eine statistische Größe, die für Zeiträume berechnet wird, die nun gar nicht mit politischen Regierungsperioden, rechtlichen Verjährungsfristen oder medialen Aufmerksamkeitszyklen korrespondieren. Ottos Forschung trägt damit zu der Lösung eines aus ihrer Sicht relevanten Problems bei. Indem sie das Wetter mit dem Klima verknüpft, bringt sie den *per definitionem* langfristigen Klimawandel in Einklang mit sozialen Skalen und erinnert auf diese Weise an die gesellschaftliche Relevanz der Erderwärmung. Wenn man dies nicht tue, und zwar möglichst bevor »die Diskussion in der Gesellschaft längst weiter [ist]«, so die Sorge, die Otto an anderer Stelle artikuliert, »werden wir als Gesellschaft nicht verstehen, was der Klimawandel

1 Im Gespräch mit Brinkmann (2022).

tatsächlich für uns bedeutet« (im Gespräch mit Ciesinger 2023). Da ist sie auch schon wieder – die »Gesellschaft«.

Bei näherer Betrachtung der Klimadebatte fällt sogleich auf, dass es sich dabei keineswegs um Ausnahmen handelt. Die Beschäftigung der Klimaforschung mit der sozialen Welt drückt sich aus in der Frage nach dem Einfluss des Klimawandels auf Toleranz (Beck 1993) und Hassrede (Stechemesser et al. 2022), auf Wohlergehen (Breyer et al. 2023) und Selbstmord (Hanigan et al. 2012), auf Kriminalität (Harp & Karnauskas 2020), geschlechtsspezifische Gewalt (van Daalen et al. 2022), Krieg (Schleussner et al. 2016) und Migration (Kam et al. 2021), ja, sogar auf die Leistung in der Schule (Wen & Burke 2022), im Baseball (Callahan et al. 2023) und in der Athletik (Wang et al. 2024). Umgekehrt sucht man nach dem gesellschaftlichen Einfluss auf das Klima im Zusammenhang mit dem Tourismus (Peeters & Dubois 2010), der Ernährung (Scarborough et al. 2014), der Mode (Peters et al. 2021) und dem Cannabis-Anbau (Summers et al. 2021) und evaluiert Lösungen im Bereich der Lebensführung (Millward-Hopkins et al. 2020), der Familienplanung (Wynes & Nicholas 2017) und des Aktivismus (Oppenheimer 2006).

Doch damit nicht genug, experimentieren Teile der Klimaforschung seit geraumer Zeit mit einer einheitlichen und umfassenden Theorie, mit deren Hilfe soziale Prozesse erfasst werden sollen. Mit den Worten einer Schreibgruppe, die tatsächlich ohne eine einzige Person mit sozialwissenschaftlicher Ausbildung auskommt: »[W]e need a new paradigm in Earth System science that is founded equally on a deep understanding of the physical and biological Earth System – and of the economic, social and cultural forces that are now an intrinsic part of it« (Donges et al. 2017). Das Herzstück dieser theoretischen Bemühungen bildet eine Reihe von Phänomenen, die man im Klimasystem vermutet und um die herum nun auch eine »sozialwissenschaftliche« Theorie gebaut werden soll: Kippunkte. Sie werden definiert als Schwellenbereich, bei dem schon kleinste Störungen eine Kette nichtlinearer Veränderungsprozesse lostreten, die schließlich einen mitunter irreversiblen Zustandswechsel des betroffenen Systems herbeiführen (Lenton et al. 2008). Diese Überlegung über das Kippverhalten von natürlichen Systemen wird in der jüngeren Vergangenheit auch auf »soziale Systeme« übertragen, die definiert werden als »network consisting of social agents (or subsystems)« (Winkelmann et al. 2022: 6; für eine Übersicht vgl. Milkoreit et al. 2018).² Im besten Fall kippen sie zum Positiven in Richtung Dekarbonisierung und bewahren auf diese Weise vor der Übertretung natürlicher

- 2 Die Sozialwissenschaften verfügen zwar auch über Kipp- und Schwellentheorien, ihren Ausgang nimmt die Theorie sozialer Kippunkte im Klimadiskurs aber in der Anschauung der Klimasystems. Sozialwissenschaftliche Beiträge – eine Durchsicht der Literaturverzeichnisse lässt darauf bereits

Schwellenwerte; im schlimmsten Fall werden zuerst die ökologischen Grenzen überschritten und die »sozialen Systeme« werden gezwungener Maßen in einen anderen, diesmal Katastrophen gezeichneten Zustand versetzt. Als Kandidaten für »soziale Systeme« mit diesen Kippeigenschaften werden etwa Klimapolitik, Finanzmärkte, Wissensproduktion, Wertesysteme und zivilgesellschaftliches Engagement behandelt (Otto et al. 2020). Zur Untersuchung dieser »sozialen Systeme« seien insbesondere naturwissenschaftliche und modellbasierte Methoden das Mittel der Wahl (Otto et al. 2020: 2362).

Einen ähnlich ambitionierten Ansatz verfolgt die Klimaforschung bei der Entwicklung sogenannter *Integrated Assessment Models*. Dem Weltklimarat zufolge dient dieser Typ von Modellen zur Identifikation von »linkages between economic, social and technological development and the evolution of the climate system« (IPCC 2018a: 552). Diese können dazu genutzt werden, um verschiedene sozioökonomische Szenarien zu entwerfen und die physikalische Dimension um eine soziale Komponente zu ergänzen. Zu den neueren Vorschlägen gehören die als *Shared Socioeconomic Pathways* bezeichneten Szenarien. In deren Zentrum stehen sogenannte »Narrative«, die den Szenarien zugrunde gelegt werden. In der Praxis hört sich das – hier am Beispiel des optimistischen Szenarios »Taking the Green Road« illustriert – etwa so an:

»The world shifts gradually, but pervasively, toward a more sustainable path, emphasizing more inclusive development that respects perceived environmental boundaries. Management of the global commons slowly improves, educational and health investments accelerate the demographic transition, and the emphasis on economic growth shifts toward a broader emphasis on human well-being. Driven by an increasing commitment to achieving development goals, inequality is reduced both across and within countries. Consumption is oriented toward low material growth and lower resource and energy intensity.« (Riahi et al. 2017: 157)

All diese Annahmen über Kooperation, Wertewandel, Steuerung, Bildung, Gesundheit, Finanzströme, Demografie, Wirtschaftsentwicklung, Lebensstandards, Ungleichheit, Konsummuster, Ressourcenverbrauch und Innovation werden in weiteren Arbeitsschritten in Form bestimmter Variablen operationalisiert, mathematisiert und formalisiert, um sie mithilfe der integrierten Modelle zu simulieren.

Hinzu kommen epochale Großdiagnosen mit eschatologischem Charakter. Dazu gehört etwa die mit dem Neologismus »Anthropozän« umschriebene These, wonach der »Mensch« seit der Industrialisierung zu einer geophysikalischen Kraft geworden und die Erde damit in eine neue

schließen – bleiben weitestgehend unberücksichtigt. Eine ausführliche Kritik hat Milkoreit (2023) vorgelegt.

geochronologische Epoche eingetreten sei (Crutzen & Stoermer 2000; Crutzen 2002). Handelte es sich bei der Anthropozän-These Anfang der 2000er noch um einen randständigen Vorschlag, der allenfalls in Fachkreisen Neugier weckte,³ ist die These binnen weniger Jahre ins Zentrum der Klimadebatte gerückt und hat sich als Endzeitprognose etabliert. Nicht nur mit Blick auf die Vergangenheit habe menschliches Handeln eine Zäsur hervorgebracht, auch in Zukunft sei zu erwarten, dass es mit Konsequenzen verbunden sei, die »catastrophic for large parts of the world« (Rockström et al. 2009: 472) werden könnten. Jüngst erklärten Vertreter der Anthropozän-These »rejecting human exceptionalism« (Rockström et al. 2023: 103) zu einem ihrer Grundprinzipien – die Stifterin dieses Topos, die Umweltsoziologie (z.B. Catton & Dunlap 1980), blieb unerwähnt. Im Anschluss an die Anthropozän-These wurde in jüngerer Zeit ein ganzes Forschungsfeld für das Studium des gesellschaftlichen Zusammenbruchs begründet, das wieder mit einem, diesmal französischen Neologismus, der »Collapsologie«, belegt wird (Servigne & Stevens 2020; für eine Übersicht vgl. Adloff 2022). Auch Paul und Anne Ehrlich meldeten sich, nachdem sie bereits Ende der 1960er in ihrer »Population Bomb« eine nahende »global ecological catastrophe« (Ehrlich 1968: 134) befürchtet hatten, mit dem Warnruf zu Wort, dass heute aber wirklich »for the first time, humanity's global civilization [...] is threatened with collapse by an array of environmental problems« (Ehrlich & Ehrlich 2013: 1). Unlängst rief dann auch eine Autorengruppe dazu auf, das Risiko eines »Climate Endgame« (Kemp et al. 2022) auf die Forschungsagenda zu setzen. Demnach könne die Erderwärmung zu einer »Kaskade« von Ereignissen in Umwelt (wie Extremwetter und Epidemien) und Gesellschaft (wie internationale Konflikte und Staatsfragilität) führen, die schließlich einen großflächigen gesellschaftlichen Kollaps nach sich ziehen würden.⁴

Und dann kam im Mai und Juni 2023 die Schreckensmeldung: »Die ›Klima-Nische‹ wird kleiner«, schrieb die *Tagesschau* (2023), »Ein Drittel

- 3 Siehe beispielsweise die distanzierte Begriffsdefinition des Weltklimarats: »The ›Anthropocene‹ is a proposed new geological epoch [...]. Originally proposed in the Earth System science community in 2000, the proposed new epoch is undergoing a formalization process within the geological community based on the stratigraphic evidence [...]. Both the stratigraphic and Earth System approaches to defining the Anthropocene consider the mid-20th Century to be the most appropriate starting date, although others have been proposed and continue to be discussed« (IPCC 2018a: 543). Jüngst hat die zuständige geologische Kommission den Vorschlag für die Anerkennung eines neuen Zeitalters einstweilen zurückgewiesen (vgl. Voosen 2024).
- 4 Besonders heben sie Hungersnöte, Extremwetterereignisse, Konflikte und Zoonosen hervor und bezeichnen sie als die »›four horsemen‹ of the climate change endgame« (Kemp et al. 2022: 6).

aller Menschen lebt im Jahr 2100 außerhalb gemäßigter Klimazonen«, hieß es beim *Deutschlandfunk* (2023), »Viele Menschen verlieren ihre klimatische Nische«, berichtete *Die Zeit* (Schmitt 2023). Anlass zur Sorge gab eine neue Arbeit, die vorrechnete, wie viele Menschen außerhalb der so bezeichneten »human climate niche« (Lenton et al. 2023) leben werden, sollte die globale Durchschnittstemperatur auf 2,7 °C ansteigen. Wirklich neu war an diesen Überlegungen: nichts. 2020 erschien ein Artikel in ähnlicher Autorenkonstellation, der den Begriff Klima-Nische einführt und eine vergleichbare Rechnung anstellte (Xu et al. 2020). Nochmals sechs Jahre zurück forderte ein aufmerksamkeitsregender Artikel (in Reaktion erschienen sieben Kommentare im selben Heft), die »planetary boundaries« zu respektieren, die den »safe operating space for humanity« (Rockström et al. 2009) definierten. Und bereits Anfang der 2000er Jahre sprach der Klimaforscher Mojib Latif (2003: 12) von einer »optimale[n] Betriebstemperatur«, mit der die Menschheit zuvor »gut gefahren« und jenseits derer mit »typischen Krankheitssymptomen« zu rechnen sei. Von der Extremwetterforschung über die Hassrede-Studien, die Kippunkt-Theorien und die Narrative-Modellierungen bis hin zu den Umbruchthesen und Extremszenarien teilen sie letztlich alle diese eine These: Die Weltgesellschaft (oder in ihrer Terminologie: Menschheit) verdanke ihre Existenz der über Jahrtausende anhaltenden Stabilität eines relativ schmalen Temperaturbereichs. All diese Fälle operieren mit einem Gesellschaftsmodell, bei dem der Gesellschaft die Grenzen durch das Klima gesetzt werden (vgl. auch Stichweh 2000a: 232). Sollte die Gesellschaft die Grenzen des Klimas verschieben, katapultiere sie sich selbst aus ihrer Existenzgrundlage heraus.

Diese Beispiele sollten genügen, um für die Ausgangsverwunderung dieser Arbeit zu sensibilisieren: Bei all diesen Einlassungen, Untersuchungen, Konzeptualisierungen, Modellierungen und Begriffsvorschlägen handelt es sich um Forschungsbeiträge, die *Aussagen über die Gesellschaft treffen, aber allesamt ohne Sozial- oder Gesellschaftstheorie auskommen*. Sofern man diesen Anfangsverdacht zulässt, drängen sich aus soziologischer Perspektive mindestens drei Möglichkeiten auf, mit ihnen umzugehen. Eine Möglichkeit, wie man sich naturwissenschaftlichen Gesellschaftsbetrachtungen gegenüber verhalten könnte, besteht darin, sie als Implikationen für die soziologische Analyse zu behandeln und das analytische Potenzial herauszuarbeiten. Gerade der Soziologie ist dieser Weg bestens bekannt, da er mit der Herausbildung der Umweltsoziologie fester Bestandteil der soziologischen Fachgeschichte ist. Der zweite Weg führt über eine kritisch-distanzierte Bestandsaufnahme und mündet in der Identitäts- und Grenzarbeit. Ein Blick in die Forschungsliteratur verrät, dass hier die Sachmäßigkeit, die empirische Entsprechung und das theoretische Leistungsvermögen naturwissenschaftlicher Gesellschaftsbeschreibungen infrage steht. Wie bei diesem Weg zu erwarten ist,

fallen die Naturwissenschaften in allen Prüfungsfächern durch. Folgerichtig wird die Fachgemeinschaft beschworen, die Stellung der Sozialwissenschaften innerhalb der Wissenschaft aufzubessern und sich den Gegenstandsbereich zurückzuholen.

Die vorliegende Untersuchung optiert für eine dritte Möglichkeit. Diese sieht vor, zunächst einen Schritt zurückzutreten und die naturwissenschaftlichen Gesellschaftsbeschreibungen nicht zu *dekonstruieren*, sondern historisch zu *rekonstruieren* und die Bedingungen zu spezifizieren, unter denen sie produziert und revidiert werden. Mit diesem Ansatz ist also eine doppelte Problemstellung verbunden, die bereits in den tentativ formulierten Eingangsfragen angeklungen war. Wenn man verstehen will, wie es dazu kommt, dass die Klimaforschung nicht nur naturwissenschaftliche Probleme bearbeitet, sondern auch Gesellschaftsdeutung betreibt, liegt es nahe, historisch nachzuverfolgen, wie sich die Gesellschaft in den Gegenstandsbereich naturwissenschaftlicher Forschung gedrängt hat oder wenn man so will: reingedrängt wurde. In den analytischen Blick geraten damit die Entdeckungen und Wiederentdeckungen von Gesellschaftlichkeit, die angenommenen Interferenzen von Klima und Gesellschaft und die impliziten und expliziten Vermutungen, die über gesellschaftliche Prozesse angestellt werden. Daraus leitet sich eine zweite Aufgabe ab. Sie liegt darin, die Entstehungs- und Ablösungsprozesse jeweils spezifischer Gesellschaftsvorstellungen aufzuschlüsseln. Nur wenn hergeleitet wird, wie die gegenwärtigen Gesellschaftsauffassungen der Klimaforschung entstanden sind, welche sie verdrängt und im Unterschied zu welchen sie sich durchgesetzt haben, erst dann wird man die Gegenwart hinreichend begreifen. Die Untersuchung zeichnet mit anderen Worten die Entstehung, Entwicklung und Reformulierung jener Grundidee nach, die in neuer Gestalt im Jahr 2023 für Furore gesorgt hatte und sich wie ein roter Faden durch nahezu jede gegenwärtige klimawissenschaftliche Gesellschaftsbeschreibung zieht: Die Gesellschaft ist in einer schmalen Klima-Nische zuhause.

Die Untersuchung wirbt damit für eine grundlegende Perspektivverschiebung, die noch nicht in prüfender Absicht nach der Tragfähigkeit naturwissenschaftlicher Gesellschaftskonzepte fragt und auch nicht nach den heuristischen Erträgen. Stattdessen verfolgt die Arbeit die folgende *Leitthese*: Seit der Konsolidierung eines auf Klimafragen spezialisierten Forschungsfeldes fungiert das Klima in seinen wechselnden Bedeutungen als Spiegel, in dem Gesellschaft weltweit beobachtet wird. Die Generalisierung des Klimas als universales Problem ermöglicht es Naturwissenschaften seit fast zwei Jahrhunderten nahezu sämtliche Weltregionen danach zu befragen, inwiefern das Klima Gesellschaftlichkeit zulässt, hervorbringt, formt und bedroht. Diese These enthält zwei Implikationen. Erstens ist davon auszugehen, dass die Gesellschaftsentwürfe mit der jeweils vorherrschenden Klimaauffassung korrespondieren.

Kommt es innerhalb des Bedeutungsgeflechts zu Begriffswandelungen, ließe sich annehmen, dass sich Akzente und Kausalverhältnisse verschieben, dass sie möglicherweise sogar ganze Theoriegerüste zum Umsturz bringen und den Aufbau von Grund auf neuer Beschreibungen erforderlich machen. Zweitens soll argumentiert werden, dass ein so hochmobiles Konzept wie Klima ein Globalisierungsmotor der vergangenen zwei Jahrhunderte darstellt. Das Modell einer durch das Klima begrenzten Gesellschaft lässt sich als globales Gesellschaftsmodell verstehen, insofern es bis Anfang des 20. Jahrhunderts weltweit zur Anwendung gekommen war, bevor es von einer Theorie der globalen Gesellschaft abgelöst wurde, die nicht nur aus soziologischer Perspektive so bezeichnet werden kann, sondern sich selbst als solche, als »human climate niche«, artikuliert.

So formuliert lässt das Erkenntnisinteresse der Untersuchung an der Schnittstelle zwischen Wissenschaftssoziologie, (Welt-)Gesellschaftstheorie und historischer Soziologie verorten. Die Untersuchung möchte einen Beitrag leisten zur Soziologie naturwissenschaftlichen Wissens, der Interdisziplinarität und der Zukunftsarbeit, zur Wissenssoziologie der (Welt-)Gesellschaft und zu einer historischen Soziologie, die an den Voraussetzungen und Konsequenzen der Globalisierung interessiert ist und vermutet, dass die Gegenwart nur hinreichend zu begreifen ist, wenn ihrer historischen Gewordenheit Rechnung getragen wird. Letzteres weist auf eine erste Beschränkung hin, die sich die Arbeit selbst auferlegt. Die jüngere Debatte seit der Gründung des Weltklimarats (*Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC) im Jahr 1988 und der völkerrechtlichen Anerkennung des Klimawandels als »common concern of mankind« (UN General Assembly 1988) im selben Jahr wird weitestgehend ausgeklammert. Stattdessen wird es mir darum gehen, die Entstehung von allgemeineren Beobachtungsschemata, Beschreibungsmustern, Leitkonzepten und ihren Erzeugungsformen seit Mitte des 19. Jahrhunderts zu rekonstruieren.

Bevor ich den Aufbau der Arbeit skizziere, ist hier noch eine Begriffsklärung am Platz. Handelt es sich schon aus soziologischer Perspektive bei Ausdrücken wie »Mensch« und »Gesellschaft« um problematische Begriffe, stellt sich umso mehr die Frage, was im Rahmen dieser Arbeit unter naturwissenschaftlichen Gesellschaftsbeschreibungen verstanden wird. Ich behandle den Begriff der Gesellschaft als analytische Kategorie und unterscheide ihn von den Akteurskategorien klimabezogener Forschung (vgl. Collins 2008). Je nach Präferenzen (und geografischen und historischen Spezifikationen) kann man im ersten Fall etwa an funktional differenzierte, stratifizierte oder nationale Gesellschaft(en) denken und sie als Weltgesellschaft, Klassengesellschaft oder Nationalgesellschaft bezeichnen. An dieser Stelle, auch weil ich darauf ausführlicher zu sprechen komme (Kap. 2.4), genügt der diplomatische Vorschlag, dass,

wie auch immer man sie bezeichnen und ihre Strukturmerkmale bestimmen mag, die Gesellschaft einen Bedarf an Beschreibungen über sich selbst hat (mit dem Anspruch, diese Informationslücke zu schließen, sind die Sozialwissenschaften im 19. Jahrhundert bekanntlich angetreten; vgl. etwa Reckwitz 2021: insb. 32ff.). Der Begriff der Gesellschaft ist der inklusivste soziologische Begriff mit weitester Extension und erlaubt daher, möglichst viele laiensoziologische Alternativ- und Gegenkonzepte zu erfassen. Mithilfe dieser analytischen Kategorie lässt sich dann der Blick für die Akteurskategorien öffnen. Darunter fallen *Begriffe und Konzepte, mit denen gesellschaftliche Phänomene von soziologischen ›Laien‹ unter klimabezogenen Gesichtspunkten gedeutet werden*.⁵ Bislang wurden etwa das ›Wir‹ oder die sozialen Kippunkte vorgestellt. Wie die eingangs zitierten Studien nahelegen, findet sich daneben eine naturwissenschaftliche Beschäftigung mit Körpern und Geschlechtern im Fall von klimainduzierter, geschlechtsspezifischer Gewalt oder mit Gefühlen und Affekten im Fall von klimabedingtem Hass- und Toleranzverhalten. Man kann aber auch an Zuschreibungen ›kultureller‹ Art wie Arbeitstüchtigkeit, Faulheit oder Tugendhaftigkeit, an Großkategorien wie Zivilisation und Menschheit oder an Vorstellungen über Gesellschaftlichkeit in geografischen Kategorien wie Karibik oder Europa denken. Aus soziologischer Sicht mögen naturwissenschaftliche Gesellschaftsbeschreibungen nicht satisfaktionsfähig sein. Aber genau darin besteht der Vorzug an der Unterscheidung zwischen analytischen und Akteurskategorien: Sie erübrigt den soziologischen ›Faktencheck‹.

Der grundlegende Argumentationsgang der vorliegenden Untersuchung lässt sich folgendermaßen zusammenfassen: Die Arbeit verfolgt das *Modell der klimatisch begrenzten Gesellschaft*, wie es sich in den Begriffen der Klima-Nische oder den planetaren Grenzen ausdrückt und die *Determination sozialer Grenzen durch klimatische Grenzen* meint, und präzisiert die Beschreibung dieses Gesellschaftsmodells durch die Unterscheidung zwischen einer bis in das erste Drittel des 20. Jahrhunderts dominanten *Theorie räumlicher Begrenzung* und einer ab Mitte des 20. Jahrhunderts sich ausbreitenden *Theorie zeitlicher Begrenzung*. Wenn hier von der klimatischen Begrenzung der Gesellschaft die Rede ist, schließt das Annahmen über die Prägung, Verformung, Bedrohung,

- 5 Mit diesem breiten Begriffsvorschlag (der im Übrigen auch keine Rücksicht auf die Unterscheidung von ›sozial‹ und ›gesellschaftlich‹ nimmt) halte ich mich weitestgehend an Howard Becker. Unter »Repräsentationen der Gesellschaft« versteht er »etwas, das jemand uns über einen Lebensbereich erzählt«, wobei die Beschreibungen auf einem breiten Spektrum liegen, das von den »gewöhnlichen Repräsentationen« der Laien bis zu den »auf Jahrhunderten kombinierter Erfahrungen, auf mathematischem Wissen und wissenschaftlicher Gelehrsamkeit« (Becker 2019: 16) basierenden Beschreibungen der berufsmäßigen und akademischen Gesellschaftserklärer reicht.

Begünstigung usw. der Gesellschaft im Allgemeinen und gesellschaftlicher Merkmale im Besonderen ein.

Der empirischen Analyse sind konzeptionelle Vorüberlegungen vorangestellt. Das nachfolgende Kapitel 2 kartiert einige Perspektiven auf, Anknüpfungsmöglichkeiten für und Vorbehalte gegen eine Soziologie naturwissenschaftlicher Gesellschaftsbeschreibung. Auch die beiden alternativen Umgangsmöglichkeiten, die die Soziologie gegenüber Gesellschaftsbeschreibungen jenseits der Sozialwissenschaften wählen könnte, werden noch einmal ausführlicher aufgenommen, um an ihnen den Blick für die hier vorgeschlagene Problemverschiebung zu schärfen. Impulse in dieser Richtung stammen einerseits aus der Wissenschaftssoziologie und andererseits aus der Weltgesellschaftstheorie. Im Zentrum des Kapitels steht ein Vorschlag für eine analytische Perspektivierung einer vergleichenden Soziologie naturwissenschaftlicher Gesellschaftsbeschreibung, die im Dialog mit der Forschungsliteratur erarbeitet wird. Nicht zuletzt die COVID-19-Pandemie hat offenbart, dass eine Soziologie naturwissenschaftlicher Gesellschaftsbeschreibung inzwischen gefragt wäre; einige Stimmen aus der soziologischen Pandemie-Debatte kommen in diesem Rahmen daher auch zu Wort. Von dem analytischen Raster aus ergeben sich verschiedene Möglichkeiten für vergleichende Analysen. Das Kapitel schließt mit der Darstellung der methodischen Implikationen des hier gewählten historisch-soziologischen Ansatzes.

Die Hauptuntersuchung ist in zwei Teile gegliedert, damit sich der Übergang vom räumlichen zum zeitlichen Denken über Klima und Gesellschaft auch in dem Aufbau der Arbeit widerspiegelt. In vier Kapiteln sowie einer zusammenfassenden und bilanzierenden Zwischenbetrachtung wird ›im Krebsgang‹ die Entwicklung naturwissenschaftlicher Gesellschaftsbeschreibungen und ihrer korrespondierenden Klimabegriffe rekonstruiert. ›Im Krebsgang‹ heißt, dass die Untersuchung in ihren Grundzügen zwar chronologisch geordnet ist, aber einerseits die Chronologie durch die Gegenwart diszipliniert und in ihrem Horizont interpretiert wird und andererseits immer wieder zurück- und vorausgegriffen wird, um Kontinuitäten und Brüche sichtbar zu machen, manchmal auch, um Probleme in den Vordergrund zu rücken, die noch im Hintergrund warteten. Die empirische Analyse beginnt Mitte des 19. Jahrhunderts, als sich die sogenannte ›klassische‹ Klimatologie konsolidierte. Kapitel 3 führt die Klimatologie als geografisch orientierte Wissenschaft und Vertreterin der Theorie räumlicher Begrenzung der Gesellschaft ein, die ihre Gesellschaftsbeschreibungen an dem Einfluss des Klimas auf Körper, Geist und Leben festmachte. Von Beginn an beschränkt sie sich nicht auf den natürlichen Phänomenbereich; ihre Beschreibungen wollten Weltbeschreibungen sein. Die Berichte der Reisenden und Einheimischen, die kolonialen Expeditionen und die Beobachtungen im Feld versorgten die Klimatologie mit Informationen darüber, wie Gesellschaften

über den gesamten Globus durch das lokale Klima geformt und voneinander unterscheidbar gemacht werden. Die Welt zerfiel in eine Vielzahl fragmentierter Klima-Parzellen, in denen die gesellschaftliche Konstitution mit den klimatischen Verhältnissen korrespondierte.

Zeitgleich expandierte das meteorologische Beobachtungssystem und gemeinsam mit dem Aufbau des telegrafischen Netzes verhiess es der Nachbardisziplin der Klimatologie, der Meteorologie, zu einer ›exakten‹ Wissenschaft aufzusteigen. Da diese Innovationen nicht spurlos an der Klimatologie vorbeigingen und ihren Klimabegriff ganz grundlegend infrage stellten, widmet sich Kapitel 4 diesem Neuerungsprozess. Es zeigt, wie die Welt in diesem Zuge zusammengewachsen ist und sich der Verdacht zunächst in der Meteorologie ausbreitete, dass die Welt über globale Zirkulationsprozesse miteinander verknüpft ist. In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts delegitimierte die physikalisch informierte Theorie der globalen Atmosphäre den geografischen Zugang der Klimatologie; sie bot aber auch einen alternativen Rahmen, in dem das Klima in neuen Kategorien gedacht werden konnte. An die Stelle einer Betrachtung der Gesamtheit einer Vielzahl kleinräumiger Klimata trat das Problembewusstsein für die globale Dynamik klimatischer Phänomene; an die Stelle des Raumes trat die Zeit. Noch war unklar, ob der Mensch einen Platz in dem neuen physikalischen Weltbild hatte. Die Untersuchung wird unterbrochen durch eine Zwischenbetrachtung in Kapitel 5, in der die Entwicklungen bis Mitte des 20. Jahrhunderts rekapituliert werden, die parallel verlaufenden Handlungsstränge in ein Verhältnis zueinander gesetzt werden und ein Ausblick auf die im Entstehen begriffene ›vernaturwissenschaftliche‹ und ›enthumanisierte‹ Klimatologie gegeben wird.

Weil im zweiten Drittel des 20. Jahrhunderts eine Diskussion entbrannte, die einerseits die bisherigen Erwartungen auf eine rein an dem Naturphänomen Klima orientierte Naturwissenschaft enttäuschte und andererseits sich radikal in ihrer Betrachtung von Klima und Gesellschaft von den bisherigen Konzeptionen unterschied, beginnt der zweite Teil der Arbeit in Kapitel 6 mit dem Aufstieg der Treibhaustheorie anthropogener Erderwärmung aus dem Bereich der physikalischen Spekulation. Als sich am Horizont eine streng physikalische Klimatologie abzeichnete, holte die Beschäftigung mit dem Klimawandel die Gesellschaft wieder zurück ins Sichtfeld. Die *Klimawandelforschung* entstand als interdisziplinäres Forschungsfeld, das sich einer Doppelbedeutung von Wandel zuwandte. Wandel bedeutete erstens einen Bezug zur Gesellschaft, insofern sie als treibende Kraft des Wandels im Klimasystem erachtet wurde, und Wandel bedeutete zweitens einen Bezug zur Zeit, insofern Klima nicht mehr wie im 19. Jahrhundert in den Kategorien der Stabilität, des Raums und der Fragmentierung, sondern als veränderliches, temporalisiertes und singuläres Globalphänomen gedacht wurde. Ab Mitte des 20. Jahrhunderts brach sich die Theorie zeitlicher

Begrenzung der Gesellschaft Bahn und setzte sich im letzten Drittel vollständig durch. Mithilfe von Computern galt es die vergangenen und künftigen Klimafolgen sozialen Handelns zu erforschen. Aus dieser Perspektive reproduziert sich die Gesellschaft nicht durch Kommunikation, Handlungen oder Diskurse, sondern durch die Produktion von CO₂, durch das sie an das Klima gekoppelt ist.

Da das Klima bereits als globales System konzipiert worden war, schlussfolgerte die Klimaforschung: Auch die Gesellschaft muss ein globales System sein. Kapitel 7 rekonstruiert die naturwissenschaftliche Entdeckung der Weltklimagesellschaft in den 1970er bis 1980er Jahren. Seitdem beschreibt die Klimaforschung das Verhältnis von Weltgesellschaft und globalem Klimawandel als wechselseitiges Bedingungsverhältnis. Ohne den Klimawandel habe die Weltgesellschaft nicht entstehen können und ohne die Weltgesellschaft sei es nicht zum Klimawandel gekommen. In dieser Beschreibung erweisen sich die Risiken und Ursachen als Kollektivierungsmechanismus, der die Weltgesellschaft nun vor die Herausforderung stelle, um ihrer selbst willen aufzuhören, Weltgesellschaft zu sein, und Weltgemeinschaft zu werden. Die Arbeit schließt in Kapitel 8 mit einer Schlussbetrachtung, in der die Ergebnisse des zweiten Untersuchungsteils zusammengefasst und in ein Verhältnis zum ersten Teil gesetzt werden sowie die Frage nach der Positionierung der Soziologie gegenüber den Naturwissenschaften nochmals aufgeworfen wird.

2 Gesellschaftsbeschreibung jenseits der Sozialwissenschaften?

»Wir, die Wissenschaftler, müssen uns einmischen, damit es zu einer Verbindung von Natur- und Sozialwissenschaft kommt.«

– Paul Crutzen¹

Wer in den Begriffen der Ökologie denkt, so wie der Popularisierer der Anthropozän-These Paul Crutzen, für den liegt der Wunsch nahe, die Differenz zwischen Natur- und Sozialwissenschaft einzuebnen. In einer so entworfenen Wissenschaftswelt bestünde Einigkeit oder zumindest annähernde Kommensurabilität über die Paradigmen, Methoden, Instrumente, Theorien und Gegenstände hinweg. Die Grenzkämpfe zwischen den Disziplinen, die Deutungskonflikte zwischen den ›hard‹ und ›soft sciences‹ und die Übersetzungsbarrieren zwischen divergierenden wissenschaftlichen Terminologien hätten ein Ende. Es herrschte ein harmonisches Zuarbeiten. Das mag man wünschenswert finden. Man wird allerdings einwenden können, dass die Wissenschaft ihre Einheit und Dynamik neben der Kooperation gerade den Differenzen, den Konflikten und Konkurrenzen, den disziplinären Perspektiven und auch der Unterscheidung zwischen Sozial- und Naturwissenschaft zu verdanken hat und dass es keiner aktiven ›Einmischung‹ bedarf, um interdisziplinäre Forschung anzustoßen (vgl. Stichweh 2007). Es zeigt sich ironischerweise an der Diskussion um das Anthropozän eindrucklich – siehe nur die Beiträge in der ohne Einmischung Crutzens gegründeten Zeitschrift *The Anthropocene Review* –, wie produktiv Spezialisierung sein kann und dass es mithin die Spezialisierung ist, die Grenzüberschreitungen und interdisziplinäre Offenheit gewährleistet.

Das folgende Kapitel widmet sich Einwänden gegen, Zugängen zu und Perspektiven einer Soziologie grenzüberschreitender naturwissenschaftlicher Gesellschaftsbeschreibung. Zunächst wird eine Geschichte der sozialwissenschaftlichen Entdeckungen und Wiederentdeckungen nicht- und naturwissenschaftlicher Gesellschaftsbeschreibungen (2.1) mit einem Fokus auf die jüngere Klimadebatte (2.2) skizziert. Während den einen diese Beschreibungen als Ressource dienen und den anderen als Stein des Anstoßes gelten, legen wissenschaftssoziologische und weltgesellschaftstheoretische Perspektiven nahe, einerseits von dem sozialwissenschaftlichen Monopolanspruch auf Gesellschaftsdeutung abzurücken und andererseits die kommunikative Herstellung (Theoretisierung)

1 Im Gespräch mit Müller & Reimer (2015: 29).

der Gesellschaft zum Untersuchungsgegenstand zu machen (2.3). Anschließend erfolgt mit Blick auf den Begriff der (Welt-)Gesellschaft eine Diskussion des Verhältnisses von analytischen und Akteurskategorien (2.4). Im Zentrum des Kapitels steht ein konzeptioneller Vorschlag, mit dem der Blick für eine vergleichende Soziologie naturwissenschaftlicher Gesellschaftsbeschreibungen geschärft werden soll (2.5). Abschließend werden einige methodische Implikationen des historisch-soziologischen Zugriffs expliziert (2.6).

2.1 Sozialwissenschaftliche »boundary work«

Die vorliegende Arbeit plädiert für einen symmetrischen und vergleichenden Ansatz, der naturwissenschaftliche Gesellschaftsbeschreibungen als einen Sonderfall eines ganz allgemeinen – wissenschafts- und gesellschaftscharakteristischen – Musters behandelt: der Produktion von Deutungsangeboten zur gesellschaftlichen Wirklichkeit. Innerhalb dieses Sonderfalls stellen klimabezogene Gesellschaftsbeschreibungen nochmals einen Sonderfall dar. Es dürfte auf der Hand liegen, dass die Untersuchung nur einen geringfügigen Beitrag zu einer Soziologie der Gesellschaftsbeschreibungen leisten kann. Ein näherungsweise vollständiges Bild würde sich allenfalls ergeben, wenn Einzelstudien zur Gesellschaftsdeutung mindestens sowohl in der Breite (über mehrere Produzenten hinweg) als auch in der Tiefe (fokussiert auf einen Produzenten) vorlägen. Zu den in der Literatur diskutierten Kandidaten gehören neben den Sozialwissenschaften² auch (1) alltagsweltliche Laiensoziologien, (2) außerwissenschaftliche Felder und (3) die Naturwissenschaften.

(1) Prominent wird das Programm einer Soziologie der Laiensoziologie im Rahmen der Ethnomethodologie verfolgt. Harold Garfinkel (1967) dienten das Alltagsleben, die Sinnhaftigkeit, die vermeintlich profane soziale Handlungen durchdringt, und das vorwissenschaftliche Wissen als Schaufenster in die zugrundeliegende Gesellschaftsstruktur. Das geteilte Wissen über die Regeln, an die man sich hält, um durch die Gesellschaft hindurch zu navigieren, gebe selbst schon Auskunft über die Gesellschaft. Die Gesellschaft realisiere sich durch den zur Anwendung gebrachten kollektiv geteilten Wissensbestand und bringe letzteren umgekehrt hervor. Dabei unterschied Garfinkel feinsäuberlich zwischen

- 2 Die soziologische Beschäftigung mit sozialwissenschaftlichem, insbesondere soziologischem Gesellschaftswissen stellt als Soziologie der Soziologie bekanntlich eine eigenständige subdisziplinäre Spezialisierung dar; der Versuch, Merkmale dieser regen Diskussion an dieser Stelle systematisch herausarbeiten zu wollen, würde ihr unweigerlich nicht gerecht werden und wird hier daher bewusst ausgespart.

Gesellschaftswissen als Ressource und als soziologischen Gegenstand (Meyer & Bergmann 2021: 17). Er problematisierte, dass die Soziologie zu selten ihre Aufmerksamkeit allein der Behandlung des Wissens als Gegenstand geschenkt habe, und positionierte die Ethnomethodologie als programmatischen Aufschlag für ein solches Vorhaben (Garfinkel 1967: 75). Im Rahmen der Ethnomethodologie werden verschiedene Spielarten des alltagssoziologischen wie auch des fachsoziologischen Gesellschaftsdeutens als Gegenstände der Soziologie behandelt (Garfinkel 1967: Kap. 1). In diesem Sinne sei Soziologie vor allem eine Tätigkeit, die nicht der akademischen Soziologie vorbehalten ist; Soziologie sei ein »doing sociology, be it lay or professional sociology« (Garfinkel 1967: 30 et passim; vgl. auch Garfinkel 1964: 250).³

In kritischer Absicht griff auch Howard Becker den Gedanken auf, dass in alltagsweltlichen und außerwissenschaftlichen Gesellschaftsrepräsentationen ein noch nicht ausgeschöpftes soziologisches Forschungspotenzial verborgen liegt. Er wendet sich besonders gegen seine »eigenen akademischen Kollegen – Soziologen und andere Sozialwissenschaftler –, weil sie so tun, »als hätten sie ein Monopol für die Gestaltung solcher Repräsentationen, als sei das Wissen über die Gesellschaft, das sie erzeugen, das einzig »wahre« Wissen über dieses Thema« (Becker 2019: 17). Sie verkennen, dass es sich dabei um eigenständige Darstellungen der Gesellschaft handle, die zwar von denen der Soziologie abweichen, aber gerade deswegen neues analytisches Problemlösungs- und Kombinationspotenzial auch aus soziologischer Sicht eröffnen. Damit erfüllen sie Becker zufolge nicht nur für die Produzenten und Nutzer die Aufgabe, die Gesellschaft zu ordnen. Für die soziologischen Beobachter gleichermaßen bergen sie fruchtbare Ressourcen, mit denen sich die Theorieentwicklung weitertreiben ließe. Demnach lassen sich auch biografische Beschreibungen und autobiografische Erinnerungen, deviante und innovative Deutungsangebote als ein »Erzählen über Gesellschaft« (engl.: »Telling about Society«), so der programmatische Buchtitel, auffassen.

Um ein drittes Beispiel für eine Soziologie der Laiensoziologie zu nennen, sei auch der jüngere Vorschlag von Thomas Scheffer und Robert Schmidt (2023) erwähnt. Unter dem Eindruck der neuerlichen Protestwelle, u.a. der Gelbwesten, Klimaaktivisten und Hausbesetzer, werben sie dafür, die gesellschaftliche Praxis des »Soziologisierens« jenseits der Soziologie und ihrer Implikationen für das Fach in den Blick zu nehmen.

3 Parallelen zu dem auf »lay sociologists« fokussierten Ansatz finden sich in der sogenannten Attributionstheorie. Die aus der Psychologie stammende und anschließend auch in der Soziologie breit rezipierte Theorie widmet sich alltagsweltlichen Deutungen und Kausalzurechnungen, die als »naive psychology« bezeichnet werden. Grundlegend dazu Heider (1958).

Scheffer und Schmidt legen dem Begriff des Soziologisierens vier Definitionsmerkmale zugrunde: Soziologisieren drücke sich in der gesellschaftlichen Relevanzsetzung von Problemen, der Rückführung der Probleme auf die gesellschaftliche Situation, der Ermittlung eines gesellschaftlichen Möglichkeitsraums und schließlich der Selbstreflexion der Beteiligten aus (Scheffer & Schmidt 2023: 354f.). Für die Soziologie biete das öffentliche, laienmäßige Problematisieren gesellschaftlicher (Konflikt-) Lagen die Möglichkeit für neue Tätigkeitsfelder der öffentlichen Soziologie, auf denen die Soziologie gesellschaftlich wirksam wird, und mittelbar auch für fachinterne Innovationen, die durch den Import alltagssoziologischer Problemdiagnosen angestoßen werden.

(2) Auch für die außerwissenschaftlichen und im Vergleich zu den laienmäßigen Alltagssoziologien höherstufig eruierten Gesellschaftsbeschreibungen lässt sich Becker als Gewährsmann anführen. Es ist insbesondere die Kunst, in der Becker ein Feld erblickt, in dem unermüdlich Gesellschaft gedeutet wird. Ob Film oder Fotografie, Drama oder Roman, künstlerische Zugänge stellen demnach sicherlich nicht immer und nicht in erster Linie Formate der Verarbeitung von Gesellschaft dar, aber ihre eigentliche Wirkung entfalten sie häufig erst mit Blick auf ihren »soziologischen« Inhalt« (Becker 2019: 19). Nicht selten prangern sie soziale Ungleichheiten an, dokumentieren das alltägliche Leben, thematisieren politische Defizite und zeichnen gesellschaftliche Konfliktlinien nach, manchmal sogar in der Absicht, Reformen anzustoßen und gesellschaftliche Aufklärung zu leisten. So illustriert Becker am Beispiel von Jane Austens »Stolz und Vorurteil«, dass Romane hypothesengenerierende und gesellschaftsanalytische Qualitäten aufweisen (Becker 2019: Kap. 14); an der Fotografie zeigt er, wie unterschiedlich ein und dasselbe Bild soziologisch, dokumentarfotografisch und journalistisch gelesen werden kann (Becker 2019: Kap. 11); und er schließt aus der Gemeinsamkeit von Parabeln und soziologischen Idealtypen, die Gesellschaft »unrealistisch« darzustellen, den Schluss, dass erstere so wie letztere gerade wegen ihrer Eigenschaft, die Wirklichkeit nicht detailgetreu abzubilden, das soziologische Denken inspirieren können (Becker 2019: Kap. 9).

Dass der Kunst die Rolle zugeschrieben wird, die Gesellschaft zu beschreiben, kommt nicht von ungefähr. Dies liegt nicht zuletzt an der Beziehungsgeschichte zwischen Soziologie und Literatur. Als die Soziologie sich im 19. Jahrhundert allmählich herausbildete, fand sie literarische Textformate vor, die sich als realistische Deutungsangebote gesellschaftlicher Entwicklungen, Verwerfungen und Umwälzungen präsentierten (Köck 2010: 263). Soziologie und Literatur eint und trennt die Bestrebung, die Gesellschaft zu beschreiben. Noch heute geraten sie in einen Wettbewerb »um die Darstellungs- und damit verbunden Deutungshoheit in Bezug auf das spezifisch Moderne der modernen Gesellschaft« (Farzin 2019: 138). Mit der Konsolidierung der Soziologie als

wissenschaftliche Disziplin im Übergang vom 19. ins 20. Jahrhundert institutionalisierten sich »Die drei Kulturen«, so der Titel von Wolf Lepenies' (1985) Schrift zur Geschichte der Abgrenzung der Soziologie gegen Naturwissenschaft und Literatur, mit deutlich erkennbaren und unterscheidbaren Konturen. Erst danach wurde es der Soziologie (in Gestalt der Literatursoziologie) wieder möglich, sich der Literatur zuzuwenden (Köck 2010: 264), das geteilte Interesse an der Gesellschaft zu artikulieren und »die künstlerische Wahrheit nur in die Wahrheit der soziologischen Erkenntnis ein[zuholen]« (Oevermann 1997: 335).

Neben der Kunst werden auch Protestbewegungen, Massenmedien, politische Theorien (Kieserling 2003) und der »Intellektuellendiskurs« (Kieserling 2004: 51) als nicht mehr laienmäßige, aber außerwissenschaftliche Kandidaten für Gesellschaftsbeschreibungen jenseits der Sozialwissenschaften behandelt. Einige soziologische Beobachter ziehen den Schluss, dass »zwar keine exklusive Zuständigkeit für die Selbstbeschreibung der Gesellschaft« auszumachen ist, insgesamt aber Protestbewegungen und Massenmedien gemeinsam mit der Soziologie als Produzenten von Gesellschaftsentwürfen »deutlich stärker engagiert« (Kieserling 2003: 33) auftreten. Andere sehen eine »ökonomische, politische, massenmediale, religiöse und literarische« Bandbreite von Gesellschaftsentwürfen, die die Beschreibungen der Soziologie als »nichts weiter als *wissenschaftliche* Selbstbeschreibung der Gesellschaft« (Nashehi 2001: 557) erscheinen lassen.

(3) So weit, so unkontrovers. Dass Alltagsmenschen einerseits und Kunst, Massenmedien und soziale Bewegungen andererseits die Gesellschaft als Ganzes interpretieren, mag noch auf einige Zustimmung stoßen.⁴ Dass aber die *Naturwissenschaften* an der Beschreibung der Gesellschaft mitwirken, ist weniger unstrittig, und zwar weniger, *ob*, sondern, *dass* sie es tun. Sprich: Mit Gesellschaftsbeschreibungen, die außerhalb der Wissenschaft angefertigt werden, kann die Soziologie problemlos leben und arbeiten. Dass aber in einem Bereich *innerhalb* der Wissenschaft und zugleich *jenseits* der Sozialwissenschaften Gesellschaft beschrieben wird, löst in regelmäßigen Abständen soziologisches Unbehagen aus.

Schon in einem der Gründungsdokumente der Soziologie findet sich eine Abrechnung mit den in den Gegenstandsbereich der Soziologie ausgreifenden Naturwissenschaften. Auf dem ersten *Deutschen Soziologentag* in Frankfurt echauffierte sich Max Weber (1911: 156) darüber, »daß die modernen Geographen alle Kulturvorkommnisse »vom geographischen Standpunkt« aus behandeln«, dann aber nicht ihrem Anspruch gerecht werden und erörtern, »welche spezifischen konkreten

4 Siehe dagegen Bourdieu et al. (1991: 17), die gegen *jedes* Soziologisieren jenseits der Soziologie mit dem Begriff der »Spontansoziologie« polemisieren und zu einem »organisierten Widerstand« aufrufen.

Komponenten von Kulturerrscheinungen im einzelnen Fall durch klimatische oder ähnliche rein geographische Momente bedingt sind«. Er schlussfolgerte, dass die Disziplinen gut beraten wären, in ihren Territorien zu verbleiben (Weber 1911: 157). Auch andere Klassiker der Soziologie wie Émile Durkheim (im Übrigen im Unterschied zu Karl Marx) wandten sich gegen die Ausweitung des naturwissenschaftlichen Einflussbereichs auf die soziale Welt (für eine Übersicht vgl. Grundmann & Stehr 1997). Durch einen statistischen Kniff wies Durkheim nach, dass die Selbstmordraten nicht durch klimatische Verhältnisse beeinflusst werden.

Für einen kurzen Augenblick schien es, als ob Pitrim Sorokin (1928) hingegen klimatische Theorien adelte, als er den sogenannten geographischen Klimadeterminismus gleichranging mit anderen »Contemporary Sociological Theories« diskutierte – um ihn dann scharf zurückzuweisen. Wie die vorliegende Untersuchung zeigte auch er sich zunächst überrascht, »[that] almost all social phenomena have been attributed to geographical influences«. Seine Analysen offenbarten aber die Mängel dieser Theorien: »[F]allacious« (142), »questionable« (143), »far from being convincing« (152), »discordant and contradictory« (154), »not proved« (163), »shortcomings« (175), »doubtful« (180), »overestimation of the rôle of geographical environment« (193) attestierte Sorokin (1928) klimabasierten Gesellschaftsbeschreibungen in seinem soziologischen Faktencheck. Die Abgrenzung gegen natürliche Vorgänge und naturwissenschaftliche Erklärungen und ihr Ausschluss aus dem Gegenstandsbereich – das Soziale aus dem Sozialen erklären! – gab der Soziologie ihre Identität und war ein Versuch, sie gegen die Naturwissenschaften zu behaupten. »Und wie hätte es anders sein können?« (Luhmann 1986: 13), wird man hinzufügen müssen.

Auch die neueren Klassiker führten diese Linie der Grenzziehung fort. So sah sich Mitte der 1980er Jahre Niklas Luhmann damit konfrontiert, dass die Ökologie Gesellschaftsbeschreibung betrieb. »Wie nie zuvor alarmiert die heutige Gesellschaft sich selbst« (Luhmann 1986: 11), schrieb er reichlich verspätet, nachdem der berühmte »Limits to Growth«-Bericht mehr als ein Jahrzehnt zuvor erschienen war, aber immerhin kurz nachdem die grüne Partei in den Bundestag eingezogen und rund 100.000 Kernkraftgegner gegen das Kernkraftwerk Brokdorf auf die Barrikaden gegangen waren.⁵ Verärgert zeigte er sich über die

5 Auch Luhmann war die Diskussion um die »Grenzen des Wachstums« nicht entgangen. Ein Jahr nach dem Erscheinen verwies er »auf die Aktivitäten des Club of Rome und ihre Resonanz« (Luhmann 1973: 31), allerdings lediglich in der Annahme, dass es sich dabei um eine Selbstreflexion der Wirtschaft handele, die die Gesamtgesellschaft nur insofern thematisiere, als die Wirtschaft in Gestalt des Berichts sich in ihrem Verhältnis zu der Gesellschaft und zu ihrer Umwelt reflektiere.

»Naivität« und »Unzulänglichkeit« (Luhmann 1985: 31) der Theorien der ökologischen Debatte und setzte diesen eine Theorie gegenüber, die das ökologische Problem zwar nicht löse, ihm aber zumindest soziologisch interessante »Konturen« verleihe, »wenn man es mit Hilfe dieser Theorie formuliert« (Luhmann 1986: 25). Entschieden positionierte er die Soziologie als gesellschaftliche Selbstthematizierung und radikalisierte – womöglich unter dem Eindruck der Konkurrenz? – diese Annahme in einer Reihe von Aufsätzen zwischen den 1960er und 1990er Jahren. Während anfangs wissenschaftliche Teilgebiete wie die Phänomenologie, die natur- und technikwissenschaftliche Kybernetik, die Rechtstheorie und Geschichtsschreibung als »[v]erwandte und konkurrierende Bemühungen« (Luhmann 1967: 111), dann die Wissenschaft als Ganzes für die Rolle der Gesellschaftsbeschreibung infrage kam (Luhmann 1973), zwischenzeitlich Gesellschaftstheorie sogar »weitgehend außerhalb der Soziologie« (Luhmann 1969: 254) zu verorten war, stand am Ende fest, dass die Soziologie nicht als *eine* unter anderen, sondern als *die* Instanz für Gesellschaftsbeschreibung innerhalb der Wissenschaft zu gelten habe (Luhmann 1992a). Lediglich drei weitere Kandidaten kämen daneben infrage: (1) Unterstellungen von Werten, also Vorstellungen über die gute/schlechte Gesellschaft, (2) Protestbewegungen, die Gesellschaft in Abgrenzung zu sich selbst definieren, und (3) Massenmedien, in deren Beschreibungen die Gesellschaft in Neuigkeiten zerfällt. Bei der Soziologie aber sei die »Belastung durch systemische Bedingungen der Kommunikation geringer als im Falle ihrer Konkurrenten« (Luhmann 1992a: 144). Deshalb könne die Soziologie von ihren Gesellschaftsbeschreibungen auch behaupten, dass sie sich, so sein langjähriges Programm, als »Soziologische Aufklärung« darstellten.

Wo Luhmann (1992a: 146) noch von »Mitwirkung an der Selbstbeschreibung der Gesellschaft« sprach, ging zeitgleich Anthony Giddens (1991: 43) so weit, dass er der Gesellschaft attestierte, »itself deeply and intrinsically sociological« zu sein. Er wies der Soziologie die Rolle zu, nicht nur an den Beschreibungen, sondern auch an der Reflexivität der Moderne mitzuwirken. Die Soziologie generiere Wissen über die Gesellschaft, das in die Gesellschaft hineindiffundiere, in ihr zirkuliere und sie mitgestalte, weshalb sich im Vollzug der Gesellschaftsbeschreibung der Gegenstand selbst modifiziere. Der Grund für diese Anschlussfähigkeit sei darin zu suchen, dass die Soziologie den »most generalised type of reflection upon modern social life« (Giddens 1991: 41) produziere. Während die Soziologie an der sozialen Realität mitwirke, indem sie diese untersucht, können die Naturwissenschaften *per definitionem* aus dem Reflexivitätszyklus ausgeschlossen werden: »There is no parallel to this process in the natural sciences; [...] where, in the field of microphysics, the intervention of an observer changes what is being studied« (Giddens 1991: 45). Ganz ähnlich verstand auch Andrew Abbott (2001: 5), sofern

man ihn noch als Klassiker durchgehen lässt, den Anspruch der Sozialwissenschaften als »production of shareable, ›universal‹ knowledge of society« – ein Unternehmen, das er zwischen den ›harten Fakten‹ der Naturwissenschaften und den Wertfragen der *Humanities* verortete. Was Webers und Durkheims Zurückweisung naturwissenschaftlicher Gegenstandsausweitung über Sorokins soziologischen Faktencheck bis hin zu Luhmanns, Giddens' und Abbotts Standortbestimmungen der Soziologie gemeinsam haben, ist die Idee, dass die *Soziologie einen privilegierten Zugang* zur sozialen Wirklichkeit und in einigen Fällen sogar eine gesonderte Wirkung auf dieselbe hat. Die Wissenschaftsforschung kennt dafür einen treffenden Begriff: *boundary work* (Gieryn 1983).

2.2 Versozialwissenschaftlichung der Klimaforschung

Als der Klimawandel und mit ihm die in der Einleitung umrissenen Gesellschaftsentwürfe schließlich weite Teile der Sozialwissenschaften mit deutlicher Verzögerung erreichten, artikulierten zahlreiche Beiträge mit jeweils unterschiedlicher Stoßrichtung die Intuition, dass die Klimaforschung ein laiensoziologisches Gesellschaftswissen produziert: Die Historiker Fabien Locher und Jean-Baptiste Fressoz (2012: 580) schrieben der Gesellschaft das Vermögen zu, durch Wissenschaft die »consequences of human actions on the environment« zu reflektieren; der Soziologe Steven Yearley (2009: 397) vermutete, dass die Berichte des Weltklimarats durchzogen sind von »sociological and social psychological considerations«; der Humangeograf Mike Hulme (2011: 249) identifizierte in der Klimamodellierung einen »transfer of predictive authority from one domain of knowledge to another«; die Herausgeber des Sammelbandes »What the Future Holds. Insights from Social Science« erachteten die Klimaforschung als thematisch so einschlägig, dass sie den Klimamodellierer Stephen Schneider (2002) einen Beitrag für den Band verfassen ließen; der Soziologe Cornelius Schubert (2014) reihte die Klimasimulation unter die »Instrumente gesellschaftlicher Selbstfortschreibung«; die Historikerin Naomi Oreskes (2015: 266) diagnostizierte, »that at least some earth scientists are doing social science without acknowledging that this is what they are doing«. Mit anderen Worten: Die sozialwissenschaftliche Entdeckung der naturwissenschaftlichen Entdeckung der Gesellschaft drückte sich in der (häufig zeitdiagnostischen) These einer *Versozialwissenschaftlichung der Klimaforschung* aus.

Für nicht wenige war diese Einsicht eine willkommene Möglichkeit, die Sozialwissenschaften zu bereichern, womöglich sogar grundlegend zu reformieren. Brückenbauende Konzepte wie das Anthropozän und die neuartige Perspektive auf den Planeten als Existenzgrundlage der

Gesellschaft boten sich als dankbare Einstiegspunkte für eine naturwissenschaftlich informierte, vielleicht zeitgemäße Sozialwissenschaft. So gab es etwa Plädoyers für die Notwendigkeit, ein »species thinking« (Chakrabarty 2009) zu entwickeln, das die Gesellschaft als Menschheit und die Menschheit als Spezies und als Erdbewohnerin begreift. Da die drohende Katastrophe nun einmal alle und unabhängig des jeweiligen Beitrags betreffe, impliziere ein solches Denken den Verzicht, auf sozioökonomische Differenzen abzustellen.

Dieser Stoßrichtung ließe sich auch ein Diskussionszusammenhang zurechnen, der sich inzwischen als eigenständiges Forschungsfeld in den Sozialwissenschaften etabliert hat: die sozialwissenschaftliche Klimaschweisgsamkeitsforschung. Spätestens seit Eve Passerinis (1998: 60) ikonischem Ausruf, »sociology is missing the boat«, wird in immer neuen Zügen die Schweigsamkeit gegenüber klimawissenschaftlichen Erkenntnissen in der Soziologie und vermehrt auch in anderen sozialwissenschaftlichen Disziplinen behauptet. Oftmals mit Verweis auf einen Pionieraufsatz dieses Forschungsfeldes (Lever-Tracy 2008) wird die »climate silence« (Scoville & McCumber 2023) nicht nur in der Soziologie (Lever-Tracy 2010) und abermals in der Soziologie (Diekmann 2024; Hiltner 2024) empirisch nachzuweisen versucht, sondern auch in der Finanzwissenschaft (Diaz-Rainey et al. 2017), der Managementforschung (Goodall 2008) und der Politikwissenschaft, wo die Schweigsamkeit interpretiert wird als Ausdruck eines »implicit climate skepticism« (Sending et al. 2020: 184). Auf Basis dieser Defizitdiagnosen wird dann etwa der Appell formuliert, dass die Sozialwissenschaften klimawissenschaftliche Problemdefinitionen als Ressource begreifen und ihre Forschung verorten sollen »in the context of climate change« (Klinenberg et al. 2020: 663).⁶

Dass diese Diagnosen angestellt werden, erstaunt angesichts jahrzehntelanger Forschung und lässt sich allenfalls als Absatzbewegung von denjenigen interpretieren, die sich von dem naturwissenschaftlichen Zugriff

6 Vor rund eineinhalb Jahrzehnten formulierten Renn et al. (2011: 465) die folgende Anregung: »Vielleicht ist es an der Zeit, die Existenzberechtigung dieser Forschungsrichtungen [der sozialwissenschaftlichen Klimaforschung] nicht mehr allein auf ihre vermeintliche Nicht-Existenz zu gründen.« Passend dazu ist der Befund von Koehrsen et al. (2020), wonach die Soziologie sehr wohl rege zum Klimawandel forscht – und das, sofern es in dieser Debatte um den Einfluss der Soziologie auf den Klimadiskurs geht, teils einflussreicher: Die Soziologie des Klimawandels ist demnach vorrangig in interdisziplinären Zeitschriften anzutreffen, deren »Impact« denjenigen der reichweitenstärksten soziologischen Zeitschriften bei Weitem übersteigt. Siehe auch Shove (2010a), die sich wundert, ob der zugrundeliegende Gedanke der Schweigsamkeitsforschung tatsächlich ist, dass »society's salvation lies in sociology«.

auf die Gesellschaft distanzieren. Bereits in den 1990er Jahren gehörte eine Gruppe um den Anthropologen Steve Rayner und der Soziologin Elizabeth Malone zu der sozialwissenschaftlichen Avantgarde, die zwar Interesse am Klimawandel zeigte, jedoch nicht die Sozialwissenschaften dem Klimawandel, sondern den Klimawandel den Sozialwissenschaften unterordnen wollte. In der Einleitung zu dem vierbändigen »Human Choice and Climate Change« erklären sie, dass sie zwischenmenschliche Beziehungen, nicht bloß die physikalischen Klimaprozesse, und den »global (not just environmental) change« (Rayner & Malone 1998: XVIII) zum Ausgangspunkt ihrer Untersuchung nehmen.⁷

Mit dem Mainstreaming des Klimathemas nahm insbesondere im vergangenen Jahrzehnt das Unbehagen über den klimawissenschaftlichen Zugang zur Gesellschaft zu. Zahlreiche Beiträge artikulierten Zweifel daran, ob die Klimaforschung grundsätzlich mit den nötigen Begriffen, Theorien und Methoden ausgestattet ist, um Aussagen über die Gesellschaft zu treffen. Die Beschreibungen seien, so die Einwände, allenfalls durch Hemdsärmlichkeit, Simplifikation und Intransparenz charakterisiert. So wandten sich einige gegen die allzu große Begeisterung, mit der die Anthropozän-These – auch in den Sozialwissenschaften – aufgenommen worden war. Ihr liege die Annahme »einer handlungsfähigen Weltbürgerschaft« zugrunde und sie hantiere mit einem »Akteursidealismus, der in der gesellschaftlichen Wirklichkeit keine Entsprechung hat« (Nekkel 2020: 159). Indem der Klimawandel dem »Menschen: als Spezies« zugerechnet werde, verkenne die Klimaforschung, dass die Ursachen des Anthropozäns »gesellschaftlicher Natur« seien und der »anthropogene« Klimawandel in Wirklichkeit einen »soziogenen« (Mauelshagen 2012: 137) Ursprung habe. Es seien dagegen Disziplinen wie die Geschichtswissenschaft und die Soziologie zur Mitarbeit aufgerufen, da sie über das nötige Rüstzeug verfügen, um das Verhältnis von Klima und Gesellschaft adäquat zu erforschen. Statt sich »dem unaufhörlichen sozial- und

- 7 In diesem Sinne ist das Publikationsprojekt auch als direkte Antwort auf das sozialwissenschaftlich angedachte *Committee on the Human Dimensions of Global Change* des US-amerikanischen *National Research Council* zu verstehen. In demselben Zeitschriftenheft, in dem Rayner den Abschlussbericht kritisch besprach, erläuterten zwei Leitautoren ihre – deutlich eingeschränkte – Arbeitsweise: »Natural scientists help set the research agenda for social scientists by identifying human activities that are major proximate causes of environmental change and, therefore critical to the comprehension of the sources of global change. Social scientists help set the research agenda for natural scientists by highlighting environmental changes that would severely affect human welfare and are, therefore, most critical to decisions on responses to global change« (Young & Stern 1992: 2). Darauf Rayner: »However, it behooves all social scientists to be cautious in accepting as truth information from natural scientists« (Rayner 1992: 3).

kulturwissenschaftlichen Streit um die Geschichtlichkeit der Gesellschaft« zu stellen, ziehe sich die Anthropozän-These auf eine »geologische Epochen-theorie« (Werber 2014: 245) zurück. Darüber hinaus verfehle der aus der Anthropozän-These abgeleitete Katastrophismus der gesellschaftlichen Wirklichkeit dermaßen Rechnung zu tragen, dass er einigen nur noch als phantasieanregende *Science Fiction* taugt (Davidson 2023).

Auch die hochgradig komplexen Modelle waren einer Reihe kritischer Einwürfe ausgesetzt. Ein zentraler Kritikpunkt betrifft die Undurchsichtigkeit der Modelle. Demnach sei zu beanstanden, dass eine Intransparenz bezüglich der Annahmen bestehe, die in die Modelle einfließen.⁸ Dies betreffe insbesondere den Optimismus über die breite Verfügbarkeit einer Reihe von bis dato kostspieligen Technologien (Beck & Mahony 2018). Zu sehr verlasse man sich auf spontane Innovationsprozesse, ohne zu berücksichtigen, dass es nicht nur allgemeiner politischer Klimamaßnahmen bedürfe, sondern auch technologische Fortschritte auf begünstigende politische Rahmenbedingungen angewiesen seien (Pielke et al. 2008). Bevorzugt würden markt- und technologiebasierte Lösungen in die Modelle einfließen, während »verhaltensbasierten« Ansätzen nur eine marginale Rolle eingeräumt werde (van Beek et al. 2022: 198). Dort, wo sich die Klimaforschung bemüht zeigt, auch die sozialen Dynamiken in Gänze zu behandeln, sei es nicht besser bestellt. Beispielsweise bestünden auch bei der sozialen Kippunkttheorie, die auch Veränderungspotenziale miteinbezieht, die von sozialen Bewegungen, Netzwerken, Wertordnungen und weiteres mehr ausgehen, viele Unklarheiten und unzulässige Vereinfachungen. So werde etwa nicht ersichtlich, wie Kippeigenschaften bestimmt werden, wo die Systemgrenzen verlaufen, auf welcher Systemebene die Kippelemente zu verorten sind, inwiefern die Theorie empirisch fundiert ist und was vermutlich am schwersten wiegt: »Many social tipping point analyses so far tend to ignore existing social theories« (Milkoreit 2023: 6).

Zahllose empirische Forschungs- und programmatische Theoriebeiträge erschienen, die sich dem »exposing, challenging and extending« (Löwbrand 2015: 211) der Gesellschaftsvorstellungen der Klimaforschung verschrieben haben und die Sozialwissenschaften besser zu positionieren versuchten. Sammelbände bemühten sich, das Feld der

8 Auch innerhalb der Klimaforschung ist dieses Problem lange bekannt. Stephen Schneider, ein Pionier der Klimamodellierung, hat bereits Ende der 1990er zur Einhaltung von sechs Richtlinien bei der Publikation von Modellierungen geraten: (1) Grenzen des Modells kommunizieren, (2) alternative Ansätze zitieren und vergleichen, (3) ein breites Spektrum an Optionen angeben, (4) Validität oder Glaubwürdigkeit der Annahmen prüfen, (5) Vorläufigkeit hervorheben und (6) kontroverse Annahmen deutlich machen (Schneider 1997: 245). Offenbar ist das eine oder andere Intransparenzproblem noch nicht gelöst.

sozialwissenschaftlichen Klimaforschung zu kartieren (Ibrahim & Rödder 2022) und dezidiert soziologische Perspektiven auf den Klimawandel auszuloten (Dunlap & Brulle 2015). Beklagt wurde eine Nichtbeachtung der Sozialwissenschaften durch den Weltklimarat (Victor 2015).⁹ Einige starteten einen Rückholaktion, indem sie den Klimawandel nicht mehr zum Problem der Natur-, sondern der Sozialwissenschaften erklärten (Grundmann 2016), und verliehen ihrem Unmut über die Fehlfinanzierung der Forschung Ausdruck (Overland & Sovacool 2020). Andere monierten einen ›science imperialism‹ (Castree 2017: 160), eine Hierarchisierung der Disziplinen (Yearley 2009: 400f.) und eine Marginalisierung der Sozialwissenschaften (Turnhout 2024). Für die Sozialwissenschaftler sahen sie Grund zur Sorge, als Begleitforschung zu verkümmern, die, »um ihren zentralen Gegenstand gebracht«, nur noch »Akzeptanzbeschaffung« (Beck et al. 2014: 44) betreiben muss, oder zu einer Hilfswissenschaft degradiert zu werden, die den allumfassenden Modellen »irgendwie zuliefert, wieviel CO₂ in das System kommt« (Engels im Gespräch mit Rödder & Ibrahim 2022: 437). An dieser Stelle sei nochmal an die disziplinäre Spezialisierung als Bedingung der Möglichkeit für interdisziplinäre Offenheit erinnert.

Diese kurze Zusammenschau kritischer Kommentare müsste genügen, um einen Eindruck davon zu bekommen, dass die Sozialwissenschaften – sieht man von dem fürsprechenden Teil ab – alles andere als erfreut waren, zu bemerken, dass die Klimaforschung sich nun auch der Gesellschaft angenommen und weitestgehend unbemerkt eine eigentümliche Form der Gesellschaftsbeschreibung gepflegt hat. Betrachtet man sie zusammen, zeichnet sich eine Annahme ab, die seit den ›Klassikern‹ artikuliert wird und nichts an ihrer Aktualität eingebüßt hat: dass nämlich Gesellschaftsbeschreibung den Sozialwissenschaften oder womöglich sogar nur der Soziologie vorbehalten ist. Zugleich legt der Diskussionsabriss Zeugnis davon ab, dass alles andere als eine Monopolsituation in einer multiperspektivischen Wissenschaft der Fall ist. Die Sozialwissenschaften haben Konkurrenz bekommen.

2.3 Wissenschaftliche Multiperspektivität und die Theoretisierung der Gesellschaft

Vereinzelte kam es zu Versuchen, das Verhältnis von Natur- und Sozialwissenschaft im Klimadiskurs nicht zu korrigieren, sondern zunächst einmal

9 Neueren Zahlen zufolge sind die Sozialwissenschaften spätestens seit dem fünften Sachstandsbericht (2013–2014) des Weltklimarats im Verhältnis zu ihren Beiträgen zum Klimathema überproportional vertreten; vgl. Callaghan et al. (2020).

einzuordnen. In den Jahren 2008 und 2010 fand in den Zeitschriften *Current Sociology* und *Sociological Research Online* eine Diskussion um die Rolle der Soziologie in der Klimadebatte statt, die Constance Lever-Tracy (2008) mit einem programmatischen Aufsatz angestoßen hatte (für eine Übersicht vgl. Koehrsen 2022). Diese auf den ersten Blick sehr selbstbezügliche Diskussion lieferte im Zeitverlauf durchwachsende Reaktionen, aber auch interessante Hinweise für zwei wichtige Fragen: Wie ist es zu dieser merkwürdigen Situation, in der die Klimaforschung Gesellschaft beschreibt, gekommen und wie ist diese Tätigkeit wissenschaftssoziologisch und gesellschaftstheoretisch zu interpretieren? Lever-Tracy (2008) begann zunächst mit einem Rundumschlag gegen das, was sie als »Mainstream-Soziologie« bezeichnete. Seit den frühen Theorieentscheidungen der Klassiker habe sich auch bei den gegenwärtigen Großtheoretikern wie Ulrich Beck und Anthony Giddens die Annahme fortgesetzt, dass die Gesellschaft von ihrer natürlichen Umwelt losgelöst ist oder dass die Umwelt in ihr allenfalls als soziale Konstruktion auftaucht.¹⁰ Obwohl die Naturwissenschaften reichlich Material dafür geliefert hätten, wie sich die Gesellschaft durch den Klimawandel gefährde, habe sich die »Mainstream-Soziologie« nicht der Klimadebatte zugewandt und stattdessen die Arbeitsteilung zwischen Natur- und Sozialwissenschaften zementiert.

In ihrer Replik auf Lever-Tracys Aufforderung an die Soziologie, das »Schweigen« zu brechen, fragten Reiner Grundmann und Nico Stehr (2010) nicht, *was*, sondern *ob* die Soziologie etwas beitragen könnte. Sie lenkten die Aufmerksamkeit weg von den aus soziologischer Perspektive beobachtbaren Unzulänglichkeiten der Naturwissenschaften und den Identitäts- und Grenzkämpfen zu den Rationalitäten jenseits der sozialwissenschaftlichen Grenze. Das »Ob« bezieht sich nämlich nicht auf die soziologischen Kompetenzen. Ihnen ging es um die soziologische *Inkompetenz zu Übersetzung und Transfer* soziologischen Wissens in eine Sprache, die im Rahmen der klimawissenschaftlichen Theorien und Methoden verstanden wird. Immerhin fuße, so Grundmann und Stehr, die wissenschaftliche Klimadebatte im Wesentlichen auf der computer-gestützten Modellierung von Daten. Dadurch werden Informationen nur dann anschlussfähig, sofern sie im »right format« (Grundmann & Stehr 2010: 900) geliefert werden. Der Großteil der Soziologie würde aber wohl der Annahme widersprechen, man könne die Gesellschaft modellieren. Aufgrund des sich daraus ergebenden Informationsdefizits habe sich die Klimaforschung der Sache selbst angenommen:

»Since few sociologists are doing so, let alone engaging in interdisciplinary cooperation with climate scientists, the latter are literally encouraged

10 In unmittelbarem zeitlichem Zusammenhang publizierten Beck und Giddens Beiträge zum Klimawandel; vgl. etwa Beck (2010) und Giddens (2009).

to become social scientists themselves. [...] Scientists and engineers have acted as ›lay sociologists‹ on many an occasion and have – based on their personal and professional beliefs and approaches – built several assumptions about human behaviour into their theories.« (Grundmann & Stehr 2010: 901)

Während Lever-Tracy (entgegen ihren Ambitionen) die Idee einer Arbeitsteilung perpetuiert, bei der einerseits die Klimaforschung die Probleme und Randbedingungen vordefiniert, die die Gesellschaft konditionieren, und die Soziologie andererseits komplementäres Gesellschaftswissen zuliefert, legt diese Perspektive den Schluss nahe, dass die Klimaforschung die Arbeitsteilung aufhebt und auch den Wissensbedarf über die Gesellschaft abdeckt. In Anbetracht der mangelhaften Kompetenz der Soziologie in Sachen Modellierung habe die naturwissenschaftliche Fachgemeinschaft selbsttätig mit dem Theoretisieren der Gesellschaft angefangen und sich in eine *substitutive* Laiensoziologie eingeübt.¹¹

Grundmann und Stehr bringen damit ein *wissenschaftssoziologisches* Argument ins Spiel, das auf das *innerwissenschaftliche Binnenverhältnis* zielt und als Hinweis auf die *Multiperspektivität der Wissenschaft* gelesen werden kann. Gleichwohl der wissenschaftliche Gegenstand Klimawandel, verstanden als anthropogener (oder soziogener) Klimawandel, konstitutiv auf Wissen über die Gesellschaft angewiesen ist, muss diese Informationslücke nicht zwingend von den Disziplinen geschlossen werden, die sich qua ›Arbeitsteilung‹ dazu berufen fühlen. Vielmehr können an ihre Stelle auch andere, mittelbar mit den in Rede stehenden Fragen befasste Disziplinen treten. Als sich beginnend im 18. Jahrhundert und deutlich beschleunigt im 19. Jahrhundert eine Vielzahl an wissenschaftlichen Disziplinen herausbildete, haben diese »sich die Welt nicht sorgfältig untereinander auf[geteilt]« und daher kann »ein und dieselbe Problemstelle im Wissenschaftssystem der Moderne mehrfach besetzt sein« (Stichweh 2014: 10). Weil keine Disziplin einen Monopolanspruch auf einen Gegenstand oder ein Problem erheben kann, behaupten sich die Disziplinen stattdessen mit dem Verweis auf ihre genuine Perspektive gegeneinander (Swoboda 1979: 65f.). Die Folge ist, dass Disziplinen fortwährend in Konflikt und Konkurrenz geraten, dass die Disziplinen sich über ihre Grenzen hinaus auf dem Gegenstandsgebiet anderer Disziplinen versuchen (Stichweh 1984: 50), dass aber auch Kooperation möglich ist und dass all dies – ob mit- oder gegeneinander – zugleich Interdisziplinarität ist und die Einheit der Wissenschaft ausmacht (Stichweh 2014). Es gibt eine Reihe von Vorschlägen, wie sich Disziplinen sinnvoll

- 11 Das ist nicht nur ein plausibles Argument, es entbehrt auch nicht einer gewissen Ironie, da die beiden Soziologen vergleichsweise früh das Potenzial des Klimawandels für soziologisch relevante Fragestellungen entdeckten – ihre Forschungsergebnisse waren nur nicht im ›richtigen Format‹.

diskriminieren ließen, aber die Unterscheidung entlang der Gegenstände gehört nicht dazu (für eine Übersicht vgl. Rödder 2021). Stattdessen lässt sich beobachten, dass Disziplinen die Gegenstände einer je eigenen Lesart unterziehen, denn »die Statue ist schließlich, als schwerer Körper, auch Gegenstand der Physik und, als Stein, Gegenstand der Mineralogie« (Freyer 1930: 190).

Die Spannungen zwischen den Disziplinen können mithin so sehr anwachsen, dass sie füreinander zu »Antidisziplinen« werden. Der Biologe Edward Wilson (1977) prägte diesen Begriff, um den Umstand zu beschreiben, dass sein Fach mit den Sozialwissenschaften in einen Deutungswettbewerb getreten sei, seitdem es sich für den sozialwissenschaftlichen Gegenstandsbereich geöffnet und gleichwertige, wenn nicht überlegenere Erklärungsangebote für das »human social behavior« im Repertoire habe. Es ist nicht unbedingt so, dass die Konflikte offen ausgetragen oder Konkurrenzkämpfe ständig thematisiert werden. Vielmehr können sie auf sehr subtile Weise verlaufen und zwar auf so unbemerkte Art, dass sie einem – hier: den Sozialwissenschaften – lange Zeit entgehen können. Konkurrierende Deutungen stellen sich häufig nicht explizit als solche dar. Vielmehr, schreibt beispielsweise Werner Rammert (1995: 66), handelt es sich im natur- und technikwissenschaftlichen Bereich dabei um »implizite kulturelle Modelle«, nach denen man »fahnden« müsse, um sie offenzulegen. Was sich hinter vielen naturwissenschaftlichen Produkten an Annahmen über die Gesellschaft verbirgt – die Glaubenssysteme und fachkulturellen Theorien, auf die Grundmann und Stehr hinweisen – muss gehoben werden, und es ist vor allem die historisch interessierte Soziologie, die hier gefragt wäre, die Entstehung dieser lange Zeit schlummernden Deutungskonkurrenzen zu rekonstruieren.

Im Licht dieser wissenschaftssoziologischen Betrachtung ließe sich nicht wenig der sozialwissenschaftlichen Entrüstung dadurch erklären, dass sich die Klimaforschung die Rolle der Gesellschaft im Klimawandel nicht aus sozialwissenschaftlichen Theorien heraus erdacht, sondern ihr einen Platz innerhalb des klimawissenschaftlichen Begriffskosmos zugewiesen hat. Die Gesellschaft wird eben nicht im Kontext einer Handlungs-, Kommunikations- oder Strukturationstheorie konzeptualisiert, sondern – ohne allzu viel vorwegzugreifen – als »external forcing« im Unterschied zu natürlicher Klimavariabilität, als CO₂-Emittentin statt als Kohlenstoffsenke oder als anpassungsfähige Deichbauerin im Kampf mit den schmelzenden Eisschilden behandelt oder sie wird wie von der Klimaforscherin Otto als ein »Wir« (im Verhältnis wozu eigentlich?) thematisiert.

Wie sich an diesen Beispielen schon abzeichnet, wird die interdisziplinäre Offenheit und die binnenwissenschaftliche Multiperspektivität unter den Bedingungen disziplinärer Spezialisierung – und hier ist den kritischen Kommentaren vollends beizupflichten – zu hohen Kosten erkauft.

Wenn die Gesellschaft schon in einer sozialwissenschaftlichen Theorie keine Punkt-für-Punkt-Entsprechung findet, dann ist zum einen damit zu rechnen, dass die Gesellschaft in all ihrer Vielgestaltigkeit und Mehrdimensionalität nicht näherungsweise abgebildet werden kann, wenn sie *unter naturwissenschaftlichen Gesichtspunkten* behandelt wird. In soziologischer Perspektive ist eine Gesellschaftsbeschreibung aus naturwissenschaftlicher Feder immer eine Schrumpfversion der Gesellschaft. Zum anderen liegt der Verdacht nahe, dass bei der Integration interdisziplinärer Gegenstände in das disziplinäre Begriffs- und Kausalsystem »Asymmetrien im Informationsaustausch zwischen Disziplinen« (Stichweh 2021: 437) in *Kausal- und Gegenstandshierarchien* übersetzt werden (vgl. Taylor & Buttel 1992: 410). Vieles spricht dafür, dass nicht die Disziplinen in einem hierarchischen Schichtungsverhältnis zueinander stehen, sondern dass die disziplinäre Perspektive einige Dominanz- und Kausalbeziehungen zwischen den Gegenständen gegenüber anderen bevorzugt. »It will be better for scientists to study the subject of genetic behavioral diversity« (Wilson 1977: 133), sagt die Biologie zur Soziologie.¹²

Disziplinen, auch naturwissenschaftliche Disziplinen, so könnte man aus diesen wissenschaftssoziologischen Überlegungen schlussfolgern, können an der Beschreibung der Gesellschaft mitwirken, *ohne ein Interesse an dem genuin Sozialen* der sozialen Welt zu haben. Diese Hinweise auf die disziplinären Restriktionen sollen aber nicht über das grundsätzliche Plädoyer für eine Perspektivverschiebung hinwegtäuschen. Die Kenntnis über sie sollte vielmehr Anlass dafür sein, die Gesellschaftsbeschreibungen der Klimaforschung nicht als Schrumpfversion und Mangelware zu behandeln, sondern als *naturwissenschaftlich konditionierte Perspektive einer multiperspektiven Wissenschaft*. Die Aufgabe wäre, die verschiedenen Beschreibungsformeln zu entschlüsseln, um den Beitrag der Naturwissenschaften an der wissenschaftlichen Beschreibung der Gesellschaft zurückzuverfolgen.

Man könnte Grundmanns und Stehrs wissenschaftssoziologischen Interpretationsversuch auch *gesellschaftstheoretisch* wenden und von dem innerwissenschaftlichen Binnenverhältnis auf die *Relation zwischen*

- 12 Die Sozialwissenschaften würden früher oder später, so Wilsons Prognose, biologisches Wissen in ihre Forschung übernehmen – mit einigem Erfolg, wenn man Werber (2011) folgt. Demnach seien die »Texte von so bedeutenden Soziologen wie Talcott Parsons und Niklas Luhmann vom entomologischen Diskurs mitstrukturiert« (Werber 2011: 243), zu dem bekanntlich auch Wilson beigetragen hat. Auf Tendenzen dieser Art hat auch Meloni (2014) hingewiesen. Die Öffnung der Biologie für soziale Prozesse habe die Sozialwissenschaften dazu bewogen, sich der Biologie anzugleichen und hybride Konzepte wie Inkorporation, Stoffwechsel oder Biosozialität zu entwickeln.

Wissenschaft und Gesellschaft verschieben: Wie geht nicht nur die Wissenschaft, sondern die Gesellschaft damit um, wenn sich eine ihrer Erkenntnisquellen dagegen verweigert, ihr wissenschaftliches Wissen über ein drängendes Großproblem zu liefern (vgl. auch Hulme 2011: 259)? Wer verfügt über notwendige technische Instrumente, adäquate Methoden und plausible Theorien, um das Verhältnis der Gesellschaft zu ihrer Umwelt zu beschreiben? Und vor allem: Wer ist bereit dazu? Es liegt auf der Hand, dass Politik (van Beek et al. 2020), Wirtschaft (Schubert 2021: 159ff.), Recht (McCormick et al. 2017) oder Medien (Trumbo 1996) ihre Anfragen dann an diejenigen richten, die sich bereit erklären, das Mandat anzunehmen und Aufklärung zu betreiben. Man könnte auch umgekehrt formulieren: Wie werden Probleme so positioniert, dass sie nicht nur als wissenschaftliche Kuriosität, sondern auch als gesellschaftlich relevante Bedrohungen, Herausforderungen oder Verhaltenserfordernisse erscheinen? Auch Problemlagen, die (mutmaßlich) außerhalb der Gesellschaft liegen, können dann das Potenzial entfalten, nach komplementären Gesellschaftskonzeptionen zu verlangen.

Ein Impuls in diese Richtung stammt aus der Weltgesellschafts- und Globalisierungsforschung. Ausgehend von der Beobachtung, dass zahlreiche Ideale, Praktiken, Klassifikationen etc. in der Weltgesellschaft diffundieren und daraus ein hoher Grad an Homogenität in vielfältigen Bereichen resultiert, schlagen David Strang und John Meyer (1993) zur Erklärung der Diffusionsbedingungen vor, auf einen Prozess zu fokussieren, den sie als *theorization* bezeichnen. Darunter verstehen sie einen Modus »for making sense of the world« (Strang & Meyer 1993: 493), bei dem Konzepte, Kategorien, Kausalzusammenhänge, »best practices« usw. zu geschlossenen Modellen zusammengeführt werden, die Auskunft darüber geben, was die Welt ist, wie sie funktioniert und wie sie sein sollte. Eine zentrale Rolle räumen sie den »culturally legitimated theorists« (Strang & Meyer 1993: 494) ein. Dazu gehören neben Intellektuellen und Professionsangehörigen vor allem Wissenschaftler. Ihnen kommt aus zwei Gründen ein besonderer Stellenwert zu. Erstens treten Wissenschaftler als »desinteressierte« Dritte« (Koloma Beck & Werron 2013) mit universalistischer Einstellung auf. Ihrer Selbstbeschreibung nach macht sich die Wissenschaft mit keiner partikularen Sache gemein und wo sie doch für Partikularinteressen mobilisiert werden sollte, ist sie aufgrund ihrer kognitiven Offenheit *prinzipiell* eine »unzuverlässige« Koalitionspartnerin (Yearley 1992). Ihre Aufmerksamkeit gilt der Durchdringung der Welt, der Entschlüsselung der Geheimnisse und Gesetzmäßigkeiten der Natur und der Bereitstellung *universalen* Wissens (Drori et al. 2003a). Die Wissenschaft und ihre Theoriekonstruktionen genießen daher einen hohen Grad an Anerkennung, Legitimität und Autorität. Das heißt, dass es vergleichsweise risikoreich ist, ihren Weltdeutungen zu widersprechen, und dass sich Folgsamkeit hingegen aufgrund der

»Höherwertigkeit« wissenschaftlichen Wissens nicht rechtfertigen muss – auch »Klimaleugner« berufen sich auf Nobelpreisträger!

Nicht nur, weil die Theorien der Wissenschaft besonders autoritativ, universalistisch und daher anschlussfähig sind, kommt ihr in weltgesellschaftstheoretischer Perspektive eine so bedeutende Rolle zu. Die Wissenschaft gilt zweitens als zentrale gesellschaftliche Instanz für Problemdiagnosen: »Heute definieren Wirtschaft, Wissenschaft und Technik die in der Gesellschaft zu lösenden Probleme mitsamt den Bedingungen und Grenzen ihrer Lösungsmöglichkeit« (Luhmann 1975: 58). Dabei stehen der Informationsbedarf von Seiten der Gesellschaft und die Aufklärungsangebote seitens der Wissenschaft in einem wechselseitigen, expansiven Anspruchsverhältnis (Drori et al. 2003b). Die Gesellschaft verlangt nach Theorien, die sie historisch und kosmisch verorten. Und die Wissenschaft bietet sich an, gesellschaftliche Akteure im Verhältnis zum Universum zu definieren und ihnen Handlungsfähigkeit, Verantwortung und Gestaltungsfähigkeit zuzusprechen. Auch wenn es sich bei den »legitimierten Theoretikern« nicht zwingend um die Naturwissenschaften handeln muss (Haas 1992: 16), so lässt sich doch beobachten, dass es allen voran sie sind, die Theoriekonstruktionen lancieren, die das Selbstverständnis der Weltgesellschaft im Verhältnis zu ihrer natürlichen Umwelt prägen (Frank et al. 2000: 100). Die Verwissenschaftlichung gesellschaftlicher Probleme geht im 19. und 20. Jahrhundert nicht nur von den Human- und Sozialwissenschaften aus (dagegen Raphael 1996). Es sind manchmal gerade mathematische Modelle, physikalische Theorien oder statistische Übersichten, von denen die Definition und das Versprechen auf Lösung gesellschaftlicher Fragen ausgeht (Case 2018: 167ff.). Sie prädestinieren die Naturwissenschaften manchmal mehr für Gesellschaftsbeschreibung. Oder wie der Klimaforscher Hans von Storch ironisch formuliert: »Und die Physiker glauben natürlich, dass sie sowieso schlauer als alle anderen sind. [...] Dieses Selbstbewusstsein, ein Integral hinschreiben zu können, das ist ein Schlüssel in diesem [Klima-]Kontext. »Ihr Sozialwissenschaftler, ihr könnt das eben nicht«« (im Gespräch mit Rödder & Ibrahim 2022: 436). Folglich würde eine Gegenstandsbestimmung der Klimaforschung (und ihrer Vorgänger) zu kurz greifen, wenn sie sich auf das Naturphänomen beschränkte. Vielmehr legen die bisherigen Überlegungen sogar die Annahme nahe, dass die Geschichte der Klimaforschung nur unzureichend verstanden bliebe, wenn sie nicht ihre Gesellschaftsbeschreibungen miteinschließen würde.

Eine solche Perspektive weist der Wissenschaft im Allgemeinen und der Klimaforschung im Besonderen eine zentrale Rolle im Globalisierungs- und Vergesellschaftungsprozess zu, nämlich als *Mitkonstrukteurin und Architektin der Weltgesellschaft*. Man denke nur an die bereits um 1900 bekannten »Weltkatastrophen« (Meyer 1907), an die

»great dangers« und »pressing problems« der 1960er Jahre oder an die »global«, »societal« und »grand challenges« jüngeren Datums (Kaldewey 2017).¹³ Es sind nicht nur Weltereignisse im engeren Sinn (Stichweh 2008c), sondern auch, in Eva Horns (2020) Terminologie, »Katastrophen ohne Ereignis«, die Anlass für die Produktion von Welt- und Weltgesellschaftsbeschreibungen geben und selbst solche darstellen (Stichweh 2006: 250). Durch die Wissenschaft kommunizierte Probleme dieser Art fungieren als *Spiegel, in dem sich die Gesellschaft beobachtet*. Indem die Wissenschaft Umweltlagen als Probleme globalen Ausmaßes theoretisiert, verändert sie auch Gesellschaftskonzeptionen und Kausalannahmen zum Verhältnis von Natur und Gesellschaft und trägt dazu bei, neue Gesellschaftsmodelle entstehen zu lassen (Meyer et al. 1997b: 630f.). So blickt David Frank am Ende des 20. Jahrhunderts auf 120 Jahre zurück, in denen Wissenschaft und Umweltorganisationen das Verhältnis von Natur und Gesellschaft problematisierten, und hält fest: »The new conception [of nature] is that of a natural system with planet-wide interdependencies, encompassing *Homo sapiens* and providing most fundamental sustenance for this species« (Frank 1997: 411). Während die Natur vormals als Bedrohung oder Ressource der Gesellschaft konzeptualisiert wurde, gelte es nun im Einklang mit ihr zu stehen. Mit anderen Worten: Die Naturwissenschaften können in tiefgreifender Weise das Selbstverständnis der Weltgesellschaft infrage stellen. Sie sind es, die Umweltlagen als gesellschaftliche Probleme an die Gesellschaft herantragen und sie darüber informieren, wo sie steht, wie das Problem verursacht wurde und möglicherweise auch was zu tun ist (Taylor & Buttel 1992).

Da eine gründliche Untersuchung der Diffusionsprozesse den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde, sei hier nur am Rande ein Verdacht erwähnt, dass nämlich sich die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass die Problem- und Gesellschaftsbeschreibungen nicht lediglich im wissenschaftlichen Raum verhallen, sondern in alle Gesellschaftsbereiche vordringen, wenn sie von anderen »legitimierten Theoretikern« amplifiziert werden, wenn sich also erste Anzeichen der Rezeption, Generalisierung, Respezifikation und Reichweitensteigerung bemerkbar machen. Man denke nur an das Pariser 1,5 oder 2 °C Ziel. Dabei handelt es sich zum einen um ein über Jahrzehnte hinweg hervorgebrachtes Ko-Produkt zwischen Wissenschaft, Politik, Nichtregierungsorganisationen, Philanthropie und sozialen Bewegungen (Guillemot 2017b; Cointe & Guillemot 2023; Randsdalls 2010). Für gesellschaftstheoretische Fragen ist zum anderen noch

13 Darüber, mit wie vielen Weltproblemen man heutzutage zu tun hat, gibt die Datenbank der *Union of International Associations* Auskunft. Demnach sind Weltprobleme in fünfstelliger Anzahl zu bearbeiten; vgl. Rödder (2015: 390) mit weiteren Verweisen.

wichtiger, dass es von denselben und mit massenmedialer und demoskopischer Unterstützung selbstvergewissernd und unaufhörlich repetiert wird (Rödter & Pavenstädt 2023). Einige Beobachter der Klimadebatte folgern, dass es dem globalen Temperaturwert gelungen ist, landläufig als Grenze für weltgesellschaftlichen Fortbestand befunden zu werden und ins gegenwärtige Kollektivbewusstsein vorgedrungen zu sein (Asayama 2021: 12; Ibrahim et al. 2024).¹⁴

Aus der vorausgegangenen Literaturzusammenschau in Kapitel 2.1 bis 2.3 lässt sich eine idealisierte Typologie sozialwissenschaftlicher Reaktionen und Perspektiven auf Gesellschaftsbeschreibungen jenseits der Sozialwissenschaften ableiten (Tab. 1). Sie nimmt ihren Ausgang in den drei Wegen, die in der Einleitung bereits grob umrissen wurden. Der Weg der *Aneignung* interessiert sich für die innerfachlichen Innovationspotenziale, die von außerfachlichen Entwicklungen ausgehen. Vertreter dieses Wegs lassen sich von Konzepten, Methoden und Deutungen irritieren und bemühen sich darum, den soziologischen Kern nichtsozialwissenschaftlicher Gesellschaftsbeschreibungen zu heben. Nicht so im Fall des zweiten Weges, der *Abgrenzung*. Gesellschaftsbeschreibungen jenseits der Sozialwissenschaften wird hier mit einer grundlegenden Skepsis begegnet. Sie sind im besten Sinne des Wortes ein Skandalon, ein Stein des Anstoßes, nicht Ressource der Forschung. Sie werden einem soziologischen Faktencheck unterzogen. Genauestens wird geprüft, warum sie sozialwissenschaftlichen Theorien unterlegen sind. Daraus folgt die (Selbst-)Kritik an dem beklagenswerten Zustand und Stellenwert der Sozialwissenschaften in Wissenschaft und Gesellschaft. Insbesondere naturwissenschaftliche Gesellschaftsbeschreibungen erscheinen in dieser Perspektive als Zumutung und Ausdruck von Übergriffigkeit. Die Sozialwissenschaften müssten demnach einen Gegenentwurf anbieten und ihren Gegenstand verteidigen.

¹⁴ Damit ist nicht gesagt, dass Beschreibung und Vollzug, Theorie und Praxis zur Deckung kommen, dass Wissen also ›wirkt‹. Dass beispielsweise Institutionen und Organisationen entstehen, die sich dem Klimaschutz ›um der Gesellschaft willen‹ verpflichten, ist nicht gleichbedeutend mit einer Umstrukturierung sämtlicher oder einiger gesellschaftlicher Bereiche. So halten auch Meyer et al. (1997b: 646 f.) fest, dass die Entstehung eines »world environmental regime« zwar einen Einfluss ausgeübt habe auf »a wide range of policies and practices«, jedoch die Frage offenbleibe, inwiefern »it actually solves environmental problems«. Die Diffusion der Theorie muss also getrennt von ihrer Anwendung (und Effektivität) gedacht werden.

| | Aneignung | Abgrenzung | Befragung |
|--|--|---|---|
| Gesellschafts- beschreibungen als... | Ressource | Skandalon | Gegenstand |
| Vorgehensweise | Offenlegung und Übernahme des soziologisch ›wahren‹ Gehalts | Aufdeckung und Problematisierung des ›fremden‹ und ›fehlerhaften‹ Gehalts | Rekonstruktion der Entstehung, Ver- änderung und Ab- lösung des zeit-/ feldspezifisch vari- ierenden Gehalts |

Tabelle 1: Drei Wege: Die Soziologie und die Gesellschaftsbeschreibung jenseits der Sozialwissenschaften

Schließlich bieten die zwei zuletzt vorgestellten Stoßrichtungen – die wissenschaftssoziologische und die weltgesellschaftstheoretische – eine für die vorliegende Untersuchung willkommene Alternative. Vergleichsweise agnostisch geht es dem Weg der *Befragung* um die empirische Rekonstruktion und theoriegeleitete Deutung der Entstehung, Variation und Ablösung nichtsozialwissenschaftlicher Gesellschaftsentwürfe. Dazu gehört auch, ein Verständnis dafür zu entwickeln, wie es überhaupt dazu kommt, dass Gesellschaft jenseits der Sozialwissenschaften Thema wird. Im Rahmen dieser Arbeit gilt es, die inner- wie außerwissenschaftlichen Kontextbedingungen herauszuarbeiten, unter denen ein breites historisches Spektrum an Gesellschaftswissen produziert und modifiziert wird. Der Weg der Befragung hinterfragt den Monopolanspruch der Sozialwissenschaften, ohne aber die Eigenwertigkeit und Eigentümlichkeit ihrer Gesellschaftsbeschreibungen zu relativieren. Er lädt vielmehr zum Vergleich und zur Suche nach Überlagerungen, Gegensätzlichkeiten, Komplementaritäten und ja, auch nach den von Crutzen erhofften Verbindungen ein. Er versorgt die vorliegende Untersuchung mit ersten theoretischen Anknüpfungspunkten und Einordnungshilfen für die in der Einleitung skizzierte empirische Ausgangsverwunderung.

2.4 Gesellschaft als analytische und Akteurskategorie

Darüber hinaus trägt der weltgesellschaftstheoretische Ansatz auch zur Lösung eines Problems bei, dessen Klärung ich bislang noch schuldig geblieben bin: Wie wird im Rahmen dieser Arbeit Gesellschaft als analytische Kategorie konzipiert? Diese Frage wird nicht zuletzt durch den immerwährenden soziologischen Streit um die ›richtige‹ Gesellschaftstheorie verkompliziert. Neben der kapitalistischen, der modernen und der säkularisierten Gesellschaft gelten ein weiteres Dutzend als »Klassische

Gesellschaftsbegriffe der Soziologie« (Kneer et al. 2001). Gesellschaft sei »das jeweils umfassendste System menschlichen Zusammenlebens. Über weitere einschränkende Merkmale besteht kein Einverständnis« (Luhmann 1995: 235), lautet entsprechend die Minimaldefinition im »Lexikon zur Soziologie«. Handelt es sich bei Gesellschaft überhaupt noch um einen zeitgemäßen Begriff? Ist es möglicherweise eher dem »Bedürfnis, eine nicht mehr verfaßte soziale Wirklichkeit« begrifflich zu fassen, geschuldet, sie »einheitlich unter den Begriff der Gesellschaft zu zwingen«, wie Friedrich Tenbruck (1981: 349) schrieb? Tenbrucks Kritik richtete sich vornehmlich an die in der Soziologie lange Zeit vorherrschende Annahme, wonach kulturelle, religiöse, wirtschaftliche Beziehungen in einer politisch-territorialen Kategorie konvergieren. Doch diese gängige Unterstellung habe schon nicht mehr der Realität entsprochen, als der Begriff der *Gesellschaft als Nationalgesellschaft* zum Grundbegriff der Soziologie aufgestiegen war. Die Ineinssetzung von Gesellschaft und Nation (»methodologischer Nationalismus«), und da kann man Tenbruck mehr als vier Jahrzehnte später nur beipflichten, verdeckt transnationale und globale Verstrickungen und naturalisiert ein zutiefst historisch hervorgebrachtes Konstrukt (Jacobsen & Werron 2023).

Man muss den Begriff der Gesellschaft freilich nicht aufgeben; man könnte stattdessen die Frage nach ihr nur anders stellen. Die weltgesellschaftstheoretische Perspektive lenkt die Aufmerksamkeit weg von der Frage, was die Gesellschaft ausmacht, hin zu der Frage, *wie Gesellschaft möglich ist*. Statt die (Welt-)Gesellschaft vorauszusetzen, gilt es die Dynamiken nachzuvollziehen, die sie hervorbringen (Heintz & Werron 2011). Dafür bringt sie eine zentrale Unterscheidung in Anschlag: eine zwischen »relational linkages« und »cultural linkages« (Strang & Meyer 1993), »globalen Interrelationen« und »globaler Kategorienbildung« (Stichweh 2008a), zwischen »Vernetzungsdimension« und »Beschreibungsdimension« (Heintz & Werron 2011), zwischen der »realen« und der »imaginierten« Globalisierung (Osterhammel 2017: 21): »Globalization as a concept refers both to the compression of the world and the intensification of consciousness of the world as a whole« (Robertson 1992: 8). Oder nochmal mit Tenbruck (1981: 349): Man muss den Blick richten auf die konkreten »Internationalisierungsprozesse und Kulturdiffusionen«, die sich einerseits entlang der Organisationen (Unternehmen, Verbände usw.), der »freien Assoziation« und der gesellschaftlichen Bereiche wie der Wissenschaft und andererseits entlang der Verbreitung von Moden, Ideologien und Weltanschauungen als die vielen Spielarten transnationaler und globaler »Vergesellschaftung« vollziehen. Damit sind zum einen die faktischen oder realisierten Kontakte, Kommunikationsnetze und sozialen Kreuzungen gemeint, die sich über den Globus erstrecken. In diesem Sinne hat die Klimaforschung, wie im Verlauf der Arbeit deutlich wird (insb. Kap. 4), durch den Aufbau eines planetaren

Kommunikations- und Überwachungsnetzwerks, durch trans- und internationale Zusammenarbeit und durch die Einrichtung zwischenstaatlicher und internationaler Organisationen einen Beitrag zur ›faktischen‹ Verzweigung der Weltgesellschaft beigetragen.

Für den Zusammenhang der Arbeit ist vor allem die zweite Dimension von weitreichender Bedeutung. Indem Weltgesellschaftstheorien eine Unterscheidung in die Frage nach der Gesellschaft schieben, reservieren sie einen zentralen Platz für eine *kommunikationstheoretische Komponente* in ihrer Gesellschaftstheorie. Durch diese Linse betrachtet wird die Gesellschaft und ihre (idealisierten) Erscheinungsformen als kommunikatives Konstrukt hervorgebracht. Elementar dafür sind all die Tätigkeiten, die oben unter dem Begriff der Theoretisierung zusammengefasst wurden. In diesem Fall geraten weniger die realisierten Kontakte und Vernetzungspunkte und vielmehr die kommunikative Erschließung, Ausweitung und vor allem Unterstellung einer geteilten Welt in den Blick. Statistiken und Bilder, Erzählungen und Berichte, Szenarien und Prognosen, Typisierungen und Klassifikationen, verbale und quantifizierte Vergleiche und vieles mehr weisen ein *welterzeugendes* Potenzial auf, indem sie herstellen, was sie darstellen (Heintz 2012).¹⁵ Klima, das ist »the statistical description in terms of the mean and variability of relevant quantities over a period of time [...] The classical period for averaging these variables is 30 years« (IPCC 2018a: 544), schreibt der Weltklimarat. Das Klima entzieht sich der unmittelbaren Wahrnehmung und doch empfindet man Klimaangst, will die Klimakrise bekämpfen oder über die Klimakatastrophe berichten, *weil* Klima ›nur‹ statistisch, grafisch, prognostisch erzeugt wird. Und dasselbe gilt für die Weltgesellschaft, die als ›carbon budget‹ und ›footprint‹ quantifiziert, als ›external forcing‹ und ›anthropogenic removal‹ modelliert und als solche *performativ* hervorgebracht wird (vgl. auch Beck & Mahony 2018). Der Klimawandel als Problem, das in den Dimensionen globaler Größenordnung formuliert wird, wirkt so als »Weltgesellschaftsgenerator« (Tratschin 2021: 343).

Wie tiefgreifend die kommunikative Dimension die Vorstellungen von Gesellschaftlichkeit prägt, lässt sich an einem anderen einschlägigen Fall exemplarisch illustrieren. Die (von Tenbruck zurecht gescholtene) Annahme, dass die Gesellschaft mit dem Nationalstaat korrespondiert, verdankt sich zu einem wesentlichen Anteil einer Gruppe der oben vorgestellten Gesellschaftsbeschreiber: den Massenmedien. Sie erzeugen die Nation als »imaginierte Gemeinschaft« (Anderson 2006) von »Zeitungslernern« (Werron 2018: 31), die über nationale Angelegenheiten und

15 Insofern betonen weltgesellschaftstheoretische Ansätze, dass globale Vernetzung und Kategorienbildung nicht im Widerspruch zueinanderstehen, sondern im Gegenteil, dass längerfristig »strukturelle Realität und phänomenologischer Weltentwurf zur Deckung kommen« (Stichweh 2000b: 249).

Begebenheiten, über geteilte Merkmale, Probleme und Interessen auf dem Laufenden gehalten werden und daher wie selbstverständlich ohne persönliche Bekanntschaft ihresgleichen einen nationalgesellschaftlichen Referenzrahmen und eine globale Fragmentierung gleichartig aufgebauter Nationalstaaten unterstellen können (Werron 2018: 31, 49f.). Die Idee, dass Gesellschaften nationalstaatlich organisiert sind, ist deshalb so robust, *weil es »nur« ein imaginiertes, globales Modell ist.*

In diesem Sinne steht die Nationalgesellschaft für einen zentralen Anwendungsfall eines Begriffs von Gesellschaft, der das angespannte Verhältnis zwischen analytischen und Akteurskategorien versöhnen und harmonisieren kann, indem er sie auf zwei unterschiedlichen Ebenen ansiedelt. Eine weltgesellschaftstheoretische Perspektive überlässt es den Akteuren, die Welt zu konstruieren, und ist lediglich auf solche analytischen Kategorien angewiesen, mit denen die *Akteure und ihre Kategorienbildung interpretiert, nicht aber ihre Kategorien überprüft werden.* Wenn im Laufe dieser Untersuchung also nach der Gesellschaft gefragt wird, ist ein analytischer Begriff der Weltgesellschaft aufgerufen, der Gesellschaft nicht statisch-essentialistisch konzeptualisiert, sondern sich gerade für die Umstrittenheit und Uneindeutigkeit ihrer Merkmale interessiert und die Theoretisierungsprozesse in den Vordergrund stellt, in denen Gesellschaftsmodelle, also Akteurskategorien, entworfen und verworfen werden.

Es geht also weder um den verborgenen soziologischen Sinn in den Akteurskategorien noch um ihre empirische Passung. Stattdessen können Akteurskategorien, so wie im Fall der Konstruktionen nationalstaatlich organisierter Gesellschaften, auf ihre globale Dimension und historische Genese hin befragt werden. So steht der Nationalstaat in weltgesellschaftstheoretischer Perspektive nicht im Widerspruch zur Weltgesellschaft, sondern er ist als ein *»immer-schon-globales Model«* (Werron 2012: 340) ein Produkt der Weltgesellschaft. Er stellt vielleicht *das* einschlägige Beispiel für die rasante Verbreitung globaler Modelle dar, wie sie Strang und Meyer vorschweben. Er ist mitsamt seinen Prinzipien wie Souveränität, Menschenrechten, Wahlen usw. das Ergebnis globaler Diffusions- und Verweltgesellschaftungsprozesse, nicht deren Gegenspieler. Oder man fragt, wie im vorliegenden Fall, nach den historischen Wurzeln der Annahme, Gesellschaft könne nur unter besonderen Klimabedingungen existieren und florieren, und bemerkte dann, dass die klimatisch begrenzte Gesellschaft gleichermaßen immer schon ein globales Gesellschaftsmodell war, das zum Beispiel durch koloniale Expansionsbestrebungen, holistische Klimatheorien oder temporalisierte Grenzwerte immer wieder, aber in teils anderer Gestalt erzeugt wurde. Insofern gelingt es einer solchen Perspektive auch, ein zentrales Problem zu lösen, das Harry Collins in der Unterscheidung noch gesehen hatte: Sie muss sich nicht zwischen der Weltsicht der Akteure und der soziologischen

Lesart entscheiden. Akteurskategorien wird nicht nur ein Platz eingeräumt. Sie sind in Form der Theoretisierungen fest vorgesehen.

Auch der Weltbegriff der Weltgesellschaftstheorie kommt dem Vorhaben entgegen: Gesellschaften entwerfen demnach »für sich eine vollständige *Welt*. Sie schließen alles, was außer ihnen in der Welt noch vorkommt, in ihre Weltinterpretationen ein« (Stichweh 2000b: 248). Gesellschaftsbeschreibungen sind also stets auch Weltbeschreibungen, die einen Möglichkeitshorizont aufspannen, der offenhält, welche gesellschaftsrelevanten Phänomene berücksichtigt werden, was als gesellschaftszugehörig bestimmt wird (Stichweh 2000a), wie die Umwelt der Gesellschaft konstituiert ist und ob die Gesellschaft einzelnen Umweltsegmenten oder einer umfassenden »Weltumwelt« (Speich Chassé 2021) gegenübersteht.¹⁶

2.5 Elemente einer Soziologie naturwissenschaftlicher Gesellschaftsbeschreibung

Die vorangegangenen Überlegungen legen nahe, naturwissenschaftliche Gesellschaftsbeschreibungen anders zu befragen, als dies bislang vorwiegend geschehen ist. In dieser Perspektive geht es nicht um die Enttarnung der Grenz- und Kompetenzüberschreitungen und auch nicht um die Erträge für die sozialwissenschaftliche Analyse. Welches Forschungsdesiderat sich hier ergibt, zeigt sich auch mit Blick auf ein Ereignis, das noch frisch in Erinnerung sein dürfte: die COVID-19-Pandemie. Die Soziologie der Pandemie und der epidemiologischen Modellierung ist zwar nicht neu, hat aber in den vergangenen Jahren einen enormen Auftrieb erhalten. Interessanterweise tun sich hier erstaunliche Parallelen zur sozialwissenschaftlichen Klimadebatte auf. Nahezu unmittelbar wurden die virologischen und epidemiologischen Gesellschaftsbeschreibungen zur Ressource und zum Skandalon, aber auch zum Gegenstand soziologischer Aufmerksamkeit. Während die einen die »Kunst des Weglassens« der »Komplexitätsforscher« (Bude 2022: 253) bewunderten und die Aufgabe der Soziologie in der Legitimitätsbeschaffung verorteten, kritisierten andere die »Kompetenzüberschreitung« seitens der »Physikerinnen[, die] in eindringlichen Appellen die sofortige Schließung von

16 Interessanterweise – dies kann hier vorweggenommen werden – kommt der Weltbegriff auch im Gegenstandsbereich vor. Humboldts (1845) »Kosmos« spricht explizit von einer »Weltbeschreibung«, die er vor einer nicht hinreichend inklusiven und extensiven »Erdbeschreibung« abgrenzt (detailliert dazu Kap. 3.1). Seit den 1980er Jahren existiert die »Erdsystemforschung«, die zwar ohne Weltbegriff auskommt, die aber der Praxis nach »Weltsystemforschung« betreibt. Auf die Entdeckung der Weltgesellschaft mit ungeklärten Grenzen zu einem Weltklimasystem komme ich ausführlich in Kap. 7 zu sprechen.

Schulen und Kindergärten fordern« (Kraemer 2023: 21). Schließlich beschritten andere auch den dritten Weg und machten den naturwissenschaftlichen Pandemiediskurs zum Gegenstand ihrer Untersuchung. Tobias Werron und Leopold Ringel (2020) beobachteten, dass die Pandemieforschung an der Deutung der pandemischen Wirklichkeit mitwirkte und dabei einen Fundus an Theorien und Leitideen mobilisieren und entwickeln konnte, in denen Verhaltensanleitungen, Risikostrategien und Prognosetechniken dokumentiert wurden. Ausgehend von der Beobachtung, dass die Frage, welche Bereiche der Gesellschaft »systemrelevant« sind, in Wissenschaft, Politik und Massenmedien »quasi-soziologisch und quasi-funktionalistisch« diskutiert wurde, rekonstruierte David Kaldewey (2022: 20) die Karriere des Begriffs der Systemrelevanz als Akteurskategorie. Fabian Anicker (2020: 175) diagnostizierte eine »Medizinisierung der Gesellschaft«, die sich unter anderem in einer »vereinheitlichende[n] Verengung des Blicks auf ›den Menschen‹« ausdrückte, als in der Frühphase der Pandemie der Grundstein dafür gelegt worden war, die ›Menschen‹ nicht mehr in ihren vielfältigen Rollen zu beobachten, sondern als »eine Population von Organismen« zu behandeln.

Sehr nah an dem Erkenntnisinteresse der Untersuchung bewegt sich Luca Tratschins (2021) Aufsatz über die »Welt- und Gesellschaftsentwürfe im Spiegel zukünftiger Pandemien« und Sven Opitz' (2017) durch die Pandemie inzwischen klassisch gewordene Studie zur pandemischen Modellierung als »mode of global self-observation«. Beide Arbeiten bestehen durch zwei Problemverschiebungen. Zum einen weisen sie die Beschreibung der (Welt-)Gesellschaft jenseits der Soziologie explizit als Gegenstand ihrer Untersuchung aus. Tratschin (2021: 342, 351f.) interessiert sich für die »*kommunikative Konstruktion von Welt und Gesellschaft*« im Gesundheitsdiskurs und bemerkt, dass trotz konzeptueller Überschneidungen gerade soziologische Expertise nicht gefragt ist; Opitz (2017: 394 et passim) deutet epidemiologische Modelle als »*animated social theories*« und verteidigt diese Einordnung gegenüber den erwartbaren Vorbehalten, wonach man es bei den Modellierungen nicht mit einer sozialen, sondern mit einer biologischen Wirklichkeit zu tun habe. Zum anderen heben sie die Zeit und insbesondere die Zukunft als zentrale Dimensionen der Gesellschaftsbeschreibungen hervor. In einem Fall kommt es zu einer »Vereinigung der Welt *durch* Krankheit im Modus der Zukunft« (Tratschin 2021: 353), im anderen wird die Möglichkeit zum szenarienbasierten »*multiplying*« (Opitz 2017: 407) von Zukünften unterstrichen. Ich komme darauf zurück (Kap. 2.5.2).

Festzuhalten bleibt jedenfalls, dass die Behandlung von Gesellschaftsentwürfen jenseits der Sozialwissenschaften als Gegenstände der Soziologie sicherlich kein neues Vorhaben ist, dass jedoch die Pandemie und der Klimawandel ein vermehrtes Interesse an *naturwissenschaftlichen* Lesarten von Gesellschaftlichkeit *als* Gesellschaftsbeschreibungen geweckt

haben (sollten). Sie als solche ernst zu nehmen, erfordert, sie als Gegenstände eigener Art zu behandeln und einer systematischen Untersuchung zu unterziehen. Dafür möchte ich analytische Vergleichsdimensionen vorschlagen, mit deren Hilfe die Variationen und Konvergenzen von Gesellschaftsbeschreibungen erfasst werden sollen. Bemühungen in diese Richtung finden sich, je nachdem, wie eng man das Suchfeld definiert, im Spektrum von ›verstreut‹ bis ›unübersichtlich‹. Irgendwo dazwischen liegt die Forschungsliteratur, mit der ich einige Elemente einer Soziologie naturwissenschaftlicher Gesellschaftsbeschreibungen vorschlagen möchte. Dazu gehören einerseits sozialwissenschaftliche Beiträge zur Klimadebatte, die vor dem Hintergrund des bisherigen Gedankengangs nochmals einer gezielten Relektüre unterzogen werden sollen, und andererseits entferntere Konzepte, Theorien und Fallanalysen, die aber analoge Probleme bearbeiten (Vaughan 2004) und deren Argumente daher ›ausgeliehen‹ werden können (Abbott 2004: 113). Zudem fließen wie in der Einleitung aktuellere Beispiele ein, die im Laufe der Untersuchung zwar nicht mehr wieder aufgegriffen werden, weil sie über den Untersuchungszeitraum hinausgehen, die sich aufgrund ihrer Aktualität aber umso mehr zur Illustration eignen. Durch das iterative Vorgehen im Forschungsprozess (ausführlicher Kap. 2.6) haben sich die Untersuchungsdimensionen zum Teil unmittelbar bei der anfänglichen Beschäftigung mit der Klimaforschung ergeben, teilweise haben sie sich erst während der Analyse aufgedrängt und werden hier im Vorgriff auf die Untersuchung eingeführt. Bereits bei der Vorstellung des Analyserasters wird sich abzeichnen, dass sich einige der zu heuristischen Zwecken unterschiedenen Dimensionen überlagern, verschränken und verstärken; darauf wird in der Untersuchung im Besonderen zu achten sein. Inwiefern sich die Untersuchungsdimensionen (Gesellschaftskategorien, Zeit, Raum, Darstellungsformate, Holismus, Reduktionismus, Variation) generalisieren und auch auf andere Fälle naturwissenschaftlicher – geschweige denn sozial- und außerwissenschaftlicher – Gesellschaftsbeschreibungen übertragen lassen, wäre im Einzelfall zu prüfen. So oder so handelt es sich dabei notwendigerweise um einen unabgeschlossenen und unvollständigen Katalog möglicher Vergleichskategorien – einer, der, wie ich aber meine, zumindest den Klimafall einigermaßen zu erfassen und eine sensibilisierende Perspektivierung zu gewinnen hilft.

2.5.1 Gesellschaftskategorien

Im Vordergrund der historisch-vergleichenden Analyse steht die Variation hinsichtlich der Imagination, Demarkation und Definition von Gesellschaft. Der Leitgedanke der Dimension der Gesellschaftskategorien entspricht den obigen kommunikationstheoretischen Überlegungen: ›Die

Gesellschaft, ›die Menschheit‹ oder ›Deutschland‹ sind nicht einfach ›da‹, sie werden durch soziale Zuschreibungsprozesse hervorgebracht, in denen sie abgegrenzt, zu einer Einheit verbunden und mit einer Identität versorgt werden. Im weitesten Sinne ist hier an »Praktiken des Vergleichens, Bewertens, Kategorisierens und Quantifizierens« (Heintz 2021) zu denken, durch die soziale Einheiten erzeugt und in Beziehung zueinander gesetzt werden. Im Anschluss an Eviatar Zerubavel (1996) kann man zwei zentrale, komplementäre Vorgehensweisen unterscheiden, die bei der Klassifikation und Relationierung von Gesellschaften oder gesellschaftlichen ›Gruppen‹ am Werk sind. Erstens werden Einzelelemente (z.B. Eigenschaften oder Tätigkeiten) anhand einzelner Gesichtspunkte ›in einen Topf geworfen‹ und zu homogenen Einheiten zusammengefasst (*lumping*). Dabei werden sonstige Klassifikationskriterien als irrelevant herabgestuft und bei der ›Vereinheitlichung‹ ausgeblendet. Sie kommen nämlich nur zum Tragen, um einzelne gesellschaftliche Einheiten voneinander abzugrenzen (*splitting*). Geteilte Merkmale oder Kontinuitäten zwischen den Einheiten werden invisibilisiert oder zumindest nicht thematisiert; dafür werden die Differenzen umso mehr hervorgehoben. Während beim *lumping* ein möglichst hoher Grad an interner Kohärenz erzeugt werden soll, geht es beim *splitting* um maximale soziale Distanz. In einem Fall werden die Differenzen als relevante Unterscheidungskriterien verworfen, im anderen hochstilisiert. Am Ende steht eine durchklassifizierte Welt, die durch den Rückgriff auf wissenschaftliche oder ›wissenschaftsähnliche‹ Methoden und Theorien wie statistische Verfahren, Kausalanalysen oder Kartierungen die Verfasstheit und Struktur dieser Einheiten zu erklären versucht und die den Eindruck einer natürlichen Ordnung evoziert.

Zudem kann Gesellschaften der Status von Kollektivakteuren zukommen, wenn ihnen *Handlungsfähigkeit* zugeschrieben wird. In diese Richtung formulieren John Meyer und Ronald Jepperson (2000) ihren konstruktivistischen Akteursbegriff. Demnach wird Kollektivakteuren unterstellt, dass sie über Handlungsfähigkeit (*agency*) und im Detail über Interessen, Rationalität, Rechte, Pflichten und Verantwortung verfügen. Sie werden dazu aufgerufen, diese Eigenschaften mindestens aus Selbstsorge, wenn nicht aus Fürsorge wahrzunehmen. Ein Geflecht aus Wissenschaftlern und Professionen, Journalisten und Nichtregierungsorganisationen treten dabei als desinteressierte Beobachter auf, die gerade nicht für sich sprechen, sondern unter Berufung auf wissenschaftliche Erkenntnisse, höhere Werte, universale Prinzipien, ›Interessen‹ Anderer oder der Natur Erwartungen an die identifizierten Akteure stellen und sie darüber informieren, wie sie sich gegenüber den Anforderungen als legitime ›Agenten‹ (*agent*) zu verhalten haben (Meyer 1994). Kollektivakteure stellen in dieser Perspektive *kommunikative Bündel* von Verhaltenserwartungen, Merkmalen und legitimen Interessen dar.

Problematisch an diesem Akteursbegriff ist jedoch die – nicht nur sprachliche – Doppeldeutigkeit, die mit dem Begriff der *agency* oder des *agent* verbunden ist. Die Übersetzerin der deutschen Fassung, Barbara Kuchler, notiert: »Der Begriff enthält einerseits einen Anklang an das Wortfeld Akteur, agieren etc. und kann in diesem Sinn einfach etwas wie Handlungsfähigkeit bedeuten; andererseits bezeichnet er aber auch die untergeordnete Stelle in einer Prinzipal-Agent-Beziehung und bedeutet insofern auch das untergeordnete Tätigsein im Auftrag oder in Stellvertretung eines anderen« (Anmerkung in Meyer & Jepperson 2005: 49, Fn. 2), wobei auch höhere Prinzipien von Repräsentationsansprüchen gedeckt sind. Ich möchte hingegen vorschlagen, *agency* nicht als ambivalenten Begriff, sondern als Kontinuum zu behandeln. An einem Ende des Spektrums stehen Kollektivakteure, bei denen eine niedrige Handlungsfähigkeit erwartet wird (z.B. ›Tropenbewohner‹). Am anderen Pol finden sich Kollektivakteure, denen aufgrund ihrer zugeschriebenen hohen Handlungsfähigkeit auch eine Agentschaft abverlangt wird (z.B. ›Staat‹). Vulgo: »Wer stark ist, muss auch gut sein«, wie ein übernatürlich starkes Mädchen einst proklamierte.

Es scheint nicht zuletzt deshalb sinnvoll zu sein, *agency* als Streuung zu denken, da sich in der geschichtswissenschaftlichen Literatur zum Klimadiskurs Hinweise auf eine historische Variation finden. So bemerkt Matthias Heymann (2009: 189) fast beiläufig, dass im Laufe des 20. Jahrhunderts »das Interesse daran, die Wirkung des Klimas auf Menschen und Landschaften zu untersuchen«, abnahm und »umgekehrt die Wirkung des Menschen auf Klima« in den Mittelpunkt rückte. Während sich hier herauslesen lässt, dass es zu einer Zunahme zugeschriebener Handlungsfähigkeit gekommen ist, lässt sich mit Steven Yearley hinzufügen, dass in dem Zuge auch die Erwartung an eine globale Agentschaft mitformuliert wurde. Nichtregierungsorganisationen haben Yearley (1996: 65) zufolge schon durch die Wahl ihres Namens oder Logos – *World Wide Fund for Nature*, *Friends of the Earth*, das Welt-raumbild *Blue Marble* – ein Weltbewusstsein aktiv herbeizuführen und an einen neuen Erdbewohner oder Weltbürger zu appellieren versucht. In diese Reihe gehören auch all die neueren und älteren wissenschaftlichen Begriffsvorschläge wie ›Anthropozän‹, ›Spaceship Earth‹ und das generische ›Wir‹. Oberflächlich gesehen handelt es sich dabei um Akteursbegriffe, die allesamt einen hohen Grad an Handlungsfähigkeit und Agentschaft vorsehen, aber das bleibt zu prüfen.

Denn gleichzeitig wird in der Literatur auch eine Exklusionsthese diskutiert. Ihr Ausgangspunkt ist die Diagnose, dass sich im Laufe der Geschichte der Klimaforschung ein historischer Bruch mit dem ›Menschen‹ vollzogen habe. Während die sogenannte klassische Klimatologie des 19. Jahrhunderts vor allem eine unmittelbare Beziehung »zum Menschen und zu anderen Lebewesen« (Heymann 2009: 175) zum definitiven Anker ihrer Forschung erklärt habe, sei mit der Entstehung der

modernen Klimaforschung eine »dehumanization« of the concept of climate« mit der Folge eines »loss of the human scale« (Heymann 2019: 1549) zu beobachten. Da die Klimaforschung primär auf Computermodelle zurückgreife, mangle es an der Berücksichtigung des »cultural and real-life contexts« und der »human dimensions« (Fleming 2014: 580). Mobilisierte die Klimatologie noch eine Vielzahl unterschiedlichster qualitativer und quantitativer Daten, »to form a holistic representation of climatic conditions« (Lehmann 2015: 50), habe im Laufe des 20. Jahrhundert ein distanziertes und von menschlichen Skalen entkoppeltes Klimakonzept Einzug gehalten. Ein »human-oriented holism« sei einem »physical reductionism« (Heymann 2019: 1554) gewichen. Damit ergibt sich ein ambivalentes Bild, in dem der Mensch zwar aus dem Fokus gerückt sei, aber gleichzeitig eine globale Agentschaft an Bedeutung gewonnen haben soll. Besonders entlang des Begriffs der Skala kristallisiert sich die Exklusionsthese heraus (kritisch dazu Coen 2016).

Bevor die Diskussionen um die zwei prominentesten – die räumlichen und zeitlichen – Skalen nochmal aufgenommen werden, bleibt hier zu unterstreichen, dass es sich bei dem Eindruck einer Homogenität und Konturiertheit von Gesellschaften und Kollektivakteuren um eine Leistung von Beobachtern handelt, die diese Akteure erzeugen, ja manchmal sogar zu erzeugen anstreben. Die Wissenschaft ist, wie Silke Beck und Martin Mahony (2018) am Beispiel des Weltklimarats und seiner Szenarien argumentieren, eine »world-making« power«. Neben der Sensibilität für die verschiedenen Verfahren der Gesellschaftskonstruktion wird auch die Frage nach dem Grad der Handlungsfähigkeit eine forschungsleitende Rolle einnehmen.

2.5.2 Zeit

Zeit ist eine Schlüsselkategorie, und zwar in der allgemeinen soziologischen (1) und geschichtswissenschaftlichen (2) Forschungsliteratur wie auch in der Klimadebatte (3). Anders als vielleicht noch in den 1970er Jahren (Lüscher 1974) gehören Fragen nach den sozialen Eigenzeiten und Zeitperspektiven inzwischen unzweifelhaft zu den Grundproblemen sozial- und geschichtswissenschaftlicher Forschung.

(1) Die soziologische Faszination für die Zeit lässt sich auf eine Differenzierungstheoretische Leitfrage zurückführen: Wenn es zutrifft, dass die Gesellschaft in sich differenziert ist in eine Vielzahl einzelner sozialer Felder oder Systeme mit eigenlogischen Kommunikationsregeln, Inklusionsmechanismen und »lokalen Rationalitäten«, müssten diese sich nicht auch danach unterscheiden, welche jeweils idiosynkratischen Zeitverhältnisse vorherrschen? Ausgehend von dieser Frage ist die zu einer Subdisziplin zusammengewachsene Zeitsoziologie in der Folge auf eine

»multitude« (van Tienoven 2019), »multiplicity« (Gurvitch 1964: insb. 13f.) und »many faces of social time« (Cipriani 2013), auf einen »pluritemporalism« (Nowotny 1992), ein »Mosaik von Zeit-Ghettos« (Rosa 2005: 412f.) und eine »*temporal division of labor*« (Zerubavel 1981: 69) gestoßen. Mit all diesen Begriffen ist eine zeitlich durchstrukturierte und perspektivierte Gesellschaft bezeichnet, die in horizontaler und vertikaler Hinsicht divergierende Zeitverhältnisse aufweist. Dazu gehören soziale Rhythmen, Taktungen, Handlungsabfolgen, Geschwindigkeiten, Koordinationsmodi und nicht zuletzt die Arten und Weisen, wie Vergangenheit und Zukunft behandelt und relationiert werden (einführend Adam 2005; Bergmann 1981; klassisch Sorokin & Merton 1937). Durch die Abweichungen in der zeitlichen Konstitution der Systeme kommt es demnach also nicht nur zu sachlichen Verständnisbarrieren, sondern auch zu erheblichen Synchronisationsproblemen. Gesonderte Aufmerksamkeit ist vor allem den divergierenden Eigenzeiten der Wissenschaft (z.B. Smith 2015; Vostal et al. 2019) und der Politik (Laux & Rosa 2015, vgl. auch die weiteren Beiträge in dem Heft) sowie deren Beziehung zugekommen. So verortet Gil Eyal (2019: 7f.) in einer Autobahn-Metapher die Wissenschaft aufgrund ihrer auf Reversibilität hin angelegten Zeitverhältnisse auf der rechten Fahrspur und die auf schnelle Entscheidungsfindung ausgerichtete Politik auf der linken Fahrspur, wohingegen Hartmut Rosa (2005: 407) einen von der Wissenschaft ausgehenden »Beschleunigungsdruck« auf die Politik diagnostiziert.

So in etwa ließen sich die Konturen der Zeitsoziologie skizzieren. Im Zusammenhang dieser Arbeit ist vor allem ein Sonderproblem dieser Subdisziplin von Interesse, nämlich die *Zeitperspektiven*. Offenbar findet sich neben den Divergenzen hinsichtlich der Geschwindigkeiten und Rhythmen auch eine Ungleichverteilung der Vergangenheits- und Zukunftsorientierung. An der Wissenschaft lässt sich dieses Problem illustrieren. Auf der einen Seite stehen die »Sciences of the Archive« (Daston 2012) und auf der anderen die Disziplinen, die sich der Erschließung und Domestizierung der Zukunft verschrieben haben (Adam & Groves 2007), wobei hier eher an graduelle Differenzen zu denken ist. Bei der Archäologie oder der Geschichtswissenschaft liegt eine stärkere Tendenz zu Vergangenheitsfragen vor, während die Astronomie oder die Ökonomik durch eine deutlich ausgeprägtere Zukunftsfixierung charakterisiert sind. In seiner umfangreichen Studie charakterisiert Gary Fine (2007: Kap. 3) die Arbeit der Meteorologie als »Futurework«; für Gotthard Bechmann (1991: 235) ist »[w]issenschaftliches Arbeiten«, wie er im Anschluss an Helga Nowotny formuliert, »per se Zukunftsarbeit«. Teilweise wird einzelnen Disziplinen eine Präferenz für negative Zukunftsentwürfe zugeschrieben. In ihrer Monografie über die »Cultural Challenges to Envisioning the Worst« stellt Karen Cerulo (2006: 164, Fn. 1) neben der Medizin und der Informatik die Meteorologie als

Beispiel für ein abweichendes Feld heraus, das sich auf die Vorhersage des *Worstcase*-Szenarios spezialisiert hat.

(2) »[D]aß die Erfahrung der Neuzeit zugleich die Erfahrung einer neuen Zeit ist«, ist ein Problem, das die Geschichtswissenschaft und dort insbesondere Reinhart Koselleck (2006: 77) beschäftigt hat. Koselleck (1989) hat bekanntlich die Entstehung eines neuen Zeitverständnisses auf die sogenannte Sattelzeit (ca. 1750–1850) zurückdatiert. In dieser Umbruchsphase sei es zu einer Rejustierung des Verhältnisses vergangener Erfahrungen und zukunftsbezogener Erwartungen gekommen. Während in bäuerlich-handwerklichen Gesellschaften Erfahrungen und Erwartungen nahezu deckungsgleich gewesen waren, habe sich in der Neuzeit die Erfahrungsrate verdichtet und eine Zukunft verhießen, die nicht nur von der Vergangenheit unterscheidbar wäre, sondern noch mehr Möglichkeiten, Besserung und Fortschritt offenzuhalten hätte (vgl. auch Hölscher 2002). Man habe Koselleck zufolge so viele Erfahrungen gemacht, dass die Erwartungen daraus nicht mehr ableitbar waren. Der »Erfahrungsraum« und der »Erwartungshorizont« traten auseinander (Koselleck 1989). Die Einsicht, dass Kosellecks Diagnose lediglich auf der Analyse der politisch-sozialen Semantik dieser spezifischen Umbruchsphase beruhte, ruft in der neueren Koselleck-Rezeption Zweifel an der Generalisierungsfähigkeit hervor. Im Wesentlichen formulieren etwa Rüdiger Graf und Benjamin Herzog (2016) oder Jenny Andersson (2018: Kap. 2) zwei Anfragen: Zum einen problematisieren sie die Grenzen der Extrapolierbarkeit der »Entdeckung der Zukunft« (Hölscher 2016) des 18. und 19. Jahrhunderts in das 20. Jahrhundert. Fraglich sei etwa, ob Erfahrungsraum und Erwartungshorizont in derselben Distanz verblieben sind oder ob sich die Kluft vergrößert oder verringert hat. Zum anderen bleibe im Dunklen, ob und inwiefern sich das Zukunftsdenken in andere soziale Bereiche verbreiten konnte oder ob es sich dabei um ein partikulares Phänomen, eben der politisch-sozialen Semantik handelt. So weisen jüngere Arbeiten auf einen erneuten Aufschwung des Zukunftsdenkens, einen regelrechten »future boom« (Seefried 2015a: 308), in den 1960er Jahren hin.

(3) Nun gehört die Klimaforschung zu jenen wissenschaftlichen Feldern, die in den 1960ern im Entstehen begriffen waren und deren womöglich wichtigster Forschungsmodus die Modellierung werden sollte. Der Computer, so die Forschungsliteratur einhellig, habe die Zeitskalen der Klimaforschung auf profunde Weise verändert – auf Kosten der Orientierung an Menschen und menschlichen Zeitverhältnissen. So wie das Klima definiert werde, etwa vom Weltklimarat über einen Zeitraum »from months to thousands or millions of years« (IPCC 2018a: 544), entziehe es sich der menschlichen Wahrnehmung. Die mehrere Generationen in die Vergangenheit reichenden Messreihen und die weit in die Zukunft hinein simulierten Entwicklungen stellten die Klimafrage als etwas dar,

das den »periodic frame of our own lifetimes, or even a generation« (Brace & Geoghegan 2011: 292) übersteige. Daher würden die neuen Vergangenheits- und Zukunftsperspektiven der Klimaforschung die menschliche Existenz relativieren: »[T]he planet, or the Earth system, decenters the human« (Chakrabarty 2021: 4).¹⁷ So sei eine Kluft zwischen einem »human-centered« und einem »planet centered thinking« (Chakrabarty 2018: 6) entstanden, die die Zentralstellung des Menschen in der Geschichtsschreibung infrage stelle. Was die Handlungsfähigkeit angeht, stellt Mike Hulme (2011) entgegen den obigen vorläufigen Überlegungen zur Handlungsfähigkeit der Gesellschaft fest, dass der Zustand und die Entwicklung des Klimas zu einem alles determinierenden Faktor erklärt worden sei. Dies habe zur Folge, dass Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der Gesellschaft in Abhängigkeit vom Klima gedacht würden. So verkomme die Gesellschaft zu einer »passive, unimaginative, and static humanity« (Hulme 2011: 254), die dem hingegen aktiven, treibenden und dynamischen Klima schutzlos ausgeliefert sei. Aus Sicht der Modelle mag die Aussage »the world largely looks the same at 2 °C, no matter how we get there« (Hausfather et al. 2022: 29) zutreffen, aus sozialwissenschaftlicher Perspektive werde man jedoch einwenden müssen, dass es sehr wohl einen Unterschied mache, wie man dort hingelange (Hulme 2022).

Würde dieses Bild in Gänze zutreffen, dann gäbe es für diese Untersuchung nichts zu holen, zumindest seit dem Aufstieg der Computermodellierung. Hoffnungen dürfte hingegen ein Hinweis von Cornelius Schubert (2014) wecken. Wie auch Opitz und Tratschin charakterisiert er die Modelle nicht nur als Werkzeuge, mit denen sich die Gesellschaft beschreiben lasse. Sie fungieren auch, in seiner Terminologie, als »Instrumente gesellschaftlicher Selbstfortschreibung« (Schubert 2014; vgl. auch Schubert 2013). Sofern man diesen Denkanstoß als empirische Möglichkeit zulässt, stellen sich relevante Anschlussfragen, um eine Sensibilität für das zu entwickeln, was von der Gesellschaft möglicherweise »zurückgeblieben« ist. Wenn es zutrifft, dass in den Beschreibungen der Klimaforschung die zukünftige Gesellschaft von dem Klima abhängt, wie unterscheidet sich die Zukunftsgesellschaft von der Vergangenheitsgesellschaft? In welchem Verhältnis stehen sie zueinander? Was markiert den Übergang, was die Grenze, was Beginn und Ende? Oder: Wenn die gesellschaftliche Verfasstheit mithilfe von Modellen fortgeschrieben werden kann, kann sie auch »nachgeschrieben« werden? Und wenn ja, wie?

17 Vgl. auch Schellnhuber (1999), der implizit auf Freuds narzisstische Kränkungen anspielt, wenn er die »zweite Kopernikanische Revolution« durch die Erdsystemanalyse ausruft und die Menschheit als nur eine geophysikalische Komponente, genannt Prometheus, im Erdsystem »relativiert«, die seit ihrem Auftritt und zivilisatorischem Aufstieg Spuren im Erdsystem hinterlassen habe.

Und im Anschluss an die geschichtswissenschaftliche Diskussion: Wann und warum hat die Klimaforschung über die Zukunft nachzudenken begonnen? Möglicherweise hat der anthropogene Klimawandel etwas damit zu tun.

2.5.3 *Raum*

Die Diskussion um das Verhältnis zwischen klimatischen und sozialen Skalen kreist auch um die Frage, ob die Klimaforschung auf räumlichen Skalen operiert, die fern jedweder menschlichen Sinnerfassung liegen. Ausgangspunkt der Diskussion ist hier die weltweit verzweigte Infrastruktur, die im Laufe des 20. Jahrhunderts entstanden ist. Ihr sei es zu verdanken, »[that] we can ›think globally‹ about climatic change« (Edwards 2010: 8). Verfolge man die Klimaforschung zu ihren Wurzeln zurück, ergebe sich ein gänzlich abweichendes Bild. Im 19. Jahrhundert habe die Klimatologie einen Ansatz vertreten, der der »heterogeneity of climates« (Coen 2018: 11) Rechnung getragen und den Fokus auf die lokalen Details gelegt habe. Als gesellschaftlich relevantes Forschungsfeld habe sich die Klimatologie damit befasst, »natürliche« Klimazonen zu identifizieren, die mit den »sozialen« Grenzen der Verwaltung, des Handels, des Staates korrespondierten (Baker 2021). Die zunehmende Ausdehnung und Konsolidierung des Netzwerks – der »Vast Machine« (Edwards 2010) – aus Satelliten, dezentralen Beobachtungsstationen, Computern und internationalen Organisationen habe die Aufgabe dieser Perspektive zur Folge gehabt. Damit reihe sich die Geschichte der Klimaforschung in die allgemeine Entwicklung eines »global« (Fogel 2004) oder »planetary gaze« (Jasanoff 2004: 49) ein, die mit dem Foto *Blue Marble* aus der Apollo 17 im Jahr 1972 ihren ersten Höhepunkt erreicht habe (Jasanoff 2001). Der Preis für diese globale Weltsicht sei, dass die kleinräumigen, heterogenen und wechselhaften Bedingungen, auf die die Menschen vor Ort treffen, zugunsten eines globalen, singulären und gemittelten Klimas aus dem Blick geraten. »The more global the model, the more likely that attention to the social causes and conditions of the climate crisis will drop from the view« (Ross 1991: 14f.), kommentierten Soziologen schon in den frühen 1990ern. Die große Flughöhe, wie sie sich vor allem in den Klimamodellen darstellt, sei auch einer der Gründe, warum es als »reiner Zufall« (Engels & Marotzke 2020: 6) gelte, wie sich der globale Klimawandel auf bestimmte Regionen auswirken kann.

Das betreffe nicht nur die Klimamodellierung. Auch die Extremwetterforschung, die ihrem Selbstverständnis nach beabsichtigt, ein gesellschaftliches Bewusstsein für das Abstraktum Klimawandel zu wecken und ihn an soziale Skalen zurückzubinden, bewirke den gegenteiligen Effekt. Sie perpetuiere eine Problemdefinition, die die Aufmerksamkeit

weglenke von regionaler Vulnerabilität, sozialer Ungleichheit und politischer Verantwortung in lokalen und nationalen Kontexten hin zu den »far away greenhouse gas emissions« (Lahsen & Ribot 2022: 4). In das Blickfeld rücken demnach wieder »global temperature rise, global problem, global governance approach« (Rödder 2020: 2; vgl. auch Jan-kovic & Schultz 2017). Handlungsspielräume werden mit Verweis auf das Großproblem abgeblendet und lokale oder nationale Gesellschaften schrumpfen zu passiven Objekten, die mehr oder weniger den globalen Klimawandel zu erdulden haben (Lahsen et al. 2020). Wenn die Extremwetterforschung also von der »Gesellschaft« spricht, könnte man schlussfolgern, dass sie jedenfalls keine nationalen oder lokalen Gesellschaften vor Augen hat.

Die O-Töne in der Diskussion um die räumlichen Skalen der Klimaforschung lassen erahnen, dass die jeweiligen Gesellschaftsvorstellungen spiegeln, in welcher räumlichen Dimension das Klima gedacht wird. Peter Taylor und Frederick Buttel (1992) haben dazu zwei Überlegungen angestellt, die diesen Verdacht erhärten. Dass sich das Klima als globales Problem darstelle, so die beiden Umweltsoziologen, liege daran, dass es als Problem globaler Größenordnung formuliert werde. Und dass das Klima als globales Problem behandelt werde – d.h. als Problem, das globaler Anstrengungen bedarf –, sei nur möglich, »because we act as if we are a unitary and not a differentiated ›we‹« (Taylor & Buttel 1992: 406; vgl. auch Miller 2004). Man könnte sagen, dass die Konzeptualisierung des Klimawandel als globales Problem geradezu eine korrespondierende Auffassung über die Gesellschaft herausfordert. Fragt sich, wie eine solche Gesellschaft, eine Einheit, ein »Wir«, aufgebaut ist und was sie trotz divergierender ökonomischer, politischer, geografischer und risikomäßiger Realitäten zusammenhält. Sofern es zutrifft, dass die frühe Klimatologie einen Wert auf lokal abgeschlossene Klimata gelegt hat, stellt sich umgekehrt die Frage, welche Konsequenzen das für ihre Gesellschaftsentwürfe hatte. Wie ist sie mit einem bereits florierenden globalen Verkehr umgegangen? Denkbar wäre, dass spätestens mit der voranschreitenden Internationalisierung und Globalisierung der Forschung Gesellschaftsbeschreibungen, die beispielsweise mit Unterscheidungen zwischen Regionalgesellschaften oder zwischen Zivilisationszentren und Kolonien operierten, unter Druck gerieten.

2.5.4 *Darstellungsformate*

In Jeffrey Alexanders (1982) »Theoretical Logic in Sociology« ist eine Grafik abgedruckt, die das Verhältnis zwischen Theorie und Daten visualisiert. Es handelt sich dabei um ein idealisiertes Kontinuum, an dessen einem Ende die Daten-arme, Empirie-entkoppelte, geradezu

»metaphysische« Präsupposition und an dessen anderem Ende die empirisch reichhaltige, aber theoriefreie Beobachtung steht (Alexander 1982: 3). Dazwischen liegen beispielsweise Konzepte, Klassifikationen, Gesetze und Korrelationen. Es handelt sich, wie Alexander betont, um eine analytische Darstellung. Denn in Wirklichkeit pflege auch die »metaphysische« Theorie einen Kontakt zur empirischen Realität, genauso wie die Beobachtung auf Klassifikationen und Vorannahmen angewiesen sei (Alexander 1982: 4). Obgleich Alexander diese Überlegungen für den Fall der Soziologie anstellt, versorgen sie auch eine Soziologie naturwissenschaftlicher Gesellschaftsbeschreibung mit einer wichtigen Vergleichsdimension: Gesellschaftsbeschreibungen können unterschiedlich abstrakt und nuanciert sein (Healy 2017), sich zu einem unterschiedlichen Grad den Kontakt zu Daten und Theorien bewahren und auch unterschiedliche Darstellungsformen annehmen.

Produzenten von Gesellschaftsbeschreibungen können sich der Sprache, der Zahlen und der Bilder bedienen und auf diese Weise einzelne Wirklichkeitsausschnitte hervorheben und andere abblenden (Heintz 2012). Durch Analogien und Metaphern können abstrakte, mitunter unverstandene Phänomene veranschaulicht und terminologische Leerstellen überbrückt werden (Blumenberg 2001). Kohlenstoffbudget (Lahn 2020), Treibhaus (Nerlich & Hellsten 2014) oder auch Kippunkte (Russill 2015), Fuß- und Fingerabdruck (für eine Übersicht vgl. Shaw & Nerlich 2015) – all dies sind Begriffe, die zunächst im übertragenen Sinn zur Anwendung kamen und sich sukzessive zu mehr oder weniger wissenschaftlichen Konzepten konsolidiert haben. Mithilfe von Zahlen können komplexe Sachverhalte quantifiziert und handhabbar gemacht, kann Zugehöriges von Unzugehörigem abgegrenzt, können Korrelationen und Kausalzusammenhänge festgestellt werden. Sie können in Kurven und Diagramme gepresst werden, durch die dann historische Entwicklungen und zukünftige Trends sichtbar gemacht werden. Die Gesellschaft kann als Nationalgesellschaft kartiert und als Nationalgesellschaft neben anderen, auf einem Kontinent, in einer Klimazone usw. kontextualisiert und repräsentiert werden. In der sich daraus ergebenden Zusammenschau können wiederum auf niedrigerer Abstraktionslage angesiedelte Indikatoren und Abgrenzungskriterien in den Hintergrund treten und der Blick für das »große Ganze« geschärft werden. Solche Totalvisualisierungen können das Potenzial entfalten, als »Bilder des Globalen [...] die Einheit der Weltgesellschaft im besten Wortsinn sichtbar zu machen« (Hoggenmüller 2022: 16). Durch Darstellungsstrategien und Verarbeitungsschritte dieser Art arrangiert sich das Verhältnis zwischen Theorie und Daten immer wieder neu und treten einzelne Schichten von Gesellschaftlichkeit stärker zutage, während andere zurückweichen.

2.5.5 *Holismus*

In der sozialwissenschaftlichen Literatur zum Klimadiskurs trifft man häufiger auf eine Unterscheidung, mit der der naturwissenschaftliche Zugriff auf die Wirklichkeit charakterisiert werden soll. So schreiben beispielsweise Simon Shackley und Brian Wynne (1995) über damalige Versuche, die klimarelevanten Variablen stärker zu vernetzen: »Hence, for all the supposed ›holism‹ of knowledge net approaches, they are still in many senses highly reductionist and determinist« (Shackley & Wynne 1995: 124). *Holismus* und *Reduktionismus* stehen sich in dieser Perspektive unversöhnlich gegenüber. Manchmal taucht die Unterscheidung auch in einer historisierten Fassung auf. Heymann beobachtet mit der Entstehung der Klimaforschung einen Übergang von einem »human-oriented holism« der Klimatologie zu einem »physical reductionism« (Heymann 2019: 1554; vgl. jedoch Heymann 2013: 208). Dagegen möchte Amy Dahan (2010: 291) auch die Stoßrichtung der Klimaforschung als »holistic aspiration« verstanden wissen und weist den Vorwurf des Reduktionismus scharf zurück. Der Einschätzung der Klimaforschung als holistisches Unterfangen schließen sich die einen an (Lenhard & Winsberg 2010; Oomen 2021: 34; Weart 2008: 61), die anderen charakterisieren die Klimatologie als ein solches (Coen 2018: 11; Edwards 2010: 68; Lehmann 2015). Diese kurze Zusammenschau dürfte zeigen, dass das keine ergiebige Unterscheidung ist (und der nächste Abschnitt diskutiert eine Erklärungsmöglichkeit für den Begriffsstreit). Stattdessen würde ich dem Holismus einen Atomismus gegenüberstellen wollen, der die Phänomene in ihre Einzelbestandteile zerlegt und eine Auswahl isoliert untersucht.

Sowohl im Fall der klassischen Klimatologie als auch im Fall der Klimaforschung – das kann man an dieser Stelle schon vorwegnehmen – ist das atomistische Verfahren praktisch ausgeschlossen. Sofern man Holismus dadurch definiert, dass die Elemente einer holistischen Theorie »unüberschaubar und nicht abgrenzbar« und durch ihren »Verweisungszusammenhang mit allen anderen (möglichen) Elementen bestimmt« (Schützeichel 2008: 363) sind, handelt es sich bei der gegenwärtigen wie der klassischen Perspektive um eine holistische Perspektive *par excellence*. In beiden Fällen wurden bzw. werden weltumspannende und totale Gegenstände wie *die* Gesellschaft, *das* Klima, *die* Menschheit adressiert. Der Holismus gibt sich nicht mit einem Wirklichkeitsausschnitt zufrieden, er weist einen potenziell unstillbaren Datenhunger auf und strebt dagegen, Probleme in isolierte Teile zu zerlegen (Sarewitz 2010: 65). Mit ihren Wurzeln in der kosmischen Physik des 19. Jahrhunderts steht die Klimaforschung in der Tradition der humboldtschen Wissenschaft und verfolgt das Programm einer »science of the whole world« (Cannon 1978: 97), einer *Earth System Science*, wie es neuerdings heißt.

Sie ist gewissermaßen eine der letzten Bastionen im Widerstand gegen eine »durch Zonen verdichteter und verminderter Wechselwirkung« (Stichweh 1984: 47) im Gegenstandsbereich vorangetriebene disziplinäre Differenzierung, die durch einen hohen Grad der interdisziplinären Vernetzung und durch verschwimmende disziplinäre Grenzen gekennzeichnet ist. Nicht selten ist von Erdsystemwissenschaft oder Klimawissenschaft im Singular die Rede. Wo verlaufen die Grenzen zwischen Disziplinen, die sich selbst keine »Grenzen der Integrierbarkeit« (Kieserling 1999: 24) setzen und durch eine »inherent interdisciplinarity« (Baker 2017a) charakterisiert sind, bis zu dem Grad, dass sie ihrer Arbeit ohne unmittelbaren interdisziplinären Kontakt nicht nachgehen können (Krohn 2010)?

Obwohl sich in dieser Sache historische Kontinuitäten beobachten lassen, ist damit noch lange nicht geklärt, durch welche Faktoren der Holismus begünstigt wird. Vermuten ließe sich, dass sich ein holistischer Ansatz nur durchhalten lässt, insofern es gelingt, Integrationsmechanismen zu entwickeln, die die Anschlussfähigkeit und Verknüpfbarkeit sich wechselseitig fachfremder Erkenntnisse sichern und einen steten Zulauf garantieren. In der Literatur wird beispielsweise Mathematik und Technologie im Allgemeinen und Computermodellierung im Besonderen als *Lingua franca* und interdisziplinärer Verständigungsmodus gehandelt (Fuller 2010: 56ff.; Lenhard 2017: 451 mit weiteren Verweisen). Die Wissenschaftsphilosophin Gabriele Gramelsberger (2010a: 144) geht noch einen Schritt weiter und sieht einen Neuheitswert der geteilten Programmiersprache darin, »dass nun mit Theorie ganz konkret in Form eines Baukastens – zusammengesetzt aus codierten Theoriebausteinen wie in Erdsystemen – experimentiert werden kann«. So sind es häufig exakt dieselben Theoriefragmente (z.B. Gleichungen, Module, Submodelle), die in unterschiedlichsten Disziplinen zur Anwendung kommen. Insofern ist es vielleicht gerade das, was Luhmann als Schwäche charakterisiert hat und sich nun als Stärke ökologischer Forschung erweist: der Verzicht darauf, »externe Grenzen eines Ökosystems anzugeben« und die »Analyse von Gleichgewichtszuständen oder von Variablenmodellen« (Luhmann 1985: Fn. 4) nicht zu begrenzen, sondern sich die Unabgeschlossenheit zunutze zu machen und den Bestand an Theorieersatzstücken sukzessive auszuweiten.

Das mag für natürliche Phänomene überzeugend klingen – hier die Wolkenströmungen, dort die Meereszirkulation, dazwischen ein Modul für den Wärmeaustausch und schon ist man auf einem guten Weg, die natürlichen Prozesse zu beschreiben. Eine unzweifelhaft *holistische* Theorie des Klimasystems kann sich indes nicht darauf beschränken, sofern sie den Faktor Mensch auch als klimarelevanten Faktor erachtet. Sie wird Theorien über die Gesellschaft anstellen wollen, die sie, in Grundmanns und Stehrs (2010: 900) Worten, im »richtigen Format« in ihre Modelle

integrieren kann. Der Verdacht liegt nahe, dass man die Aufmerksamkeit auf die Entwicklung neuartiger Indikatoren und Messverfahren legen muss. Auch Verfahren des analogen Denkens, also der Übertragung von naturwissenschaftlichen Theoriebausteinen auf gesellschaftliche Phänomene, der ›Verwissenschaftlichung‹ und Formalisierung von Alltagswissen oder nicht zuletzt der Adaption sozialwissenschaftlicher Begriffe oder Methoden kämen als Vorgehensweisen infrage.

2.5.6 *Reduktionismus*

Die explizit als Vorwurf formulierte Charakterisierung der Klimaforschung als reduktionistisch lässt sich spätestens drei Jahrzehnte zurück auf die Anfangsphase der sozialwissenschaftlichen Klimadebatte datieren. Stein des Anstoßes war für die Wissenschaftsforscher Simon Shackley und Brian Wynne in den 1990er Jahre ein Aufsatz in der semi-populärwissenschaftlichen Zeitschrift *Weather*, in dem der Autor einen Zusammenhang zwischen Temperaturverteilung und intoleranten Einstellungsmustern zu entdecken gemeint hatte (Beck 1993). In ihrer Replik weisen die beiden Soziologen den behaupteten Zusammenhang zurück und charakterisieren diese Denkform als das, was sie als »climatic reductionism« bezeichnen:

»Climatic reductionism is not only intellectually suspect but strongly politically conservative since, like its close relative and accomplice biological reductionism, it presents human behaviour as ›naturally given‹, plays down the responsibility of the individual and the collective for political behaviour, and undermines the role of human agency and culture in changing attitudes.« (Shackley & Wynne 1994: 110)

In dieser Begriffsdefinition artikulieren sie ihre Vorbehalte gegen die politischen Implikationen dieser dem Anspruch nach naturwissenschaftlichen Gesellschaftsbeschreibung. Es ist die Vermengung von Politik und Wissenschaft mit der Folge einer Abwertung der Gesellschaft, die sie besonders stört. Warum die Gesellschaft jetzt, da der Klimawandel nun zum relevanten Thema aufsteigt, nur nach klimawissenschaftlicher Maßgabe gestaltet werden sollte, ist die Frage, mit der sie ihren Aufsatz abschließen. Vor einigen Jahren entdeckte der Humangeograf Mike Hulme (2007) den wenig beachteten Aufsatz wieder und legte anschließend eine umfangreiche Arbeit samt Begriffsvorschlag und empirischer Analyse vor, in der er den Klimareduktionismus historisch herleitete (Hulme 2011). Beim Klimareduktionismus handele es sich demnach um eine Spielart des Klimadeterminismus, einer vermeintlich überwundenen Klimatheorie, die die physischen, psychologischen und sozialen Verfasstheiten auf den Zustand des Klimas zurückführt (Kap. 6.1.2), und sein

neuerlicher Aufstieg sei vor allem der Verbreitung modellbasierter Zukunftsbeschreibungen zu verdanken. An Hulmes Begriffsdefinition lässt sich ablesen, warum der Reduktionismus sich komplementär und nicht konträr zum Holismus verhält:

»In seeking to predict a climate-shaped future, proponents of this logic reduce the complexity of interactions between climates, environments, and societies, and a new variant of climate determinism emerges. I call this ›climate reductionism,‹ a form of analysis and prediction in which climate is first extracted from the matrix of interdependencies that shape human life within the physical world. Once isolated, climate is then elevated to the role of dominant predictor variable.« (Hulme 2011: 247)

Der Reduktionismus schließt ein Denken in holistischen Begriffen nicht aus, er setzt es voraus. Es geht um die Erklärung einer Vielzahl von Kausalzusammenhängen, die in ihrer Gesamtheit berücksichtigt werden sollen. In einem zweiten Schritt wird eine Sondervariable identifiziert und aus dem Geflecht herauspräpariert. Schließlich wird sie wieder mit den anderen Variablen und Wechselwirkungen relationiert und als explanative Variable *hochgeneralisiert*. Im Ergebnis steht ein Weltentwurf, der einer Variable einen Sonderstatus verleiht und den Rest in einem asymmetrischen Abhängigkeitsverhältnis zu ihr modelliert. In diesem Sinne steht der Reduktionismus weniger dem Holismus als eher einer polykontexturalen Theorie, die für kein Einzelphänomen einen Primat vorsieht, diametral gegenüber. Aber so gewinnt der Reduktionismus, ließe sich vermuten, auf Kosten eines polykontexturalen Weltentwurfs ein *polyvalentes Anwendungspotenzial*.

Der Begriffsstreit scheint nun von zwei verschiedenen Lesarten des Reduktionismus herzurühren. Wenn man den Begriff des Klimareduktionismus als »political and ideological critique« versteht, dann ist er in der Tat, wie die Wissenschaftshistorikerin Amy Dahan (2010: 291) bemerkt, kein sinnvoller Begriff, um die Gesellschaftsentwürfe der Klimaforschung nachzuvollziehen. Wenn man hingegen auf die normative Bewertung verzichtet, verspricht er gewinnbringende Einsichten in die naturwissenschaftliche Theoriewelt. Und möglicherweise handelt es sich dabei um eine wissenschaftstypische Denkweise (Sarewitz 2010), für die insbesondere gesellschaftlich relevante Wissenschaftsbereiche anfällig sind. Rudolf Stichweh (1984: 291) hat beispielsweise auf den gesellschaftlichen Erfolg der Elektrizitätslehre und den Anreiz für die Produktion von »totalisierenden Entwürfen elektrischer ›Weltbilder‹« hingewiesen. Von der soziologischen Zeitdiagnostik dürfte bestens die Tendenz bekannt sein, Einzelphänomenen (Risiko, Erlebnis, Wissen) einen Primat zuzuschreiben, um sie dann zu alles erklärenden Faktoren zu erheben.

2.5.7 Variation

Unter welchen Bedingungen entstehen und verändern sich naturwissenschaftliche Gesellschaftsbeschreibungen? Wer diese Frage stellt und auf das *Wissenschaftliche* an den Beschreibungen abstellt, ist naheliegenderweise auf die Wissenschaftsforschung verwiesen. Denn in der Tat berührt diese Frage den elementarsten Streitpunkt der Wissenschaftsforschung: ›Wie ist gesichertes Wissen möglich?‹ (Weingart 2003: 21). Inzwischen ist man dazu übergegangen, die Antworten auf diese Frage zu diversifizieren und alles als Wissenschaftsforschung zuzulassen, das sich der Wissenschaftsforschung zurechnet. Unter dem Schirm der *Science & Technology Studies* (STS) verzichtet die jüngste und inklusivste Ausprägung der Wissenschaftsforschung bewusst auf eine vollintegrierende Theorie. »STS is what the ›STS-ers‹ (or those who say they are doing ›STS‹) are doing« (Kim 2010: 182), sagen die einen, und »if you want to understand STS – and STS theory – you need to read it through its cases« (Law 2017: 32), bekräftigen die anderen. Die Inkohärenz, Multiparadigmatik und letztlich auch die Unübersichtlichkeit der Wissenschaftsforschung sprechen dafür einen zu Unrecht gescholtenen theoretischen Eklektizismus walten zu lassen (vgl. Büttner & Adloff 2013) und opportunistisch auf spezifische Konzepte, Denkfiguren und Stoßrichtungen zurückzugreifen, sofern sie für die relevanten Probleme sensibilisieren. Entsprechend und da mittlerweile eine Vielzahl an Übersichtsaufsätzen, Einführungsbüchern und Sammelbänden zu Geschichte, Paradigmen und Strömungen der Wissenschaftsforschung vorliegen,¹⁸ beschränkt sich der nachfolgende knappe Abriss auf drei Konfliktlinien, entlang derer eine Soziologie naturwissenschaftlicher Gesellschaftsbeschreibungen positioniert werden kann.

(1) Ein erstes Spannungsfeld betritt man bei der Frage, ob die Antriebsmotoren wissenschaftlicher Entwicklung innerhalb, ›im Rahmen‹ oder außerhalb der Wissenschaft zu verorten sind. In seinem aus der Dissertationsschrift hervorgegangenen Buch über die Wissenschaft des 17. Jahrhunderts hatte Robert Merton diese Frage eindeutig beantwortet: Worüber Wissenschaftler forschen, hänge nicht von »intrinsic developments« ab, es seien vielmehr »extra-scientific elements which strongly influenced, if they did not determine, the centering of scientific attention« (Merton 1970 [1938]: 54). Die von Merton begründete institutionalistische Wissenschaftssoziologie wandte sich später zwar der internen Dynamik zu, das allerdings nur bedingt. Sie fokussierte auf die wissenschaftlichen und gesellschaftlichen institutionellen *Rahmenbedingungen*, unter denen wissenschaftliches Wissen produziert wird und

18 Vgl. etwa Knorr-Cetina & Mulkay (1983b); Heintz (1993b); Yearley (2005); Maasen et al. (2012); Felt et al. (2017); Kaldewey (2023).

einen Wahrheitsanspruch behaupten kann (Heintz 1998: 57ff.). »The reciprocal relations between science and society are the object of inquiry«, fasste Merton (1968: 585) das Programm seiner institutionalistischen Wissenschaftssoziologie zusammen. Zwar finden sich einzelne Hinweise in Mertons Schriften, die »als Unterstützung für eine wissenschaftssoziologisch orientierte Analyse von Wissenschaft *gelesen werden* [können]« (Stehr 1975: Fn 6), insgesamt aber überließ die institutionalistische Wissenschaftssoziologie die *Inhalte* der Wissenschaftsphilosophie und wandte sich vorrangig den Normen, dem Belohnungssystem oder der Schichtung der Wissenschaft zu (Weingart 2003: Kap. 2). In einer Literaturzusammenschau attestierte Joseph Ben-David (1970: 19) der institutionalistischen Wissenschaftsforschung ein »virtual disappearance of attempts to explain the content and theories of science on the basis of social conditions«.

Als Reaktion darauf entstand die Soziologie wissenschaftlichen Wissens oder allgemeiner: die sozialkonstruktivistische Wissenschaftssoziologie, die dem Institutionalismus einen »methodological internalism« (Knorr-Cetina & Mulkay 1983a) entgegensetzen wollte. In das Zentrum der Analyse rückte das Alltagshandeln der Forscher (Knorr-Cetina 1984), die Schließung von Kontroversen (Collins 1981) und die Interpretation von Evidenz (Mulkay 1983); die Rahmenbedingungen waren hier wiederum zweitrangig. Einige Annahmen, Schwerpunktsetzungen und Zugänge dürften für das Erkenntnisinteresse dieser Arbeit weniger geeignet sein (s.u.). Gleichwohl ist es das Verdienst der wissenschaftssoziologischen Strömung, die Aufmerksamkeit auf die Produktion wissenschaftlichen Wissens im Allgemeinen und auf die Theoriebildung und Evidenz-erzeugung im Besonderen gelenkt zu haben.

Zurecht spricht Falk Schützenmeister (2008: 21) von dem Risiko einer »Halbierung des Wissenschaftsbegriffs«, die mit einem Verzicht auf die eine oder andere Wissenschaftssoziologie verbunden wäre. Wie sich interessante Perspektiven auf die Wissenschaft aus der Soziologie wissenschaftlichen Wissens ergeben, kann auch dem Institutionalismus ein Problembewusstsein für die Entwicklung wissenschaftlichen Wissens abgewonnen werden. So macht Peter Weingart (1974) in einem Versöhnungsversuch auf die Kompatibilitäten aufmerksam (vgl. auch Schimank 1995). Dazu gehöre etwa das von dem Institutionalismus hervorgehobene Reputationssystem, das wiederum für die Analyse der wissenschaftssoziologisch relevanten Theoriewahl herangezogen werden könnte. Hinzuzählen könnte man auch die disziplinären Prestigedifferenzen, auf die Stichweh (1979) hingewiesen hat, und in den Blick nehmen, wie Disziplinen mit niedrigem Prestige sich bei Disziplinen mit hohem Prestige den Aufbau von Theorien anschauen. Schließlich ist Merton, zumal aus historisch-soziologischer Perspektive, in der Annahme beizupflichten, dass die Wissenschaft in einem historischen und gesellschaftlichen Kontext

stattfindet, der die Sicht auf die Wahl der Forschungsgegenstände und Theorien konditioniert.

(2) Eine zweite Konfliktlinie verläuft entlang der Frage, ob an wissenschaftlichem Wissen irgendetwas Sonderbares ist oder ob es anderen Wissenstypen gleicht. Klassischerweise vertritt die wissenssoziologische Wissenschaftsforschung letzteren Standpunkt. Sie, schreibt Karin Knorr Cetina (1992: 408), stellt »die Behauptung auf, daß es *keine interessante epistemologische Differenz*« (Rorty 1985) zwischen den Verfahrensweisen der Wissenschaft und denen anderer institutioneller Bereiche gibt«. Im Gegenteil: Die wissenschaftliche Praxis sei durch und durch ein profanes Geschäft, bei dem »gesellschaftliche Praktiken für epistemische Zwecke instrumentalisiert« (Knorr-Cetina 1988: 87) werden. Dieser Annahme wollte das sogenannte *Strong Programme* Rechnung tragen, indem es nicht nur, wie bis dahin üblich, die Irrtümer, sondern auch die Entstehung wahren Wissens soziologisch erklären und auf »soziale Faktoren« zurückführen wollte (Bloor 1976: 4f.). Demnach seien nicht die Irrtümer durch das Soziale »kontaminiert« (Knorr-Cetina 1988: 87), die Wissenschaft als Ganzes habe mehr mit der Gesellschaft gemein, als sie vorgibt. Auch sie sei durch Macht, Ökonomie, Interessen, Tradition und Glauben charakterisiert. Bemerkenswert sind in dieser Hinsicht die folgenden Zeilen aus der Feder eines Vertreters des wissenssoziologischen Ansatzes der ersten Stunde, die es in voller Länge zu zitieren lohnt:

»By emphasizing the ways in which scientific knowledge is like other forms of knowledge, sociologists have become uncertain about how to speak about what makes it different; in much the same way, they have become unable to distinguish between experts and non-experts. Sociologists have become so successful at dissolving dichotomies and classes that they no longer dare to construct them.« (Collins & Evans 2002: 239)

Harry Collins und Robert Evans zufolge sei es der wissenssoziologischen Strömung gelungen, die Differenz zwischen wissenschaftlichem und außerwissenschaftlichem Wissen einzuebnen. Wer Wissenschaft nur als mikropolitischen Konfliktgeschehen (und der Gedankengang ließe sich auch auf ökonomische Interessen, Glauben usw. ausweiten; vgl. etwa Kuchler 2019) auffasst, so schon Gernot Böhme, übersieht ein zentrales Detail: »Explizite Auseinandersetzungen sind in der Wissenschaft selten« (Böhme 1974: 193). Sofern man daran festhalten möchte, dass wissenschaftliches Wissen einen Sonderstatus innehat, und Wissenschaft mit Konzepten beschreiben möchte, die der wissenschaftlichen Realität der Wissenschaft Rechnung tragen und sie von »normalen, sozusagen touristischen Wissenserwerben« (Luhmann 1990: 125) unterscheiden, müsste man Ausschau halten nach weiteren Angeboten. Und die gibt es erfreulicherweise.

Eine Alternative stammt von Joan Fujimura (1992). Ihre Ausgangsfrage ist, unter welchen Bedingungen Tatsachenbehauptungen als wahres, akzeptables und anschlussfähiges Wissen erscheinen. Um diesen Grad an Wissenschaftlichkeit, Überprüfbarkeit, Operationalisierbarkeit, Plausibilität, Universalität etc. zu erreichen, genügt augenscheinlich nicht die bloße Behauptung. Hier kommen zwei wissenschaftsspezifische Merkmale ins Spiel, die es ermöglichen, dass das in Rede stehende Objekt »less abstract, more structured, less ambiguous, and more concrete« (Fujimura 1992: 176) wirkt. Diese Anforderung leisten Fujimura zufolge *Theorien* und *Methoden* (inkl. Technologien und Daten), indem sie das, was als Tatsache gelten kann, konditionieren (Fujimura 1987).¹⁹ Im Fall von Fujimuras Studien werden Theorien und Methoden immer zu »standardisierten Paketen« zusammengezogen. Gleichwohl betont sie, dass es jedoch eine empirische Frage sei, ob dies im Einzelfall gilt (Fujimura 1992: 204). Denkbar ist nämlich auch, dass Disziplinen Theorien und Methoden auseinanderhalten, um sich die Möglichkeit eines »Standbeinwechsels« (Luhmann 1990: 456) offenzuhalten und Neuerungsprozesse in beide Richtungen zuzulassen.

Zu den genuin wissenschaftlichen Seiten wissenschaftlichen Wissens lässt sich noch ein weiteres Phänomen hinzuzählen, das schon angeklungen war: die *interdisziplinären Beziehungen*. Denn Theorien, Methoden und Technologien sind genauso wie die Gegenstände nur selten »im Besitz« einzelner Disziplinen. Zu berücksichtigen ist vielmehr, dass es zu disziplinären Einzelentwicklungen kommen kann, die von Bedeutung werden für die Auffassungen und Verfahrensweisen weiter Teile eines interdisziplinären Feldes. In den Blick sind folglich nicht nur die einzelnen Disziplinen zu nehmen, sondern auch die wechselseitige Informierung und Perspektivierung durch die Diffusion von Wissen sowie Verschiebungen in der Ordnung interdisziplinärer Forschungsfelder. Für Wolf Lepenies (1978b: 444) ist historische Wissenschaftsforschung daher vor allem »*Geschichte und Theorie der Disziplinbeziehungen*«.

(3) Ein letztes, in diesem Rahmen relevantes Konfliktfeld ergibt sich aus der Unterscheidung von Labor und Publikation (Knorr-Cetina 1984), Herstellung und Darstellung (Luhmann 1990), Forschungshandeln und wissenschaftlicher Kommunikation, kurz: zwischen handlungs- und kommunikationstheoretisch informierten Wissenschaftssoziologien. In diesen Begriffspaaren drücken sich zwei Ebenen aus, auf denen Wissenschaft

19 Für den speziellen Fall der klimabezogenen Forschung muss an dieser Stelle vorweggenommen werden, dass die Rolle der Instrumente, Technologien und Organisationsformen kaum zu überschätzen ist (Walter 1952; Edwards 2010). Sie formen maßgeblich mit, was gesehen wird, dienen der Überprüfung und Verarbeitung empirischer Daten und tragen zur Weiterentwicklung der Theorien bei (Conrad 2009).

beobachtet werden kann. Im ersten Fall handelt es sich um die ›Hinterbühne‹ wissenschaftlicher Arbeit, auf der experimentiert wird, Fehlschläge erlitten werden, ein »tinkering« (Knorr-Cetina 1979) stattfindet. Im zweiten Fall rückt die Wissenschaft der ›Vorderbühne‹ in den analytischen Mittelpunkt. In dieser Perspektive gilt es vor allem Publikationen als Untersuchungseinheiten ernst zu nehmen, da sie einen über das durch (interaktionsförmiges) Forschungshandeln geprägte Labor oder Büro hinausweisenden wissenschaftlichen Kommunikationsprozess sicherstellen (Stichweh 1984: 394ff.).²⁰ Damit ist die Relevanz der Herstellung von Forschungsbefunden keineswegs in Abrede gestellt. Sie spielt allerdings nur insofern eine Rolle, als sie »indirekt über ihre Beobachtung von der Ebene des wissenschaftlichen Kommunikationsprozesses« (Stichweh 1987: 472f.) anschlussfähig wird. Dadurch verschiebt sich die Betrachtungsweise von einer »handlungs- und personennah« (Stichweh 1987: 468) konzipierten Wissenschaft zu dem Kommunikationszusammenhang, in dem Publikationen aufeinander Bezug nehmen, sich gegeneinander abgrenzen und miteinander geteiltes Wissen produzieren.

Den Schwerpunkt auf in Publikationen materialisierte Kommunikation zu legen, erschien in Anbetracht des Erkenntnisinteresses und des Untersuchungszeitraums als gangbarer Weg. Wenn im Laufe der Arbeit von Beschreibungen die Rede ist, dann sind damit nicht die flüchtigen, privaten, möglicherweise nicht schriftlich fixierten und daher kaum anschlussfähigen, sondern die veröffentlichten, abgedruckten und vervielfältigten Beschreibungen von Klima und Gesellschaft gemeint. Erst in Publikationsform können sie von anderen aufgegriffen, kritisiert, ergänzt, verdichtet werden. Es geht also auch nicht um die Privatmeinung einzelner Wissenschaftlicher, die sie (handschriftlich) in Briefen oder Tagebüchern notieren, sondern um technisch verbreitete Auffassungen über Klima und Gesellschaft, die in der Wissenschaft (und der Gesellschaft) diffundieren können.

2.6 Ein historisch-soziologischer Zugang: Methodische Implikationen

Für die empirische Untersuchung naturwissenschaftlicher Gesellschaftsbeschreibungen bieten sich mindestens vier Ansätze an (vgl. Brankovic et al. 2019; vgl. auch Ragin & Zaret 1983). Zum einen lässt sich

20 Den Konflikt zwischen dem »Laborkonstruktivismus« (Hasse et al. 1993) und kommunikationstheoretisch informierten Wissenschaftssoziologien fasst Kaldewey humoristisch zusammen: »Was Ihr im Labor beobachtet habt, so der Systemtheoretiker zur Laborforscherin, ›ist keine *Wissenschaft*, sondern *Forschung*!« (Kaldewey 2013: 85).

eine fallbasierte von einer variablenbasierten Fokussierung abgrenzen. Der fallbasierte Ansatz strebt eine genaue Kenntnis eines Einzelfalls an, während der variablenbasierte Vergleich auf die Regelmäßigkeit entlang einer Reihe von Untersuchungskategorien zielt, die über mehrere Fälle hinweg stabil sind. Fügt man eine Zeitachse hinzu, ergibt sich die Möglichkeit, beide Verfahren entweder als Quer- oder Längsschnittuntersuchungen anzulegen. Man könnte also einen Querschnitt aus der aktuellen Klimadebatte oder einer Episode in der Geschichte der Klimaforschung gesondert betrachten und käme dann zu einer Auswahl an vorherrschenden oder konfligierenden Ansichten über das Verhältnis von Raum, Zeit, Klima, Gesellschaft usw. Oder man bevorzugt eine diachrone Längsschnittperspektive, die das Augenmerk auf die Genese, Brüche und Kontinuitäten des wissenschaftlichen Klimadiskurses lenkt und die Gesellschafts- und Klimabeschreibungen mit einem historischen Index versieht. Aus dieser Sicht stellt sich etwa die Frage nach den Bedingungen der Möglichkeit, nach kontrafaktischen Möglichkeiten, die sich nicht realisiert haben, und nach der Gleichzeitigkeit des Auftauchens, Zusammen- und Auseinanderlaufens historischer Prozesse. Insgesamt folgt daraus eine Vierfeldertabelle mit dem fall-/variablenbasierten Vergleichsansatz und dem synchronen/diachronen Zugriff als Achsen (vgl. Brankovic et al. 2019: 6). So ließen sich im fallimmanenten Vergleich klimabezogene Gesellschaftsbeschreibungen als Sonderfall naturwissenschaftlicher Gesellschaftsbeschreibungen zu einem Zeitpunkt *oder* über einen historischen Zeitraum untersuchen. Oder sie werden entlang einzelner Variablen mit anderen Fällen naturwissenschaftlicher Gesellschaftsbeschreibung historisch *oder* zu einem Zeitpunkt verglichen. Im Rahmen dieser Arbeit wurde der fallbasierte Ansatz in Kombination mit einem historisch-soziologischen Zugriff gewählt. Dementsprechend ist der Gegenstand der vorliegenden Untersuchung der naturwissenschaftliche Klimadiskurs ab Mitte des 19. Jahrhunderts bis Ende der 1980er Jahre.

Es mag kontraintuitiv erscheinen, ein brandaktuelles Problem wie den Klimawandel in historisch-soziologischer Perspektive zu untersuchen. Und doch ist die vorliegende Studie durch den Verdacht motiviert, dass die Gegenwart nicht hinreichend verstanden werden kann, wenn nicht danach gefragt wird, wie sie so geworden ist. Es geht, in Max Webers (1904: 46) Worten, darum, die Besonderheiten der Gegenwart in ihrem »So-und-nicht-anders-Gewordenseins« zu verstehen. Eine solche historische Soziologie wäre in diesem Sinne eine »Geschichte der Gegenwart« (Foucault 2014: 43) und »der Soziologe ist ein Historiker, der sich die Gegenwart zum Gegenstand nimmt mit dem Hintergedanken, die Gegenwart als besonderen Fall zu konstituieren« (Bourdieu 2014: 164). Eine historisch-soziologische Perspektive hat neben dem Erkenntniswert den Nebeneffekt, dass sie als »antidote« (Go & Lawson 2017:

3) gegen Naturalisierungen wirkt. Sie zeigt, dass der Gegenwart keine Notwendigkeit innewohnt, dass es hätte anders kommen können, dass heute nicht über den Klimawandel gestritten, geforscht, gesendet werden würde, wenn nicht bestimmte Bedingungen vorausgegangen wären (vgl. Abend 2022). Sie sensibilisiert somit für die Unwahrscheinlichkeit, dass Medien, Politik, Recht, Wirtschaft, Herr und Frau Jedermann in nahezu jeder Weltregion Kenntnis von einem Problem haben und sich möglicherweise sogar ihm annehmen wollen, das jenseits ihrer Vorstellungskraft liegt und von dem sie nur wissen, weil es etwas vermeintlich so triviales wie Computermodelle gibt (Edwards 2010: XIV).

Daraus folgt aber gerade nicht, dass dieses Wissen völlig beliebig wäre. Ganz im Gegenteil: Gerade, weil es historisch hervorgegangen ist, ist es eine unhintergehbare Tatsache. Es geht also nicht darum, das Wissen der Klimaforschung zu dekonstruieren, wie es wissenschaftssoziologische Arbeiten häufig anstreben (Collins & Evans 2002: 270). Vielmehr wird eine Rekonstruktion der Bedingungen der Möglichkeit angestrebt, dass naturwissenschaftliches Wissen zu einer robusten Gesellschaftsbeschreibung geronnen ist, dass es sich gegen Alternativen abgesetzt und gewissermaßen ›bewiesen‹ hat, dass diese Beschreibungen die Wirklichkeit adäquat widerspiegeln. Man könnte auch anders formulieren: Es ist gerade die Faszination für die Robustheit klimawissenschaftlichen Wissens, die einen historisch-soziologischen Ansatz nahelegt.

Eine so verstandene historisch-soziologische Vorgehensweise ist auch mit methodischen Implikationen verbunden: Sie bedeutet zuallererst einen Verzicht auf ein dogmatisches Verhältnis zu Methoden und Empirie zugunsten einer weit ausgreifenden historischen Betrachtung. Sie erlaubt, Fragestellungen zu formulieren, die sonst nicht möglich wären. Das heißt nicht, dass die Untersuchung völlig unkontrolliert verlief. Denn neben einer theoretischen Kontrolle durch die Vergleichsdimensionen (Kap. 2.5) und einer wissenschaftssoziologisch reflektierten Quellsammlung (s.u.) unterliegt die Arbeit einer interdisziplinären Kontrolle, die in erster Linie den vielen Forschenden zu verdanken ist, die bereits erhebliche Anteile an der Geschichte der Klimaforschung gelüftet haben (tatsächlich hat es mehr als lang genug gedauert, bis sich eine Nische auftat). Der umfangreiche und inzwischen nahezu unüberschaubare Forschungsstand dokumentiert nicht nur das Interesse der Geschichtswissenschaft an der Geschichte des Klimadiskurses. Ein beachtlicher Anteil der Beiträge stammt auch aus der Soziologie, Medienwissenschaft, Politikwissenschaft, Humangeografie und Philosophie (siehe nur Heymann et al. 2017). Besonders hervorheben möchte ich die Monografie »Climate in Motion« von Deborah Coen (2018), deren Verdienst es ist, ein komplexeres Bild von der klassischen Klimatologie gezeichnet und sie von der vereinfachten Darstellung als reine Tabellenwissenschaft gelöst zu haben, die Überblicksaufsätze von Matthias Heymann, denen ich

immer wieder Orientierung zu verdanken hatte (insb. Heymann 2009), die beinahe lückenlose der Geschichte der Klimaforschung »A Vast Machine« von Paul Edwards (2010), die detaillierte Beschäftigung mit der Klimawandeltheorie »Historical Perspectives on Climate Change« von James Fleming (1998), die technisch gehaltvolle Studie über »Computerexperimente« und deren Vorläufer von Gabriele Gramelsberger (2010), und viele weitere mehr, deren Nennung das Literaturverzeichnis hier beinahe reproduzieren würde.

Da sich die vielen Publikationen jeweils auf unterschiedlichen »Flughöhen« bewegen (etwa einzelne Episoden detaillierter in den Blick nehmen), auf unterschiedlichem Niveau technisches Wissen vermitteln oder voraussetzen (etwa die Funktionsweisen der Klimamodelle schildern) und auf unterschiedliche Regionen, Teildiskurse oder Forschungsgruppen fokussieren, unterstützten sie in unschätzbare Weise das Vorhaben. Sie machten es möglich, nach Bedarf sowohl größere Zeitabschnitte nach generellen Tendenzen zu befragen als auch gezielt in die zeitgenössischen Debatten hineinzublicken. Trotz des beachtlichen Forschungsstandes hoffe ich, meine eigene Lesart entwickelt zu haben und der geschichts- und sozialwissenschaftlichen Diskussion wenigstens eine Nuance hinzufügen zu können.

Der Untersuchungsprozess lässt sich am ehestens als iteratives Vorgehen (und Zurückgehen) in drei Phasen zwischen Dokumenten, Sekundärliteratur und Theorien charakterisieren (vgl. Abbott 2014). In der explorativen Phase stand das Ziel, einen Überblick zu gewinnen, im Mittelpunkt. Die historisch interessierte Sekundärliteratur diente dabei als erster Einstiegs- und Orientierungspunkt, von dem aus das von ihr verarbeitete Quellenmaterial konsultiert wurde. Sofern es einer groben und vorläufigen Relevanzprüfung bestand (was steht im Abstract, der Einleitung, dem Schluss?), ist es in den Quellenpool geflossen. Um das Feld weiter zu erschließen und Diskussionszusammenhänge zu rekonstruieren, wurde auf ein Schneeballverfahren zurückgegriffen, bei dem Literaturverzeichnisse gesichtet wurden. Parallel dazu wurde abermals die Lektüre aufgenommen, um die Suche zu konditionieren. Sie kennzeichnete sich überwiegend durch ein relativ breites, ungezieltes, teils fehlgeleitetes kreuz und quer Lesen. Aktuelle sozialwissenschaftliche Forschungsbeiträge zur Klimadebatte, allgemein- und spezialsoziologische Theorien, entferntere sozialwissenschaftliche Forschungsbeiträge, aber auch tagesaktuelle Zeitungsartikel und Blogposts inspirierten und informierten den Forschungsprozess.

Die Sondierung der Problemstellung und die Konsolidierung der Argumentationsstruktur bildete die zweite Phase. Geprägt war diese Phase einerseits durch eine Verkomplizierung des Forschungsgegenstandes und andererseits durch das Ziel, eine eigenständige Lesart zu entwickeln und »interactional expertise« (Collins & Evans 2002) zu erwerben. Grund

für die Verkomplizierung war, dass wieder mit der Datensammlung begonnen und Sekundärliteratur einbezogen wurde. Neue Fragen taten sich auf, alte Vorannahmen mussten korrigiert werden, aber es zeichnete sich auch allmählich die Idee ab, die die Arbeit verfolgen würde. Insofern wurden die Lektüren und die Quellensuche gezielter. Nun gab es eine Suchrichtung, an dem sie sich orientierten. Wo sich noch Lücken auftaten, verhalf eine gezielte Recherche dazu, ein dichteres Bild zu zeichnen. In den Blick gerieten einzelne Episoden und Weltregionen, spezifische zeitgenössische Diskussionszusammenhänge und kontrastierende Fälle. Der erste Entwurf für den Bauplan der Arbeit stand am Ende dieser Phase. So konnte die dritte Phase eingeleitet werden: das Schreiben. Erste »Minianalysen« (Abbott 2014: Kap. 9 & 10) konnten durchgeführt werden, die dann zu Teilkapiteln ausgebaut wurden, in einigen Fällen sogar zu ganzen Kapiteln. Zeitgleich wurde das Untersuchungsrastrer aufgebaut und korrigiert. Als es schließlich ausformuliert war, konnten die bereits geschriebenen Kapitel darauf stärker zugeschnitten werden. Ein zentrales Merkmal, das den gesamten Forschungsprozess durchzog, stellte eine »serendipitiöse« Einstellung dar. Nicht selten flossen Quellen in die Untersuchung ein, die aus einer gescheiterten Recherche resultierten und aus ihnen einen glücklichen Fund machten.

Gewählt wurde also ein Ansatz, der versucht, eine Balance zu halten zwischen dem Dialog mit der Sekundärliteratur und den Primärquellen. Sich mittels einer Quellenkenntnis den »Wirklichkeitskontakt« zu bewahren, so Stichweh (1998: 70), ist gerade die Voraussetzung dafür, abzuwägen, in welchen Aspekten die Deutung und Vorarbeit anderer anzueignen oder eben abzuwandeln ist. Die durchweg instruktiven Beschreibungen und Deutungen der Forschungsliteratur können nur einen Ausgangspunkt bilden. Die Analyse solle nach Stichweh (1998) so erfolgen, dass sie von einer genuin soziologischen Stoßrichtung angeleitet ist. Es bedarf demnach soziologischer Relevanzkriterien und theoretischer Erwägungen, entlang derer das Untersuchungsmaterial gesichtet wird. Was die Verarbeitung der Daten selbst anbelangt, verlief sie nach dem bekannten Schema: paraphrasieren, streichen, bündeln, verknüpfen, rücküberprüfen. Den Forschungsstand zu dekonstruieren, zu komprimieren und ein alternatives Bild zu komponieren, hat möglicherweise zur Folge, dass einigen Aspekten, die in der Literatur hervorgehoben werden, in nur geringfügiger Weise Rechnung getragen wurde, andere Beobachtungen hingegen ausgebaut und ergänzt wurden.

Der untersuchte Materialkorpus umfasst: Sachstandsberichte, Lehrbücher und Handbuchbeiträge, in denen Wissen schon zu unstreitigem Wissen geronnen ist und viele Jahre unangefochten blieb; Fachartikel, Rezensionen und Kommentare, in denen disziplinäre Identitäten, Probleme und Deutungsansätze laufend debattiert und verhandelt wurden; abgedruckte Vorträge, in denen Stand und Perspektiven des Feldes durch

rollenmäßig legitimierte Repräsentanten der Fächer ausgelotet wurden; Konferenzberichte und Tagungsbände, in denen internationale und interdisziplinäre Zusammenarbeit dokumentiert wird; Beiträge in reichweitenstarken Zeitschriften wie *Science* und *Nature*, in denen Artikel mit wissenschaftsweitem Relevanzanspruch publiziert werden; und vereinzelt auch populärwissenschaftliche, der Politik oder der Öffentlichkeit gewidmete Stellungnahmen und Debattenbeiträge (vgl. Fleck 1980: Kap. 4). Anders als bei einigen anderen Verfahren qualitativer Sozialforschung hat man es bei (historischen) Dokumenten mit ›natürlichen‹ Daten oder Artefakten zu tun (Salheiser 2014). Sie sind nicht zum Zweck der Untersuchung entstanden und erfordern gerade deshalb eine genaue Kontextualisierung. In welchem Diskussionszusammenhang stehen sie, welche Bedeutung haben sie in der zeitgenössischen Debatte, in welchem historischen, gesellschaftlichen und ggf. auch geografischen Kontext stehen sie? Auch die Personen und die mit ihren Eigennamen, organisationalen Zugehörigkeiten oder institutionellen Funktionen assoziierte Reputation spielten bei der Materialauswahl eine Rolle und werden vor allem deswegen thematisiert, weil sie den Zeitgenossen wie den historisch-soziologisch Interessierten Orientierung boten bzw. bieten (vgl. Luhmann 1970).

Die Behandlung von Publikationen als Untersuchungseinheiten hat ein bedauerliches Bias zur Folge. Der Großteil der Untersuchung beschränkt sich auf die wissenschaftlichen Zentren klimabezogener Forschung, namentlich auf den deutsch- und englischsprachigen sowie den skandinavischen Raum. (Lokale) Formen des Wissens im Globalen Süden oder in Asien waren physisch oder aufgrund sprachlicher Barrieren nicht zugänglich und konnten daher nicht mitaufgenommen werden. Erst seit einigen Jahren finden sich in den Sozialwissenschaften und speziell in der Anthropologie systematische Unternehmungen, die lokalen Sinnstiftungsprozesse und alternative Weisen des Wetterwissens zu erschließen (vgl. etwa Brüggemann & Rödder 2020; Schnegg et al. 2021). Ich habe versucht, dem Bias zumindest ein wenig Rechnung zu tragen, indem ich im Anschluss an die sich verdichtende Forschungsliteratur die Kolonialgeschichte des Klimadiskurses thematisiere und den Trans- und Internationalisierungsprozess in seinen Grundzügen nachzeichne. Wie in den späteren Teilen der Arbeit deutlich wird, globalisiert sich das Feld deutlich in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Nach wie vor schlagen sich allerdings der global ungleich verteilte Zugang zu finanziellen und technologischen Ressourcen sowie die Kooperations- und Zitationsnetzwerke in der wissenschaftlichen Praxis nieder (Hughes & Paterson 2017).

Eine große Herausforderung stellte die Eingrenzung des Feldes klimabezogener Forschung dar, da es sich dabei von Beginn an um ein interdisziplinäres Feld handelte. An dem Forschungsfeld, das oben als klassische

Klimatologie apostrophiert wurde, partizipierte eine Reihe verschiedenster Disziplinen, allen voran die Klimatologie im engeren Sinne, die Meteorologie und Geografie, aber auch die Botanik, Geologie und Medizin. Auch heute umfasst die Klimaforschung, wie das Forschungsfeld seit dem letzten Drittel des 20. Jahrhunderts heißt, Grundlagenfächer wie die Physik, Mathematik und Chemie sowie weitere Forschungszusammenhänge, die in sich noch einmal interdisziplinär ausgelegt sind, wie die Bodenkunde, Atmosphärenwissenschaften, Energieforschung und Ozeanografie.²¹ So reagierte 1987 einer der Förderer des ersten meteorologischen Computerprojekts, Philip Thompson, auf die Einladung, einen Vortrag über den Stand der Meteorologie zu halten, mit Irritation: »[T]he character of a field of science is a changing thing [...]. So for my present purpose, the science of meteorology is what scientific meteorologists *do*« (Thompson 1987: 631). Auch wenn er das Problem erkennt, so wäre im Rahmen dieser Untersuchung eine Orientierung allein an den Personen nicht zweckmäßig. Stattdessen habe ich Publikationen mit in die Analyse aufgenommen, sofern sie Gesellschaft unter klimabezogenen Gesichtspunkten erklären. Vereinzelt schloss die Auswahl auch disziplinäre Grenzgänger etwa aus der Psychologie oder der Ethnologie ein.²²

Im besten Fall ist es gelungen, einerseits die These der Versozialwissenschaftlichung der Klimaforschung zu historisieren und andererseits eine

21 Tatsächlich ist es noch heute nicht einfach, genau zu bestimmen, wer sich mit Klima ›auskennt‹. Das liegt nicht zuletzt daran, dass im Englischen wie im Deutschen verschiedene Fremd- und Selbstbezeichnungen zur Anwendung kommen. Meinem Eindruck nach wird im Englischen in beliebiger Weise von ›climatologist‹ oder ›climate scientist‹ gesprochen. ›Klimatologe‹ trifft man im Deutschen nur noch seltener an. Einige Klimaforscher definieren sich in erster Linie über ihre disziplinäre Zugehörigkeit, zumal wenn es sich dabei um prestigeträchtige Disziplinen handelt, und nur sekundär als interdisziplinäre Klimaforscher. Der promovierte Meteorologe Hans von Storch verriet in einem Interview, dass es »einen Kulturkampf in der Klimaforschung« gebe: »Eigentlich sagen die Meteorologen, dass das Thema ihnen gehört. [...] Und die Physiker glauben natürlich, dass sie sowieso schlauer als alle anderen sind« (im Gespräch mit Rödder & Ibrahim 2022: 436). In der öffentlichen Selbstdarstellung oder in der Fremdbeschreibung ist eher – das mag mein subjektiver Eindruck sein – von ›Klimaforscher‹ oder ›Klimawissenschaftler‹ die Rede. In der Berichterstattung werden manchmal Sozialwissenschaftler ›aufgewertet‹, indem sie als Klimawissenschaftler oder noch besser: als Weltklimarat-Autoren vorgestellt werden. Es scheint mir ein lohnendes Forschungsvorhaben, systematisch zu untersuchen, wann, wo und unter welchen Bedingungen welche Bezeichnung von wem präferiert wird, und dass bei all der Inkonsistenz es nichtsdestotrotz so wirkt, als würde ›die‹ Wissenschaft mit ›einer Stimme‹ sprechen; zu Letzterem siehe Hoppe & Rödder (2019).

22 Einen komplizierten Fall unter den klimabezogenen Disziplinen stellt die Geografie dar. Seit dem 19. Jahrhundert wird »eine historisch-politische,

komplementäre soziologische Geschichte der Klimaforschung zu schreiben, die die eindrücklichen Beiträge zur Geschichte der Klimarepräsentationen um naturwissenschaftliche Gesellschaftsrepräsentationen ergänzt. Ob dieser Anspruch eingelöst werden konnte, können nur die adressierten Fachgemeinschaften beurteilen. Über John von Neumann, einem Pionier der Computerentwicklung und ebenfalls Förderer des ersten meteorologischen Computerprojekts, ist eine Geschichte überliefert, mit der ich dieses Kapitel abschließen und in die Untersuchung einsteigen möchte. Von Neumann galt die Bestimmung des langfristigen Wetters nur als das »zweitschwierigste Problem« der computergestützten Arbeit »[u]nd wenn ihn einer nach dem schwierigsten Problem fragte, dann pflegte er den Frager längere Zeit anzusehen, bis dann eine überraschende Antwort kam, wie sie wohl nur ein Mathematiker formulieren kann: ›human behaviour...‹« (Flohn 1973: 10).

eine naturwissenschaftliche und eine beide Richtungen vertretende« (Schultz 2020: 270) Geografie praktiziert und die Frage nach der Primärientzung ist bis heute ungelöst. Anfang des 20. Jahrhundert kritisierte Sebald Rudolf Steinmetz (1912/1913: 497), ein Klassiker der niederländischen Soziologie, die »enge Verbindung zwischen der Soziographie und der physischen Geographie«, da sie »geradezu verhängnisvoll« sei, und bemühte sich um eine deutliche Abgrenzung gegen die Naturwissenschaften, wie auch andere Soziologen dieser Zeit, darunter Weber, Durkheim und Simmel (Grundmann & Stehr 1997). In jüngerer Vergangenheit griff der Geograf Mike Hulme (2008: 6), der sozial- wie naturwissenschaftlich profiliert ist, diese Diskussion erneut auf. Er sah die Geografie, gerade weil sie »at the boundaries between nature and culture« sitzt, dazu berufen, Klimaforschung zu betreiben. Was den hier untersuchten Materialkorpus anbelangt, kann man die frühen geografischen Publikationen recht eindeutig den Naturwissenschaften zuordnen, die späteren (ab ca. 1970) treten zwar als sozialwissenschaftlich informiert auf, erfüllen aber das Kriterium, soziale Phänomene aus naturwissenschaftlichen Ursachen heraus zu erklären.

Teil I:
Die Theorie räumlicher Begrenzung
und ihr Ende (~ 1850–1950)

3 Körper, Geist und Leben

»Jetzt sterben viele Menschen. Das war vorher nur in Entwicklungsländern so. Wenn wir noch die anderen Extreme betrachten, wie zum Beispiel die Hitzewellen mit Rekordtemperaturen, verlassen wir als Menschheit gerade den Wohlfühlbereich.«

– Mojib Latif¹

Im Juli 2021 wurde Westeuropa von einem Tiefdruckgebiet erfasst. In Deutschland ist es insbesondere das Ahrtal im rheinland-pfälzischen Kreis Ahrweiler, das von den schweren Niederschlägen gezeichnet wurde. Wenige Tage später spricht man von mindestens 749 Verletzten und 117 Toten, die Energie- und Wasserversorgung ist zusammengebrochen, die Kommunikationsinfrastrukturen sind massiv eingeschränkt. Bevor die ersten Berechnungen der Extremwetterforschung dazu vorlagen, ob und zu welchem Anteil die Flut dem Klimawandel zugerechnet werden kann,² fragte sich das ganze Land: Ist das Extremwetterereignis ein Menetekel? Ist der Klimawandel in Deutschland angekommen? Wäre die Katastrophe zu verhindern gewesen? Die *Frankfurter Allgemeine Zeitung* widmete diesen Fragen eine ganze Seite und erkundigte sich auch bei dem Klimaforscher Mojib Latif, ob sich bisher schon etwas schlussfolgern ließe. Demnach sei die Frage, ob das Ereignis klimabedingt aufgetreten war, nicht eindeutig zu beantworten. Klar sei aber, dass inzwischen nicht nur »Entwicklungsländer« Tote und materielle Schäden zu verzeichnen haben. Die Menschheit als Ganzes sei auf dem Weg, ihren »Wohlfühlbereich« zu verlassen.

Diese Idee ist – das ist die Grundannahme der vorliegenden Arbeit – nicht jüngerem Datums. Die Denkungsart, wonach es soziale Klima-Nischen gäbe, in denen Gesellschaftlichkeit begünstigt und geformt wird,

1 Im Gespräch mit Glas (2021).

2 Die Veröffentlichung der Berechnungen folgt am 23. August 2021. Laut dem Forschungsnetzwerk *World Weather Attribution* (2021) hat sich die Intensität des Niederschlags durch den Klimawandel um 3 bis 19 Prozent erhöht, die Wahrscheinlichkeit für den Eintritt eines solchen Ereignisses sei um einen Faktor zwischen 1,2 und 9 gestiegen. Nicht gleichbedeutend mit der Intensität und Eintrittswahrscheinlichkeit eines Extremwetterereignisses ist das Ausmaß der Auswirkungen. Einige Monate nach dem Ereignis und erbitterten Debatten über die politische Verantwortung für Katastrophenschutz sahen sich Mitglieder des Netzwerks angesichts der Ausrede »Klimawandel« dazu veranlasst, zu appellieren: »Stop blaming the climate for disasters« (Raju et al. 2022).

wonach es auch gesellschaftsfeindliche Klimaverhältnisse gäbe, die Gesellschaftlichkeit bedrohen und verformen, ist sowohl Legitimitätsgrundlage als auch epistemische Prämisse klimabezogener Forschung. Gleichwohl lässt sich eine historische Periode in der Geschichte der Klimaforschung ausmachen, in der nicht *ein* »Wohlfühlbereich« der Menschheit, sondern vielmehr eine Ungleichverteilung der Chancen und Risiken, eine Diversität der Klimaverhältnisse und eine korrespondierende Pluralität klimatisch abgrenzbarer Gesellschaftsformationen angenommen wurde. Die sogenannte klassische *Klimatologie* des 19. Jahrhunderts und des ersten Drittels des 20. Jahrhunderts widmete sich den »Rassen«, »Kulturen«, »Zivilisationen« und Regionalgesellschaften und untersuchte, ob und inwiefern sich gesellschaftliche Charakteristika auf die lokalen Klimaverhältnisse zurechnen lassen. Sie war Vertreterin der *Theorie räumlicher Begrenzung der Gesellschaft*. Anders als heute zog man nicht aus den temporalen Klimaveränderungen Schlussfolgerungen über die Überlebenschancen der Gesellschaft, sondern las an den räumlichen Variationen regionaler Klimata die gesellschaftliche Verfasstheit ab. Es gab Regionen, in denen man sich »wohl fühlen« konnte, andere galten als risikoreich, gar als unbewohnbar. Nicht die Menschheit als Ganzes sah man bedroht. Die Klimatologie definierte den »Wohlfühlbereich« im räumlichen, nicht im temporalen Sinne. Die Welt der Klimatologie war in eine Vielzahl an Klima-Parzellen fragmentiert, die mal als Habitat, mal als Gefahrenzone erachtet wurden.

Die nachfolgende Analyse überträgt einen Gedankengang, der aus der Weltgesellschaftstheorie stammt und in Kapitel 2.4 zur Sprache kam, auf den Fall der Klimatologie. Er adressiert die vermeintliche Widersprüchlichkeit zwischen fortschreitender Globalisierung bei zeitgleicher Ausbreitung des Nationalismus. Statt den Nationalismus als Gegenteil zur Globalisierung zu beschreiben, lässt sich aus globalhistorischer und weltgesellschaftstheoretischer Perspektive die Verbreitung des Nationalstaatsmodells als Produkt, Begleiterscheinung und Motor globaler Austausch- und Kommunikationsprozesse auffassen (Werron 2018). Analog dazu soll im Folgenden gezeigt werden, wie das Modell der klimatisch begrenzten Gesellschaften in Einzelstudien »natürlicher Laboratorien« und vergleichenden Arbeiten weltweit zur Anwendung gekommen war, bis es sich schließlich zu einem kohärenten *Weltbild* zusammenfügte. Obwohl die Klimatologie sich die Welt als Konglomerat fragmentierter Gesellschaften in korrespondierenden Klima-Nischen vorstellte, wirkte sie »ungewollt« an der Globalisierung mit, insofern es die *ganze* Welt war, die ihr dabei vorschwebte. Wie sich der Nationalstaat als ein »*immer schon-globales Modell*« (Werron 2012: 340) verstehen lässt, ist auch die klimatisch begrenzte Gesellschaft von Beginn an ein Modell, das weltweit zur Anwendung kam.

Das Kapitel beginnt mit einer Verortung der Klimatologie im Kontext der humboldtschen Wissenschaften und argumentiert, dass dieser Forschungszusammenhang einen fruchtbaren Boden für die Entstehung des Modells der klimatisch begrenzten Gesellschaft bot (3.1). Die klassische Klimatologie verpflichtete sich einem Forschungsstil, der dem menschlichen Erleben und dem körperlichen Erleiden Rechnung trug. Auf Forschungsreisen und Feldforschungen diente der Körper als Messinstrument und Proxy, von dem allgemeinere Schlussfolgerungen über die Gesellschaftstauglichkeit von Klimata in detailreichen Klimabeschreibungen gezogen wurden (3.2). Insbesondere im Rahmen der Kolonisation wurden Regionalstudien angefertigt, deren quantitatives Wachstum bald erste Relationierungen zwischen verschiedenen Erdteilen erlaubte (3.3). Um das Jahr 1900 lagen schließlich so viele Daten vor, dass die klimatische und gesellschaftliche Differenzierung der gesamten Welt abzubilden angestrebt wurde (3.4). Dabei zeigt dieses Kapitel, dass innerwissenschaftliche Leitlinien ebenso wie gesellschaftliche Nachfrage nach naturwissenschaftlichem Gesellschaftswissen die Gesellschaft zur Klimatologie brachten. Zudem argumentiert es, dass die Klimatologie einen Klimabegriff vertrat, der räumlich orientiert und desinteressiert an der Zeit sowie holistisch und zugleich reduktionistisch angelegt war. Vor diesem Hintergrund nimmt das Kapitel in den Blick, welche Gesellschaftskategorien der Klimabegriff begünstigte, wie die Klima- und Gesellschaftstheorien weltweit zur Anwendung kamen und in welchen Darstellungsformaten sich die Gesellschaftsbeschreibungen niederschlugen.

3.1 Humboldtsche Wissenschaft

Die heute gängigen Begriffe, mit denen das Feld klimabezogener Forschung bezeichnet wird, fanden erst in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts Verbreitung. »Klimawissenschaft« taucht vermutlich zuerst in den 1930er Jahren auf und wird beispielsweise von der *Zeitschrift für Naturwissenschaft und Weltanschauung* aufgegriffen, in der ironischerweise darauf hingewiesen wird, »daß es im vorigen Jahrhundert noch keine Klimawissenschaft in unserem Sinne« (Lammert 1936: 365) gab. Ähnliches gilt für den Begriff »Klimaforschung«. Gegen Ende des 19. Jahrhunderts kommt er sporadisch zur Anwendung, etwa im *Geographischen Jahrbuch*, in dem für die Gletscherforschung als ein Forschungsfeld geworben wird, »das mit der Klimaforschung Anklänge bietet« (Camena d'Almeida 1894: 167). Wie auch im Fall der englischsprachigen Pendanten (*climate science*, *climate research*) handelt es sich bei beiden Textstellen um Ausnahmen. Wenn man an klimabezogene Forschung anschließen wollte, sprach man über weite Strecken (und zum

Teil noch heute) von Klimatologie (*climatology*). Aufgrund von – noch näher zu erläuternden (Kap. 4.3) – weitreichenden Verschiebungen in Klimabegriff und Klimazugriff unterscheidet die geschichtswissenschaftliche Literatur (Heymann 2009) ebenso wie die interne Fachgeschichtsschreibung (Flohn 1954: Kap. 1) zwei Phasen der Klimatologie. Die erste Phase beginnt in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts und reicht bis zum ersten Drittel des 20. Jahrhunderts. Es ist die Phase der *klassischen* Klimatologie. Sie ist die Protagonistin dieses Kapitels. Ab dem zweiten Drittel des 20. Jahrhunderts wird sie von der sogenannten *modernen* Klimatologie abgelöst, die wiederum mit der Entstehung der Klimaforschung spätestens in den 1970er Jahren mehr oder weniger ihr Ende findet. In diesem einführenden Teilkapitel wird die Klimatologie im Kontext der humboldtschen Wissenschaften verortet, ihr Welt- und Selbstverständnis vorgestellt (3.1.1) sowie ihre Beziehung zur Öffentlichkeit und Politik skizziert und der »Totaleindruck« als Beobachtungs- und Darstellungsprinzip eingeführt (3.1.2).

3.1.1 Das Welt- und Selbstbild der Klimatologie

Über weite Strecken hinweg blieb das Verhältnis der klassischen Klimatologie zu Disziplinen wie der Geografie oder der Meteorologie prekär. Man teilte sich das meteorologische Beobachtungsnetz, die Zeitschriften und Fördergelder. Es gab personelle, organisationale und konzeptionelle Überschneidungen. Professoren für Geografie betrieben klimatologische Forschung, Klimatologen schrieben Bücher und Aufsätze über meteorologische Probleme und Meteorologen und Geografen erklärten Klimatologen, wie sie Klimatologie betreiben sollten. Neben der Klimatologie im engeren Sinne sowie der Meteorologie und der Geografie suchten so unterschiedliche Disziplinen wie die Botanik, Geologie, Medizin und sogar die Psychologie und die Ethnologie nach Möglichkeiten, ihre Probleme an Klimafragen anzuknüpfen. Auch die Frage, inwiefern die Klimatologie eine eigenständige Disziplin, eine Hilfswissenschaft der Geografie, eine Subdisziplin einer im weiteren Sinne verstandenen Meteorologie oder ein breites interdisziplinäres Forschungsfeld war, blieb lange unklar oder nur ambivalent beantwortet. Dies konnte auch relativ lange im Dunklen bleiben. Denn unter dem Schirm der »kosmischen« Physik war die Klimatologie als Kind des 19. Jahrhunderts ohnehin an all diese Disziplinen angebunden. Darunter versammelten sich Disziplinen, die sich von der »reinen« Physik durch die Beobachtung wahrnehmbarer Phänomene sowie den Verzicht auf das Experiment und streng kausale Erklärungen unterschieden (Stichweh 1984: 472ff.). Nicht zuletzt Alexander von Humboldts fünfbandiger »Kosmos«, der mehrfach übersetzt zum Bestseller avancierte (Lubrich & Ette 2006), hat erheblich

zur Beliebtheit und Legitimität des Feldes beigetragen und es mit dem Titel »Humboldtian Science« (Cannon 1978: Kap. 3) beerbt. Die Wissenschaftshistorikerin Susan Cannon (1978: 97) bezeichnet mit diesem Begriff eine »science of the whole world«, also eine Wissenschaft, die sich der Vielfalt, den Details und den Wechselwirkungen der natürlichen wie der menschlichen Welt verpflichtete.

Der romantizistische und holistische Zugriff schlägt sich im Anspruch zur »physischen Weltbeschreibung« nieder, wie es im Untertitel zum synonym verstandenen »Kosmos« heißt. Der Urvater der Klimaforschung und Universalgelehrte Humboldt beschrieb das Programm seiner Weltbeschreibung als eine »Betrachtung alles Geschaffenen, alles Seienden im Raume (der Natur-Dinge und Natur-Kräfte) als eines gleichzeitig bestehenden Natur-Ganzen« (Humboldt 1845: 50). Eine »physische Erdbeschreibung« (Humboldt 1845: VIII) allein könne dies nicht leisten. Er verstand die Weltbeschreibung als eine empirische Wissenschaft, die buchstäblich die »Wohlgeordnetheit der Welt, ja der ganzen Masse des Raum-Erfüllenden, d. i. des Weltalls« (Humboldt 1845: 62) durchdringen wollte. Als der »edelste Gegenstand« galten ihm die »charakteristischen Unterschiede der Menschenstämme und ihre relative numerische Verbreitung« (Humboldt 1845: 169). Obgleich ihm klar war, dass es auch andere Faktoren gab, die das menschliche Verhalten erklärten, so schien ihm ein natürlicher Faktor nicht wegzuleugnen. Explizit mit Bezug zum Menschen definierte er *Klima* als Sammelbegriff für Phänomene, »die unsere Organe merklich affizieren« und die »nicht bloß wichtig [sind] für die vermehrte Wärmestrahlung des Bodens, die organische Entwicklung der Gewächse und die Reifung der Früchte, sondern auch für die Gefühle und ganze Seelenstimmung des Menschen« (Humboldt 1845: 340). Kurz: Klima bezeichne all das, was den Körper, den Geist und das Leben beeinflusse.

In seiner Grundanlage war der humboldtsche Klimabegriff im dreifachen Sinne einem *holistischen Ansatz* verpflichtet. Er forderte sowohl in phänomenaler und in räumlicher Hinsicht als auch mit Bezug auf den Menschen einen Totalitätsanspruch (vgl. auch Heymann 2010: 587). Klima meinte erstens die *Gesamtheit an Einzelphänomenen*, die in irgendeiner Weise Einfluss auf einen *bestimmten Erdteil* ausüben. Humboldt folgte darin einer Definition altgriechischer Provenienz. Der Begriff Klima geht zurück auf das altgriechische *klinein* und bezeichnete »die Neigung der Sonne zur Erdoberfläche« (Heymann 2009: 173). Abhängig von der jeweiligen Neigung, so die Annahme, ließen sich klimatisch unterscheidbare Verhältnisse in verschiedenen Regionen vorfinden und umgekehrt Regionen in Abhängigkeit von klimatischen Verhältnissen gegeneinander abgrenzen (Barry 2013). Trotz einiger Modifikationen, die er an dem ursprünglichen Klimabegriff vornahm (Kap. 3.4.1), blieben Humboldt und seine Nachfolger einer geografischen Definition

verpflichtet und forderten von der Klimatologie, dass sie die Gesamtheit der klimatischen Erscheinungen, die »totality of weather« (Moore 1910: 258) oder die »Wettergesamtheit« (Fedorov 1927) an einem Ort erfasste.

Zweitens meinte Klima auch die *Gesamtheit klimatischer Verhältnisse*. Diese Dimension des Klimabegriffs verschrieb sich dem großen Ganzen, dem »Weltkörper« (Hann 1896: 3ff.), der »Erde« (Köppen 1884) und dem »Globe« (Anonymous 1884). Wenn Humboldt von einer »vergleichenden Klimatologie« (Humboldt 1845: 340) sprach, war damit stets eine Klimatologie aufgerufen, die *räumlichen Variationen* klimatischer Verhältnisse nachspürte und nicht zeitlichen Variabilitäten. Mit dem »Wechsel des Klimas« war »das Verlassen der Heimat und das Versetzen in neue Verhältnisse« (Kisch 1898: 661) angesprochen. Demgemäß galt es, den gesamten Erdball zu erschließen, systematische Messungen durchzuführen und alle Weltregionen nach ihren klimatischen Verhältnissen zu klassifizieren. Was auch immer an Daten fehlte, bildete bloß eine Provokation dazu, zu beklagen, dass »das Stationsnetz nicht dicht genug« (Hettner 1924: 117) sei. Mit der fortschreitenden Globalisierung klimatologischer und meteorologischer Forschung stand bald eine Vielzahl an Beobachtungen der Vegetation, des Niederschlags, der Temperatur, des Handels, der Kulturen und vieles mehr zur Verfügung, auf deren Basis verschiedene Klimaverhältnisse zu größeren Klima- und Gesellschaftszonen zusammengefasst und in ein Verhältnis zueinander gesetzt wurden.

Ob nun in seiner Beziehung zu einem bestimmten Ort oder in seiner Gesamtheit auf der Erde, war Klima stets als *geografisches* Konstrukt Gegenstand der Klimatologie. Wie Humboldt hervorhob: Die Weltbeschreibung befasste sich mit allen Dingen im Raum. Die Bevorzugung des Raumes implizierte gleichzeitig eine *Abwertung der Zeit*. Die Aufmerksamkeit galt nicht den verschiedenen Gestalten, die das Klima in der Vergangenheit angenommen hatte, oder den Temperaturen, die möglicherweise noch zu erwarten sind. Sie galt einzig und allein der geografischen Verteilung des Klimas. Theorien klimatischer Änderungen kamen zwar auf, hatten, zumal wenn es sich dabei um einen linearen Wandel handeln sollte, insgesamt aber einen schweren Stand. »Anzeichen einer fortschreitenden Klimaänderung«, also das, was heute gemeinhin als Klimawandel gilt, seien »sicherlich auf zeitliche Schwankungen in den klimatischen Mittelwerten zurückzuführen« (Hann 1897: 390), nicht auf Veränderungen der Mittelwerte. Bis zum Ende des 19. Jahrhunderts hatte sich weitestgehend die Überzeugung verfestigt, dass es seit dem Beginn der Aufzeichnungen keine klimatischen Veränderungen gegeben hatte (Stehr et al. 1995: 603).³ Es mag zu temporären Fluktuationen

3 Anders verhält es sich mit den von den »historischen Zeiten« unterschiedenen »geologischen Zeiten«. Denkbar war, dass sich das Klima (etwa mit Blick auf

kommen, in der Summe jedoch, und zwar auch »against the general opinion«, herrsche eine »[p]ermanence of the principal conditions of climate« (Blodget 1857: 7, XVII). Extremwerte wurden zwar auch dokumentiert, aber im Kommen und Gehen des Wetters bildete das *mittlere Wetter* die Kerneinheit der Klimatologie. Das Klima der Klimatologie war im 19. Jahrhundert stabil.

Drittens umfasste der Klimabegriff all die klimatischen Erscheinungen, die den *Menschen beeinflussten*. Das mag auf den ersten Blick eher wie eine Einschränkung als eine holistische Ausdehnung des klimatologischen Gegenstandsbereichs wirken. Tatsächlich war »es wenig üblich, von ›Klima‹ dort zu sprechen, wo nicht Menschen dauernd oder zeitweise ansässig sind oder sein können« (Köppen 1899: 8), weshalb diese Bedingung auch vereinzelt (!) und aus fachpolitischen Gründen als Einschränkung problematisiert wurde (dazu Kap. 4.3.1). Insgesamt aber erschloss die Bezugnahme auf den Menschen einen noch viel größeren Gegenstandsbereich. Was immer den Menschen betraf, die Gesamtheit des menschlichen Lebens und Zusammenlebens, »die Gewerbe und das Gefühl der Behaglichkeit oder Unbehaglichkeit« (Humboldt 1845: 343), sollte aus klimatischen Tatsachen heraus erklärt werden. Das Klima sollte für Leid und Krankheit verantwortlich sein, Kultur und Leistung formen und Wohlstand, Moral und Zivilisation garantierten. Klimatologische Forschung war von der Überzeugung angetrieben, dass Körper, Geist und Leben einen Teil ihrer Forschungsgegenstände bildeten und sich an ihnen klimatische Kausalbeziehungen ablesen ließen. Nach ihrer Auffassung ist »jeder [...] nicht nur Meteorologe, sondern so zu sagen die Meteorologie selbst«, denn als »treuer Spiegel des Himmels« (Dove 1837: 3) reflektiere sich auf dem Gemütszustand des Menschen der Zustand meteorologischer Erscheinungen.

An dem zwischen 1911 und 1950 in sechs Auflagen erschienenen »Die geopsychischen Erscheinungen« (später »Geopsych«) des interdisziplinären Grenzgängers und Klimapsychologen oder Psycho-Klimatologen Willy Hellpach lassen sich die Konsequenzen eines auf den gesellschaftlichen Bereich ausgedehnten Klimabegriffs illustrieren, weil es zum einen seine Anschlussfähigkeit zur Klimatologie suchte und damit demonstriert, wie interdisziplinär ein humboldtsches Programm der Klimakunde angelegt war. Zum anderen eignet es sich als erstes Beispiel, weil es sich auch deutlich gegen Ansätze abgrenzte, die das Klima *nicht* als Ausgangspunkt ihrer Analyse gesellschaftlicher Phänomene wählten. Nur drei Jahre nach Erscheinen der deutschen Übersetzung von Durkheims

die Eiszeiten) im Zyklus von tausenden Jahren verändert, jedoch vertraten nur wenige die Ansicht, dass klimatische Änderungen sich auch innerhalb einiger Jahrzehnte oder Jahrhunderte vollziehen können; ausführlicher dazu Kap. 6.1; vgl. auch Stehr & von Storch (2000: 12).

»Les Règles de la méthode sociologique« (1908 als »Die Methode der Soziologie«) schlug Hellpach (1911: 3f.) den Begriff der »geopsychischen Tatsachen« vor, um jene Phänomene im »natürlichen Milieu« wie Wetter, Klima und Landschaften zu bezeichnen, von denen »unmittelbare Einwirkungen auf das Seelenleben« ausgingen. Er unterschied diese Tatsachen »von den ›sozial-psychischen‹ Tatsachen, welche im Beieinanderleben seelischer Persönlichkeiten entstehen« (Hellpach 1911: 4). Auch eine Koryphäe der Klimatologie, Julius Hann, habe laut Hellpach Interesse an dem Vorhaben gezeigt. Da der psychologische Forschungsstand insgesamt unbefriedigend gewesen sei, habe er sich insbesondere auf Hanns Arbeiten gestützt und eine »intime Bekanntschaft« (Hellpach 1911: 11) mit ihm machen dürfen. Entsprechend verstand sich seine Arbeit nicht weniger als Beitrag zur Klimatologie als zur Psychologie.⁴ Mehr noch: Bei seinen Analysen handelte es sich um klimatologische Erklärungen sozialer Tatsachen. So wirft er anderslautenden Erklärungen vor (und er hatte da offenbar jemanden Bestimmten vor Augen)⁵: »Wer dem Selbstmord oder der Geistesstörung gerne Not, Entbehrung, Verzweiflung zugrunde legt, den straft die Kurve der Jahresschwankungen Lügen. Denn die Jahreszeit jener Miseren ist der Winter« (Hellpach 1911: 196). Insofern ließe sich die dritte Dimension des Klimabegriffs auch anders umschreiben. Klima umfasste die *Gesamtheit gesellschaftlicher Bereiche*, die unter dem Einfluss des Klimas stehen – »the distribution, characteristics and habits of man, [...] types of agriculture, dwellings, clothing, customs, occupations, travel and transportation, industries, habitability« (Ward 1925: 66).

Nimmt man diese drei Charakteristika des klassischen Klimabegriffs zusammen – phänomenaler, räumlicher und sozialer Holismus –, deuten sich die Konturen des Weltbilds und des Gesellschaftsmodells der Klimatologie an. Die Welt zerfiel in eine Vielzahl heterogener Klimata, die als Klima-Nischen natürliche Rahmenbedingungen für an sie angepasste und durch sie geformte geografisch und klimatisch differenzierte Gesellschaften boten.⁶ Zugleich ergab sich die Einheit der Welt aus

- 4 Über Hellpach als Grenzgänger zwischen Natur- und Sozialwissenschaften siehe Stehr (1996).
- 5 Siehe Hellpach (1911: Fn. 82). Durkheim hatte sich seinerseits 1897 in »Le Suicide« ebenso nachdrücklich gegen klimatische Einflüsse abgegrenzt; vgl. Grundmann & Stehr (1997).
- 6 Die sich im 19. Jahrhundert konsolidierende Klimatologie konnte mit ihrem Gesellschaftsmodell auf ein über Jahrtausende vorgezeichnetes und bis in die Antike reichendes Weltbild aufsatteln. Kiesel (1988: 130) verfolgt das Modell der klimatisch begrenzten Gesellschaft, mit dem »Unterschiede zwischen den einzelnen Völkern und Kulturkreisen« erklärt worden waren, von der Renaissance bis zur Aufklärung und zeigt sich erstaunt ob der »Beharrlichkeit, mit der an der Klimatheorie und zumal an ihren größten Klischees

der Allgemeinheit klimatischer Differenzierung. Das Klima schrieb sich ausnahmslos ein in die Vegetation, die Landschaft, das Wetter und die Menschen. Es war ablesbar, fühlbar und sichtbar (Mill 1901). Einige Klima-Nischen erstreckten sich über große geografische Flächen wie die Tropenzone oder die gemäßigte Klimazone; einige Klima-Nischen waren in sich nochmals so divers differenziert, dass sie den Fortbestand, ja die unabhängige Selbstversorgung sehr großer Gesellschaftsformationen garantierten sollten (Coen 2018: 11); andere stellten sich als kleine, begrenzte Kästchen dar, denen man administrative Zuständigkeiten zuweisen konnte (Baker 2021); manche waren so besonders beschaffen, dass sie nur für besondere Anlässe (z.B. Kurorte) oder mit besonderer Ausrüstung (z.B. Berge) aufgesucht werden konnten. Publikationen trugen häufig national spezifizierte Titel wie »Climatology of the United States« (1857) oder »O klimata Rossii« (1857) (vgl. Nebeker 1995: 24). Allerdings fielen die größten Weltregionen wie das offene Meer aus dem klimatologischen Untersuchungsraaster heraus, weil sie kein temporäres oder dauerhaftes menschliches Leben zuließen, also nicht als soziale Nische taugten. Die Mobilität zwischen den Klimata wurde als restringiert erachtet. Jede Gesellschaft sei naturwüchsig aus ihrer Nische hervorgegangen und habe dort ihren Platz gefunden. Die Gesellschaften oder in der Sprache der Klimatologie: Kulturen, Rassen, Zivilisationen und Nationen seien in ihrem klimatischen Container eingesperrt. Nur wenige, vorwiegend europäische Gesellschaften galten als so bevorteilt, dass ihnen ein höherer Grad an Anpassungs- und Gestaltungsfähigkeit nachgesagt wurde; den meisten, vorwiegend kolonialisierten Gesellschaften wurden geringe Freiheitsgrade zugeschrieben. Insofern war der Klimabegriff nicht nur holistisch, sondern zugleich *reduktionistisch* angelegt. Diese Gesellschaftsvorstellungen konnten insbesondere in einer Zeit florieren, als die Natur- und die Sozialwissenschaften der Stabilität gegenüber der Varianz des Klimas wie der Gesellschaft einen Vorzug gaben (Grundmann & Stehr 1997; Stehr et al. 1995: 591). Gesellschaftskategorien wie Zivilisation oder Rasse und territoriale Herrschaftsansprüche erforderten, dass das Klima als determinierende und naturalisierende Variable konstant gesetzt wurde.

Im Anschluss an den dreidimensionalen Klimabegriff ließ sich eine Aufgabenbeschreibung für eine wissenschaftliche Klimatologie formulieren. Diese legte 1883 der Spiritus Rector der Klimatologie und Direktor (1877–1897) der *Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus* in Wien mit dem international rezipierten (Abbe 1911; Ward 1903)

festgehalten wurde«. Aufklärer wie Montesquieu, Jean Bodin und Jean-Baptiste Dubos brachten, vermutlich inspiriert durch die Arbeiten des arabischen Gelehrten Ibn Chaldūn, nahezu jeden erdenklichen Bereich des sozialen Lebens mit dem Einfluss der klimatischen Bedingungen in Verbindung (Gates 1967).

»Handbuch der Klimatologie« vor. Der »chancellor of the realm of meteorology« (Shaw 1921: 250), wie Julius Hann nach seinem Tod bedacht wurde, trug damit wesentlich zur Konsolidierung der Klimatologie bei. Darin weist Hann (1883: 3) der Klimatologie die »Aufgabe« zu, neben einer systematisierenden Darstellung aller Klimata »ein möglichst lebendiges Bild des Zusammenwirkens aller atmosphärischen Erscheinungen über einer Erdstelle zu liefern«. Die Erwartungen an eine »lebendige« Darstellung des Klimas lesen sich anders, als eine oberflächliche Durchsicht klimatologischer Arbeiten schließen lässt. Diese sind in der Regel übersät mit einer Vielzahl tabellarischer Darstellungen, zwischen denen nur kurze Textabschnitte gefügt sind. Zweifelsohne gehörte es zu den zentralen Anforderungen an die Klimatologie abertausende Beobachtungswerte zu sammeln, zu veröffentlichen und zu vergleichen (Hupfer 2015). Jedoch, ergänzt das »Handbuch«, ist auch die Einlassung »subjektiver Ausdrücke, wie: das Winterklima des Ortes ist strenge [...] neben den numerischen Werten der klimatischen Elemente [...] am Platze« (Hann 1883: 4). Während sich der Anspruch, einerseits alle atmosphärischen Phänomene an einem Ort (phänomenaler Holismus) zu untersuchen und andererseits die Klimata der Erde zu systematisieren (räumlicher Holismus), dem Klimabegriff zuordnen lässt, ist der Zusammenhang mit der »subjektiven« und »lebendigen« Beschreibung nicht so offenkundig. Er lässt sich interpretieren als Ermutigung zur *Theoriebildung* über die *Zusammenhänge* zwischen Klima und Gesellschaft (sozialer Holismus). Man solle niederschreiben, was das Klima mit dem Menschen anstellte, wie es »lebhaft« einwirkte, wie es sich dem Menschen aufdrängte.⁷ Diese »lebhaft« Einwirkung und subjektiv empfundene Gewalt des Klimas gelte es in der klimatologischen Forschung zu erheben und in Theorien über das Einflussverhältnis zwischen Klima und Gesellschaft zu fixieren.

Bis in die jüngere Vergangenheit wurde klimatologische Forschung in der Geschichtsschreibung, auch in der fachinternen, als stumpfe Zahlen- und Tabellenpflege karikiert (kritisch dazu etwa Lehmann 2015). Und das war sie auch zu einem wesentlichen Teil. Die Klimatologie selbst hat ihre Klimabeschreibungen, mögen sie noch so vollständig und eruiert sein, nicht als Theorien deklariert. Das »Handbuch« hatte die »beschreibende« Klimatologie von der »theoretisierenden« Meteorologie im engeren Sinne unterschieden (Hann 1883: 2f.), und auch in der geschichtswissenschaftlichen Diskussion ist man sich in der Frage uneins, inwiefern die Klimatologie Theoriebildung betrieben hat.⁸ Der Schluss,

7 »Climate has more often been defined as what it *does* rather than what it *is*«, beobachten auch die Historiker James Fleming und Vladimir Jankovic (2011: 2) mit Blick auf die Geschichte der Klimaforschung.

8 In der geschichtswissenschaftlichen Literatur findet sich dazu eine interessante Diskussion. Nebeker (1995) unterscheidet die »empirical tradition«

dass die Klimatologie keine Theorien entwickelt hat, liegt nahe, wenn man entweder ihren Selbstbeschreibungen folgt oder einen sehr engen Theoriebegriff pflegt. Mit einem breiteren Theoriebegriff, wie er in Kapitel 2 als Modus »for making sense of the world« (Strang & Meyer 1993: 493) erörtert wurde, kann man jedoch zu einem anderen Ergebnis kommen. Das gleiche gilt für den methodischen Zugang zum Klima. Sicherlich hingen wesentliche Fortschritte der Klimatologie und der Meteorologie von der Entwicklung der Messinstrumente ab. Auch die zunehmende Einführung und Verbreitung von Rechenhilfen war unerlässlich für die Klimatologie. Und nicht zuletzt hat es die Klimatologie dem Ausbau des Beobachtungsnetzes zu verdanken, dass sie einen Bestand an weltweiten Daten aufgebaut hat (Kap. 4.1). Aber sie kannte durchaus auch einige, nichtquantifizierbare methodische Zugänge, von denen sie Gebrauch machte. Nur durch eine verbale und nichtnumerische Erfassung des Klimas konnte die Klimatologie ihre selbstgesetzten holistischen Ambitionen befriedigen.

3.1.2 *Der Totaleindruck als Beobachtungs- und Darstellungsprinzip*

Der Bedarf an nichtquantifizierten Beobachtungen und Darstellungsformaten lässt sich nicht allein aus den epistemischen Auffassungen über das Klima erklären. Ebenso relevant waren die besonderen gesellschaftlichen Bedingungen, unter denen die Klimatologie operierte. Anders als der Physik oder der Chemie stand ihr das Experiment nicht zur

der Klimatologie von der »theoretical tradition« der Meteorologie (so auch Dahan 2001). Heymann (2009: 179) zufolge verlaufe die Linie zwischen der »theoretisierenden« Meteorologie und der »beschreibenden« Klimatologie, wie sie das »Handbuch der Klimatologie« (und zahlreiche andere Werke) zog, vor allem entlang der Frage, inwiefern die Klimatologie bereits dynamische Prozesse erklärte. Deutliche Kritik äußert er an Coens (2018) »Climate in Motion« (Heymann 2022). Zu hoch gegriffen sei ihre These von einem »Austrian research program in dynamic climatology« (Coen 2018: 174), wonach bereits die klassische Klimatologie Klima nicht nur als statische Größe behandelte, sondern auch dynamische Prozesse zu erklären versuchte. Heymann (2022: 72 ff.) geht davon aus, dass dies etwa für den Föhn »als kleinräumiges, isolierbares Phänomen« gegolten haben mag, aber die mangelnde physikalische Fundierung dort eine Grenze setze, wo es um die Erklärung der »Entstehung und Entwicklung von großräumigen Tiefdruckgebieten und Zyklonen« ging, weshalb er den Zugang der klassischen Klimatologie als »deskriptiven« Ansatz charakterisiert. Anderson (2005: 5) hingegen bemerkt, dass die Unterscheidung zumindest im 19. Jahrhundert empirisch kaum haltbar ist und auch die Meteorologie besser charakterisiert sei als eine »science of observation and of arguments about observations«.

Verfügung, um ihre Wissenschaftlichkeit öffentlich (einschließlich publizistisch und didaktisch) zu demonstrieren (vgl. Franzen et al. 2012: 356). Als »Beobachtungswissenschaft« (Stichweh 1984: 479) bezog sie ihre Legitimität aus den praktischen Anwendungsmöglichkeiten. Diese waren jedoch bei einem Gegenstand, der als Wettergesamtheit oder mittleres Wetter verstanden wurde, nicht so offenkundig. Ihre Nachbar- oder »Mutterwissenschaft« (Kreil 1865: 2), die Meteorologie, war zwar ebenso weitestgehend auf Methoden ohne Experimentalkomponente zurückgeworfen, konnte aber immerhin mit dem Anspruch auftreten, durch die Wetterprognose kurzfristige Interessen zu bedienen (Kap. 4). Die Klimatologie hingegen konnte nur auf die langfristigen Erträge, dafür aber auf ein breites Anwendungspotenzial verweisen (Coen 2018: 11). Für landwirtschaftliche und militärische Planung, therapeutische und touristische Zwecke und für Handelsbeziehungen versprach sie nützliche Daten.

Ein zentraler Adressatenkreis klimatologischer Forschung stellte sich also aus einem außerwissenschaftlichen Publikum zusammen. Zum einen waren die Klimatologie und die Meteorologie in die imperialen und nationalstaatlichen Bestrebungen des 19. und 20. Jahrhunderts eingebunden (Kap. 3.3). So wurde etwa die *Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus* im Habsburgerreich, das *Königlich Preussische Meteorologische Institut* sowie britische, französische und US-amerikanische Wetterdienste zwischen 1847 und 1870 gegründet, um die eroberten Territorien zu erkunden, Identitätsbildung zu betreiben (Coen 2018: 10f.) und Auskunft über landwirtschaftliche und ökonomische Potenziale und Risiken zu geben (Gross 1972). Zentrale Kommunikationsforen und Schnittstellen zu Öffentlichkeit und Politik boten die zwischen dem 16. und 18. Jahrhundert entstandenen Akademien (Ben-David 1964: 464) und wissenschaftlichen Gesellschaften, die als Förderer von Forschungsreisen dafür Sorge trugen, dass die entsandten Wissenschaftler das Prestige des politischen Zentrums nach außen repräsentierten und durch das gewonnene Wissen nach innen erhöhten (Klemun & Mattes 2022). Klimatologische Arbeiten erschienen etwa in den *Sitzungsberichten der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften* und den *Proceedings of the American Philosophical Society* oder waren wie das 24-bändige »Kronprinzenwerk« (1886–1902) dezidiert der Politik gewidmet und der »Hebung der allgemeinen Vaterlandsiebe« (Erzherzog Rudolf 1886: 5) verschrieben. Für all diese Interessenten mussten die Daten in ein nachvollziehbares Darstellungsformat gebracht werden.

Zum anderen wurde das klimatologische Personal ganz wesentlich aus einer wissenschaftlich unausgebildeten, aber interessierten Öffentlichkeit rekrutiert (Kap. 4.1). Als Amateurwissenschaftler waren sie an der Registrierung von Messdaten beteiligt, als Reisende und Bewohner dienten sie als Informanten lokaler Klimaverhältnisse. So bemerkte der leitende

Meteorologe des US-amerikanischen Wetterbüros, dass das Klima zahlreiche Bereiche von der Landwirtschaft über den Handel bis hin zum Menschen selbst betreffe, weshalb man den Bauer ebenso anhören müsse wie den Meteorologen, Physiker oder Astronomen (Abbe 1899: 265). Die Klimatologie war auf die Beteiligung von Laien am Forschungsprozess und entsprechend auch auf ihren Zuspruch angewiesen.

Um sowohl dem holistischen Anspruch gerecht zu werden als auch die gesellschaftliche Nachfrage zu befriedigen, griffen die humboldtschen Wissenschaften auf eine besondere Art der Erfassung und Verschriftlichung von Daten zurück. Als Beobachtungs- und Darstellungsprinzip schlug Humboldt den *Totaleindruck* vor: »Himmelsbläue, Beleuchtung, Duft, der auf der Ferne ruht, Gestalt der Thiere, Saftfülle der Kräuter, Glanz des Laubes, Umriss der Berge – alle diese Elemente bestimmen den Totaleindruck einer Gegend« (Humboldt 1806: 11). Von dort rührt die Definitionen von Klima als »totality of weather« oder »Wettergesamtheit« her. Humboldt reformulierte den Totaleindruck als ursprünglich kunsttheoretisches und landschaftsmalerisches Programm nun als naturwissenschaftlichen Zugang zur Welt. Wer den Totaleindruck beschreiben will, tut es dem Künstler gleich (Hard 1970: 66f.). Das höchste Ziel müsse sein, ein »Weltgemälde« (Humboldt 1845: 85) zu zeichnen. Entsprechend gefragt war in der Klimatologie die »eloquent language« (Forry 1842: 110) und der »feinsinnige Beobachter« (Partsch 1896: 225), gelobt wurden die »aufmerksamen Menschen« (Köppen 1923: 16) und die »Augen des Beschauers« (Hann 1883: 207). Jedoch sei es, erklärte Humboldt (1806: 17) weiter, trotz »allem Reichthum« der Sprache »ein schwieriges Unternehmen, mit Worten zu bezeichnen, was eigentlich nur der nachahmenden Kunst des Malers darzustellen geziem«t. Am Beispiel der Pflanzenarten konkretisierte Humboldt die Praxis des Totaleindrucks. Schaut man »mit Einem Blick« auf die in tausendfacher Zahl bekannten Pflanzenarten, ließen sich in der »wundervollen Menge wenige Hauptformen« identifizieren. In der Darstellung müsse – dem »kleinsten Theile« und »individueller Schönheit« ungeachtet – nur das berücksichtigt werden, »was durch Masse den Totaleindruck einer Gegend individualisirt« (Humboldt 1806: 15).

Mit anderen Worten: Das Beobachtungs- und Darstellungsprinzip des Totaleindrucks ist sowohl eine Anforderung, eine möglichst breite Zusammenstellung von Forschungsgegenständen zu erreichen, als auch ein Hilfsmittel, um zu einem möglichst dichten Kondensat zu gelangen. Einerseits gelte es gemäß dem holistischen Anspruch, Kenntnis über die Gesamtheit aller Dinge zu gewinnen. Andererseits könne niemals das Naturganze erfasst und in Schriftform gebracht werden, sondern nur Einzelbeobachtungen zu Beschreibungen, Generalisierungen, Mustern, Regelmäßigkeiten und Auffälligkeiten abstrahiert werden. Auch der Klimatologie war bewusst, dass sie »ein Stück aus dem Naturleben

vorführen« müsste, wollte sie eine »wahre Klimabeschreibung« (Hann 1904: 3) darbieten. Bei der Verschriftlichung des Totaleindrucks geht es um die »Bewältigung der nicht in Begriffe zu fassenden individuellen Form« (Trabant 1986: 180), bei der Ganzheitlichkeit, Verquickung und Synthese in der Zusammenschau der Details herausgestellt werden.

Wenn in den folgenden drei Teilkapiteln die globale Dimension der regionalen Klimabeobachtungen und -darstellungen nachgezeichnet wird, soll auch deutlich werden, wie sich der Totaleindruck durch den methodischen Zugriff und die theoretischen Ansätze der Klimatologie zog. Die Methode der Ethnografie setzte den klimatologischen Feldforscher auf Spaziergängen oder sporadischen Reisen dem Klima unmittelbar aus und erlaubte ihm, einen Totaleindruck von dem Klima eines Ortes zu gewinnen, der dann auf eine Weise verschriftlicht wurde, dass das Publikum die Erfahrung virtuell nacherleben sollte (3.2). Die Kolonisation trug zur Ausweitung des klimatologischen Totaleindrucks bei, indem sie neue Anwendungsgebiete erschloss, in denen die Frage erprobt werden konnte, in welchem Verhältnis Gesellschaften zu ihren Klima-Nischen standen (3.3). Schließlich diente die Kartografie als Theorietechnik, mit der die Klimatologie der Unübersichtlichkeit der quantifizierten Daten beizukommen und gleichzeitig einen Totaleindruck zu erzeugen versuchte. Sie entwickelte eine klimatologische Differenzierungstheorie, die die Welt in Klimazonen und korrespondierende Gesellschaftszonen einteilte (3.3).

3.2 Anthro-Klimatologie

Die Klimatologie bezog unzählige Daten über die Verwendung von Instrumenten wie dem Thermometer, Hygrometer oder Barometer, an denen die Temperatur, die Luftfeuchtigkeit oder der Luftdruck abgelesen werden konnte. Aber quantifizierte Daten bildeten in klimatologischer Perspektive nur das Fundament; sie seien wie »skeletons [...] hard and very dry« und geben kein »vivid, interesting and complete picture of the climate« (Ward 1925: 65). Allein für sich genommen, konnte der numerische Zugang weder das holistische Interesse noch die gesellschaftliche Nachfrage befriedigen. Daher sammelte die Klimatologie auch Daten, die in die Gruppe der »Beobachtungen ohne Instrumente« fielen und ohne die der Eindruck »ganz unvollkommen« (Köppen 1923: 16) wäre. Ob auf Forschungsreisen, Spaziergängen oder Urlaubsaufenthalten, die Feldforschung wurde zu einer zentralen Methode der Klimatologie, mit deren Hilfe das Wissen über die Klimata vervollständigt werden sollte (3.2.1). Durch den Einsatz des Körpers sollte Kenntnis darüber gewonnen werden, nicht nur, wie das Klima auf den einzelnen Menschen wirkte, sondern auch, ob das Klima eine gesellschaftliche Nische bot (3.2.2).

Obwohl es einen deutlichen Vorzug für die persönliche Beobachtung gab, war auch klar, dass man in einem Menschenleben nicht alle Klimata werde bereisen können, weshalb die Beobachtungen in Klimabeschreibungen festgehalten wurden, in denen die Klimaerfahrung ›simuliert‹ wurde (3.2.3). Nicht zuletzt, weil die Klimatologie einen Dienst an der Gesellschaft tun wollte, machte sie der Anspruch, ein detailreiches Wissen über die Klimaverhältnisse und ihren Bezug zu Körper, Geist und Leben zu generieren, zur ›Anthropo-Klimatologie‹.

3.2.1 *Klimatologische Feldforschung*

Auf der Suche nach Zugangsweise, die der Forderung nach einer Erfassung des Totaleindrucks entsprechen, stieß die Klimatologie auf eine Methode, die sie unmittelbar dem Klima aussetzen sollte: die Feldforschung. Seit dem 19. Jahrhundert gehört die ›teilnehmende Beobachtung‹ im Feld zum selbstverständlichen Repertoire klimatologischer Methoden (Coen 2018: 75). Die Klimatologie dürfe sich nicht mit der Quantifizierung klimatischer Elemente begnügen, sie müsse auch hinaus aus den Beobachtungsstationen, die »viel eher meteorologische Schmollwinkelchen, als meteorologische Observatorien genannt zu werden verdienten« (Simony 1870: 50), erklärte ein Geograf auf der Jahresversammlung der *Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*. Andere Klimatologen gingen noch weiter und begründeten den Bedarf an Feldforschung mit einer Assoziation von Gesellschaftswissen und gesellschaftlicher Relevanz. Erst wenn die Klimatologie das Wissen der lokalen Bevölkerung und der Reisenden miteinbeziehe und die »life-reactions«, also den Einfluss des Klimas auf die natürliche und gebaute Umwelt sowie auf das menschliche Leben, am eigenen Leib studiere, könne sie sich in den »service of man« stellen und zu einer »anthropo-climatology« (Ward 1925: 66; vgl. auch Ward 1898: 135; Moore 1910: 259) werden. Eine solche Anthropo-Klimatologie, die *Gesellschaftswissen für die Gesellschaft* herstellte, konnte und wollte sich nicht mit dem zahlenförmig aufbereiteten Klima begnügen.⁹

Für ein Forschungsfeld wie die Klimatologie, das nicht auf das Experiment zurückgreifen konnte, boten sich die verschiedenen Klimaverhältnisse als ›natürliche Laboratorien‹ an, in denen man die Versuchsbedingungen durch die geografische Wahl des Experimentierfeldes variieren

9 Siehe etwa das von Moore (1910: 264) für seine Zusammenstellung von Texten, Grafiken und Tabellen lobend erwähnte »Climatology of the United States« von Alfred J. Henry (1906); Hanns (1904) »Klimatographie von Niederösterreich«, das für textförmige Klimabeschreibungen warb, galt ihm gar als »model work«.

konnte (vgl. Stichweh 1984: 45f.). Die Entstehung der Feldforschung als Methode kann in diesem Sinne als Reaktion auf die zunehmende Laborisierung der Naturwissenschaften verstanden werden. Erst mit der Verbreitung des Laborexperiments jenseits der klassischen Experimentalfächer in den 1840er bis 1880er Jahren drängt es sich für die ›unlaborisierbaren‹ Disziplinen auf, die Feldforschung als eigenständige Methode zu etablieren (Kohler & Vetter 2016: 282). »Ist das eigene Experiment uns fast versagt, so müssen wir es dort studieren, wo die Natur es uns unter möglichst verschiedenen Umständen vormacht« (Köppen 1921: 292), plädierten Klimatologen. Bereits durch die begriffliche Bestimmung des Klimas als geografische Einheit war die Feldforschung als klimatologische Methode prädestiniert. Noch wichtiger aber war, dass die klimatologische Feldforschung in der praktizierten Form, nämlich als Prototyp der *Autoethnografie*, den Einfluss des Klimas auf Körper, Geist und Leben zu ›messen‹ möglich machte. Im engeren Sinne der Autoethnografie (vgl. Ellis et al. 2011) untersuchten Klimatologen, welche kulturelle Erfahrung sie persönlich mit dem Klima und den Klimabewohnern machten.

So legte man beispielsweise im Habsburgerreich, wo die Klimatologie florierte und das zum akademischen Zentrum der Klimatologie wurde, viel Wert auf *in situ* Untersuchungen. Im zweiten Band des »Kronprinzenwerks« lobt Hann (1886: 135) die Möglichkeit, die »klimatischen Gegensätze unmittelbar auf sich einwirken [zu] lassen« (vgl. auch Coen 2010: 863f.). Wer ein wenig »Reiselust« mitbringe, könne schon binnen eines halben Tages die Gleichzeitigkeit verschiedener Jahreszeiten innerhalb der Reichsgrenzen erkunden. Auf einer Eisenbahnfahrt könne »unser Reisender [...] die Temperatur des österreichischen Sibiriens« in der Umgebung Klagenfurts und die »laue Luft voll Sonnenschein« in Fiume, »wo schon der Frühling zu herrschen scheint« (Hann 1886: 135f.), erleben. Was hat »[d]ie Natur« doch, freut sich der Klimatologe, »es dem Bewohner Österreich-Ungarns bequem gemacht, klimatische Studien zu pflegen« (Hann 1886: 135). Eindeutig war aber auch, dass es eine Reihe von klimatologischen Informationen gab, die nur durch »genauere oder reichhaltigere bzw. anders gerichtete Beobachtungen« und zwar »nur anderswo« (Köppen 1923: 22f.) zu gewinnen waren. Also unternahmen Klimatologen Forschungsreisen auch in ferne Gebiete. Unzufrieden über die Unvollständigkeit seines ersten Berichts über die klimatischen Beobachtungen in Westturkistan, die lediglich auf russischen Messdaten basierten, nahm der Klimatologe Heinrich Ficker seinen kürzlich zurückliegenden Aufenthalt im Pamirgebirge zum Anlass, die Darstellung um Beobachtungen aus erster Hand zu ergänzen. Er begründet die Forschungsreise mit der Überzeugung, dass die eigene Feldforschung die Beobachtungsdaten aufwerten, »weil gerade die Reisebeobachtungen trotz ihres geringen Umfanges sich als ausgezeichnete

Wegweiser bei Bearbeitung des Stationsmaterials bewährt haben« (Ficker 1921: 152). Eine solche Art der Triangulation aus quantitativen Primär- und Sekundärdaten sowie teilnehmenden Beobachtungen, referierte er vor der *Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften*, ermögliche die Erfassung von Phänomenen, über die die Beobachtungsdaten der Stationen allein keine Auskunft geben. Insofern handele es sich bei dem zweiten Bericht über die Gegend eben nicht um einen zweiten Aufguss, sondern um einen Versuch, zu einem vollständigeren Bild vom Klima zu gelangen. »Diese Aufgabe«, schreibt ein Mitreisender, »in allen Winkeln herum[zu]störbern und die Freuden des Entdeckens aus[zu]kosten«, habe sein Kollege »mit viel Geschick und großem Erfolge« (Rickmers 1914: 27) erfüllt (vgl. auch Coen 2018: 334).

Der Stellenwert der Feldforschung wurde nicht bloß im deutschsprachigen Raum verteidigt. Auch jenseits des Atlantiks wollte man sich weder mit quantitativen Daten noch mit den bekannten Klimaverhältnissen begnügen. Dazu gehörte nicht zuletzt der erste US-amerikanische Professor für Klimatologie, der, wie er betont, während seines Urlaubs eine Forschungsreise um die Welt unternahm. Eine Reise von Nord- nach Südamerika habe Robert DeCourcy Ward zwar über die Klimaverhältnisse im Süden informieren können. Das klimatologische Beobachtungspotenzial, das sich auf einer Ost/West-Reise darbiete, habe jedoch bis zum Frühjahr 1929 ausgestanden (Ward 1929: 277). Das Schiff legte am 14. Februar von New York ab und erreichte 19 Stopps, etwa 6 Wochen und 30.000 Meilen später seinen Heimathafen. Ausgestattet lediglich mit zwei reisetauglichen Messinstrumenten habe er mehr Beobachtungen sammeln können, als er im Rahmen eines Artikels darstellen könne. Der Klimatologe zeigte sich nach seiner Reise über Honolulu, Shanghai, Singapur, Ägypten und Europa am Ende zufrieden mit seinen Einsichten in die »wonderful operation of nature's great atmospheric machinery« (Ward 1929: 291).

Ward, der auch der Übersetzer von Hanns »Handbuch« war, galt als Verfechter einer »car-window climatology« (vgl. auch Coen 2018: 81). In einer Zeit, in der schon lange die internationalen Bemühungen um Standardisierung, Systematisierung und Präzisierung von quantitativen Messdaten angelaufen waren, warb er für Beobachtungen der anderen Art: »non-instrumental, unsystematic, irregular, ›haphazard‹« (Ward 1912: 129). Zwar sei eine unmotorisierte Feldforschung der »›automobile‹ climatology« (Ward 1928: 67) oder der »car-window climatology« vorzuziehen, aber auch aus dem Auto oder dem Zug könne man auf seiner Reise »hurried observations« (Ward 1912: 131) notieren. An Baumstämmen ließe sich ablesen, ob es kürzlich zu einer Flut kam; die Trockenheit der Straße gebe Auskunft über den Niederschlag (Ward 1912: 131 f.). Feldforschung bringe Abwechslung in die klimatologische Arbeit und als gänzlich anderer empirischer Zugang berge sie selbst für den

erfahrenen Klimatologen nicht gehobene Erkenntnisse. Entsprechend ist ihm der Hinweis, dass er auch ein Thermometer bei sich trug, als er die Zeit, wie er wieder betont, einer Genesungsphase für eine Feldforschung nutzte, nur eine Fußnote wert (Ward 1912: Fn. 1). Damit die Feldforschung ertragreich ist, müsse man unter Ausschaltung seines »previous knowledge of the climate« und möglichst »open-minded and unprejudiced« (Ward 1912: 129) ins Feld gehen. Das Problem, erklärt er an anderer Stelle (Ward 1929: 278), liege nämlich darin, dass Vorerwartungen die Wahrscheinlichkeit erhöhen, das Erwartete fälschlicherweise so auch zu beobachten. Ob zu Fuß, beritten oder auf Rädern, ein noch so akkurater numerischer Bericht ersetze für den Klimatologen nicht die Notwendigkeit von »field work«: »He will, in addition, want to visit as many parts of the world as possible, in order that he may himself become familiar with the various weather types. In this way, and in no other, can climatic description become really alive« (Ward 1911: 428).

Diese Zeilen stammen nicht etwa von Malinowski, der sich gegen Anthropologie »in the long chair on the veranda« und für eine »[o]pen-air anthropology« (Malinowski 1992 [1926]: 115) aussprach. Sie sind von einem Klimatologen formuliert, der seine »first-hand observations« (Ward 1911: 428) im Rahmen einer »Economic Climatology of the Coffee District of Sao Paulo« vorstellt. Ein kurzer Aufenthalt reiche dafür nicht aus. Die Öde und der verwaiste Zustand der ehemaligen Plantagen auf der Strecke zwischen Rio de Janeiro und São Paulo täusche darüber hinweg, dass die Branche noch immer floriere. Tatsächlich müsse man seine Zugreise über die gleichnamige Hauptstadt São Paulos bis hinter Campinas fortsetzen, um festzustellen, dass sich die klimatischen und infrastrukturellen Verhältnisse dort besser zum Anbau eignen und die Felder mit Bäumen übersät seien (Ward 1911: 432f.). Wer den »desk at home« (Ward 1911: 439) verlasse, könne beobachten, dass sich der Mensch in einer günstigeren Klima-Nische eingerichtet und Vorkehrungen getroffen habe, um die Erträge zu erhöhen. Mit Halmen, Blättern und Stroh werden die Jungpflanzen gegen Kälte und Hitze geschützt; Felder werden auf einer Höhe bestellt, auf denen Frost nicht zu befürchten sei; die Neigung der Berge werde im Trocknungsprozess genutzt, um das Abfließen der Flüssigkeit zu erleichtern (Ward 1911: 439ff.).

Nicht immer und überall saß der Klimatologe im Zug, im Auto oder »comfortably in his steamer chair« (Ward 1929: 289). Bisweilen konnte die Feldforschung in abgelegene und gefährliche Klimaverhältnisse führen (Coen 2018: 79f.). Die klimatischen Verhältnisse in Höhenlagen, schildert ein Meteorologe der *Deutschen Seewarte* in Hamburg, oberhalb einer Höhe von 4.000 Metern, wo das »dem Menschen feindliche Klima« herrsche, können Symptome der Bergkrankheit wie »Schwindel, Atemnot, Schläffheit, Herzklopfen, Uebelkeit [auftreten]; doch hängt dies sehr von Disposition und Umständen (Anstrengung!) ab« (Köppen

1899: 99). Für die Erkundung des Klimas in noch größerer Höhe sei man auf das »Einatmen von Sauerstoff« (der in Beuteln mitgeführt wurde; vgl. West 2016: 38) angewiesen und habe im Jahr 1894 so ausgerüstet auf einem Ballon eine Höhe von 9.100 Metern bewältigen können.¹⁰ Dagegen seien auf einer Expedition im Jahr 1875 zwei Personen aufgrund von Sauerstoffmangel auf einer Höhe von etwa 8.500 Metern verunglückt. Gleichzeitig betonten Klimatologen, dass die Erkundung flacher Klimaregionen nicht minder risikoreich sein konnte. Diese Erfahrung hat man auf einer Expedition in die Sumpfgebiete in der Steppe um das ungarische Hortobágy gemacht (vgl. Coen 2018: 286ff.). Denn auf einem Boot zwischen dem dichten Röhricht und den zahlreichen Flussabzweigungen könne man schnell die Orientierung verlieren. Zu bestaunen sei daher die Ortskenntnis des einheimischen Reiseführers, der »jeden Rohrhalm gerade so zu kennen schien«, dass man aus dem »Rohrlabyrinth« (Kerner 1863: 25) hinausgelange. Andernfalls fände sich ein unbegleiteter Reisender in einer Umgebung wieder, in der er Risiko laufe, nicht mehr hinauszufinden; »ungehört verhallt sein Ruf in der schrecklichen Wildniss und tagelang mag er sich durch die Kanäle und die Lagunen hindurchschieben ohne einen Ausgang zu entdecken« (Kerner 1863: 26).

In Anbetracht des Aufwands und der Waghalsigkeit der Feldforschung stellte sich der Klimatologie die Frage, ob sie zwingend autoethnografische Studien durchführen musste. Diese griff Ward in einem Vortrag vor der *American Philosophical Society* über die »three stages, or methods of presentation« (Ward 1925: 64) auf. Obgleich sie unerlässlich sei, habe die Darstellung klimatologischen Wissens in tabellarischer Form den geringsten Erkenntniswert. An zweiter Stelle stehe die sekundäre Verarbeitung von Berichten Landeskundiger. Der erfahrungsbasierte Bericht aus zweiter Hand ermögliche es zum einen die Kenntnis von Orten, für die noch keine oder nur unzureichend Gelegenheit zu selbsttätiger Feldforschung bestand, zu vervollständigen. Zum anderen schaffe er Abhilfe für das Bestreben, die »dry bones of the skeleton of numerical data« durch Hinzugabe von »[f]lesh and blood« (Ward 1925: 65) zum Leben zu erwecken. Als positives Beispiel für dieses Verfahren wird Hanns »Handbuch« erwähnt. Tatsächlich sind die Erläuterungen im Vorwort zu seiner Genese bemerkenswert (zum Folgenden Hann 1883: VII–X), weil sie ausführlicher den Stellenwert sekundärer Berichte diskutieren. Angefragt für »eine Darstellung innerhalb eines gegebenen Rahmens« fiel der Versuch »so unbefriedigend aus und verstimmte mich derart, dass ich am

10 Zum Vergleich: Rund 130 Jahre später erreicht ein aktueller Airbus A320-200, wie er bei etwa der Lufthansa auf Kurz- und Mittelstrecken (z.B. nach Mallorca) zum Einsatz kommt, eine maximale Flughöhe von 11.900 Metern.

liebsten von dem ganzen Unternehmen zurückgetreten wäre«. Grund zur Verstimmung gab Hann ein »Dilemma«. Die Vermittlung »einer möglichst vollständigen Vorstellung der Naturerscheinungen« habe mehr Raum beansprucht, als ursprünglich angefragt worden war. Allein eine Folge von Tabellen könne diese Aufgabe genauso wenig erfüllen wie eine oberflächliche Skizze einzelner Regionen. Aus dem ursprünglich geplanten »Gerippe einer ›Klimatographie‹« und »höchstens 25 Bogen« theoretischer Klimatologie wurden 754 Seiten. Der Klimatologie hofft auf

»Zustimmung, dass ich ein grösseres Gewicht gelegt habe auf die Wiedergabe naturgetreuer klimatischer Schilderungen von Seiten der Reisenden und Landeskundigen überhaupt. Dieselben unterbrechen nicht allein in wohlthuender Weise die Zahlenangaben und deren Diskussion, sie vermitteln auch eine viel eindringlichere und vollständigere Vorstellung von den klimatischen Verhältnissen eines Landes, als es die ersteren allein zu bieten imstande sind.« (Hann 1883: IX)

Insbesondere die »fremderen Klimagebiete« sollten dadurch auf ihre Kosten kommen. Der wiederkehrende Verweis auf spezifische Personen und ihre Berichte konnte ganze Abschnitte füllen und sollte das Bild von den Verhältnissen an einem Ort vervollständigen. Beispielhaft kann hier eine von zahlreichen Passagen aus dem »Handbuch« zitiert werden, in der die Diskussion der Zahlen mit dem Eindruck der Beobachter kombiniert wird:

»Dr. Perrier fand am Morgen des 25. Mai (1840) in der algerischen Sahara um sein Zelt den Boden mit Reif bedeckt, um 2^h p. m. stand aber das Thermometer im Schatten auf 31,5°, und Mitchell hatte in Nordwestaustralien am 2. Juni morgens bei Sonnenaufgang – 11,6°, um 4^h nachmittags aber 19,4°. Livingstone in Südafrika und Wetzstein im Hauran berichten, dass die tagsüber erhitzten Gesteine zuweilen nach Sonnenuntergang so rasch sich abkühlen, dass sie unter lautem Knall in Stücke springen.« (Hann 1883: 95)

Die Klimatologie sah also zugunsten eines vollständigeren Überblicks – eines Totaleindrucks – die Möglichkeit vor, auf Berichte Ansässiger oder Reisender zurückzugreifen. Trotz der Verfügbarkeit einzelner Beobachtungsstationen können »Erkundigungen bei Förstern und Landwirten« (Hettner 1924: 118) über die numerische Erfassung hinaus einen Beitrag zum Verständnis der klimatischen Verhältnisse liefern. Unter dem Titel »Klimatographische Übersicht der Erde« erschien eine fast 750-seitige »Sammlung authentischer Berichte« (Mühry 1862), deren Herausgeber sich lediglich mit einigen angehängten allgemeinen Überlegungen und konkreten Kommentaren zu den Berichten, vor allem zum Kontext, zu Deutungsmöglichkeiten und Verständnisfragen, begnügt. Zu den Gründen, die Anlass zur Publikation des Bandes gaben, zählt der Herausgeber den Wunsch, seine zuvor publizierten Überblickswerke um

originale Berichte zu ergänzen (Mühry 1862: VII). Dies sei jedoch mit einem weitreichenden Problem verbunden, erklärt er. Obwohl die Kommentare »immer deutlich vom Text unterschieden, in eckige Klammern eingeschlossen sind« (Mühry 1862: VIII), warnt er mit Goethe, dass man zwar »nicht Alles selbst gesehen noch erlebt« haben muss, aber dass der Leser es nun »mit dem Gegenstande und zwei Subjekten« (Mühry 1862: VIII, Fn. 1) zu tun habe.

Dennoch blieb ein gewisses Misstrauen gegenüber den Berichten Einheimischer oder Dritter bestehen. Denn das humboldtsche Erbe wog schwer. Immerhin hatte es Humboldt auf seinen Weltreisen in Spaniens Mittelmeerklima, auf Schiffen in die südamerikanischen Tropen, zu Pferd ins kalte Sibirien und viele weitere Weltregionen geführt (Ette 2018). Ein Klimatologe, der ernsthaft Kenntnis von den klimatischen Verhältnisse haben will, könne sich nicht mit Informationen aus zweiter Hand zufriedengeben. Die Präferenz blieb eindeutig: »Field-work is essential in climatology« (Ward 1925: 67) und die persönliche Erfahrung von höchstem klimatologischen Erkenntniswert. Ungeachtet der Gefahren sei zwischen selbstgemachter Erfahrung und sekundärer Rezeption »a difference as great as that between reading a description of a glacier and seeing and climbing over a glacier« (Ward 1925: 66). Entsprechend waren Klimatologen dazu angehalten, Informationen, die sie etwa in Gesprächen mit Einwohnern gewannen, mit Vorsicht zu genießen. Denn es drohe das Risiko sozialer Erwünschtheit. Der »local pride« führe dazu, dass die Befragten möglichst »favorable impressions« (Ward 1929: 278) vermitteln wollen. Einschätzungen wie »it is unusually rainy« oder »there never was so dry a spell in the memory of the oldest inhabitant« (Ward 1929: 278) solle man nur mit Vorsicht zur Kenntnis nehmen. Der ethnografische Bericht gewinnt seine Authentizität, indem sein Verfasser zum *Zeugen* des Feldes wird (vgl. auch Livingstone 2005: 97).¹¹ Daher zertifiziert auch die oben zitierte Übersicht in ihrem Untertitel die Berichte mit der Auszeichnung der Authentizität. Wer ein

11 Wie sehr klimatisches Wissen als ein durch Personen zertifiziertes Wissen erachtet wurde, sieht man auch an dem umfangreichen »Repertorium der Deutschen Meteorologie« (Hellmann 1883). Dieses sei zwar dazu gedacht gewesen, die »Leistungen der Deutschen« (Hellmann 1883: IX) zur Meteorologie zusammenzutragen, es ist aber eigentlich zu etwa Zweidritteln ein Personenverzeichnis, das die Beobachtungen nicht nach Standort oder Jahr sortiert, sondern in alphabetischer Reihenfolge individueller Beobachter zusammenstellt nebst ihrer beruflichen Tätigkeit und dann erst ihren wissenschaftlichen Beitrag anführt. »Leistungen« meint entsprechend auch die »Facta [...], welche einer Person oder einer Station zuzuschreiben sind«, wobei das Verzeichnis von »objectiver«, die Kritik an den Leistungen von »subjectiver Natur« (Hellmann 1883: X) sei. Ausführlicher zum »Repertorium« Richter (2019: insb. Kap. 2).

aufrichtiges Interesse habe, verstehe seine wenigen Urlaubstage als Gelegenheit für Feldforschung, begeben sich noch im Krankheitszustand ins Feld, scheuen sich nicht vor waghalsigen Expeditionen. Wer den Einfluss des Klimas auf den Menschen *wirklich* studieren wolle, müsse sich ihm aussetzen (Ward 1925: 67).

3.2.2 *Der Körper als Messinstrument und Proxy*

Wie sich an den Schilderungen bereits ablesen lässt, unterstrich die Feldforschung im Rahmen solcher »zivilen« Forschungsexpeditionen und Reisetätigkeiten auch ein zentrales Motiv, wenn sie es denn nicht sogar zutage förderte: Das Klima forme nicht nur maßgeblich die Landschaften, an denen sich die Bewohner erfreuen können. Sie begünstige und bedrohe auch menschliches Leben und Zusammenleben. In einem gewissen Rahmen könne der Mensch den natürlichen Klimabedingungen beikommen, sich womöglich sogar zu einem Teil von ihnen unabhängig machen, etwa indem er sie sich für seine Arbeiten zunutze mache, Vorkehrungen gegen unliebsame Klima- und Wetterverhältnisse treffe oder Gefahrenzone meide. Insgesamt aber definiere die Natur die räumlichen Grenzen vor, in denen menschliches Leben fortbestehen könne. Auf die Methode der Feldforschung fiel die Wahl, weil der mobilisierte Körper einen Blick auf das Verhältnis von Klima und Gesellschaft versprach, den andere Methoden nicht anbieten konnten. Der Körper galt als *Messinstrument* klimatischer Phänomene (ferner Knorr Cetina 1988: 96ff.) und als *Proxy*, von dem sich Rückschlüsse auf die gesellschaftliche Überlebensfähigkeit ziehen ließen. Er fungierte als Bindeglied zwischen der natürlichen und sozialen Welt: als biosoziales Anschauungsobjekt.

Folgt man den einschlägigen (vgl. Emeis 2006) klimatologischen Lehrbüchern und Handreichungen (Abbe 1899; Hann 1883; Hornberger 1891; Köppen 1899; Meyer 1891; Ward 1908) wurden zwischen fünf (Meyer 1891) und 36 Phänomene (Abbe 1899) als relevante »klimatische Faktoren« oder »Elemente« eingestuft, wobei einzelne Variablen (z.B. Strahlung oder Regen) in einigen Fällen explizit als eigenständige Elemente galten, in anderen Fällen in übergeordneten Kategorien (z.B. Temperatur bzw. Feuchtigkeit) aufgingen. Die höchste Übereinstimmung findet sich hinsichtlich der Variablen Temperatur, Feuchtigkeit, Bewölkung, Wind, Luftdruck sowie atmosphärische Komposition (Gase) und atmosphärische Erscheinungen (z.B. optische Erscheinungen wie Gewitter). Mit Ausnahme der atmosphärischen Komposition, die ohnehin »of less importance« (Ward 1908: 5) sei, ist ihnen eines gemeinsam: Sie wurden als relevant erachtet, weil sie der humboldtschen Forderung entsprachen und eine unmittelbare Wirkung auf den Menschen haben. Daher sind auch einige Phänomene wie Bewölkung oder Wetterereignisse

wie Gewitter dabei, die gar nicht instrumentengestützt gemessen werden konnten. Ihre Eigenschaft, auf die Sinne des Menschen zu wirken, galt als Qualifikationsmerkmal der Gegenstände und unterschied klimatologische von nichtklimatologischen Phänomenen.

Angesichts der Definition des Klimas mit eindeutigen Bezug zum unmittelbaren Einfluss auf den Menschen schien die Kluft zwischen den nichtsprechenden Zahlen und der realen Wirkung groß (vgl. zum Folgenden auch Coen 2018: 81f.; 292). Als »Methodische Zeit- und Streitfrage« erschien noch 1924, ob man sich »mit dem Ablesen der Instrumente begnügen dürfe« (Hettner 1924: 118). Fraglos sei, dass es instrumentengestützter, genauer, langfristiger und regelmäßiger Daten bedürfe, und dennoch sei die reine quantitative Auswertung »einseitig und ungenügend« (Hettner 1924: 117). An Auskunft über Wolken, Gewässer, Pflanzen und »die ganze Art des Wetters« (Hettner 1924: 118), nicht zuletzt, um die Bewohner der Klimata zu informieren, dürfe es nicht mangeln. In der humboldtschen Tradition verschafft sich ein Pflanzenbotaniker einen »Totalanblick« über die »Muster einer Vegetation«, die sich über weite Gebiete bereits in der Vergangenheit erstreckt hatte, bevor »keines Menschen Auge sich an all der Pracht und Herrlichkeit« (Kerner 1863: 249) erfreuen konnte. In einem ähnlichen Sinne schätzt ein Forschungsbericht unter dem Abschnitt »Benutzte Instrumente«, dass auf Forschungsreisen »die Augen des Beobachters bestes Instrument« seien, um die »Eigentümlichkeiten« (Ficker 1921: 153) einer Region zu untersuchen. Ohnehin sei ein »gewissenhaft geführtes Reisejournal« den »lückenhaften Instrumentalbeobachtungen« vorzuziehen, wenn klimatische Phänomene eine »Eigenart« (Ficker 1921: 153f.) aufweisen. Das US-amerikanische Wetterbüro schlug vor, die instrumentell gewonnenen Daten insbesondere dann um Beobachtungen ohne Instrumente zu ergänzen, wenn es sich dabei um Phänomene handelt, die sich nicht zahlenförmig darstellen ließen (Moore 1910: 264). Dazu gehören dem Leiter zufolge regionale Charakteristika wie Wettertypen, Stürme und Winde.

Die Fürsprecher körperlicher Messverfahren gingen teilweise so weit, dass sie die instrumentell gewonnenen Messdaten nicht nur komplementieren, sondern durch sinnliche Erfahrung substituieren wollten.¹² In einer im Auftrag des ranghöchsten Arztes des US-amerikanischen Militärs erstellten klimatologischen Untersuchung schlug der Autor den menschlichen Körper als Messinstrument vor, an dem sich der Einfluss der Temperatur »more accurately« (Ferry 1842: 249) ablesen lasse als am Thermometer. Ähnliches gelte für die Luftfeuchtigkeit. Er weist darauf hin,

12 Zumal auch das Ablesen der Instrumente die Funktionstüchtigkeit der Sinne erfordert: »Hr. Wenzel Prinz, Pfarrer, beobachtete von 1805 bis 1819, in welchem Jahre er wegen Augenschwäche die Beobachtungen aufgab«, erklärte Kreil (1865: 67) eine Datenlücke.

dass der Mangel hygrometrischer Daten bedauerlich sein mag, die Luftfeuchtigkeit sei aber »sufficiently cognizable to the senses« (Forry 1842: 62). Das sinnliche Erleben gewann seine Relevanz nicht etwa dadurch, dass die Klimatologie sich auf Phänomene beschränken musste, die durch die Sinne ohnehin wahrgenommen werden und die mit den Sinnen zufälligerweise entsprechenden, lediglich präziseren Instrumenten erfasst werden konnten. Vielmehr gab es eine Skepsis gegenüber der rein instrumentellen Erfassung, die sich darin begründete, dass der Körper wesentlich sensibler und *aufschlussreicher* reagieren würde als die Instrumente. Bedeutend war weniger, dass diese oder jene Temperatur herrschte, sondern dass sie eine bestimmte Wirkung auf den Körper ausübte und dass sich von dieser Wirkung Folgerungen über die Gesellschaft ableiten ließen. Der Körper indiziere, ob das Klima geeignet ist für die verschiedenen Formen des Lebens und Zusammenlebens, ob es förderlich ist, ob es gewohnte Praktiken einschränkt, Maßnahmen erforderlich macht oder auch Möglichkeiten erschließt. »[I]ndustry, honesty, purity, intelligence, and strength of will is closely dependent upon the condition of the body« (Huntington 1915: 293f.), versicherte ein Klimatheoretiker. Es ging letztlich um die »human organization« (Forry 1842: 358), von der man wissen wollte, was es für sie bedeutete, wenn sie gewohnten oder ungewohnten Klimabedingungen ausgesetzt wird. Bevor diese Überlegungen anhand der Diskussionen im Kontext der kolonialen Klimatologie weitergeführt werden (Kap. 3.3), widmet sich der folgende Abschnitt der Praxis anthropo-klimatologischer Theoriebildung.

3.2.3 Klimabeschreibungen

Die Klimatologie sah sich in einer Zwickmühle. Einerseits bestand die Anforderung an die Klimatologie, ihre Beobachtungen möglichst anschaulich zugänglich zu machen. Die Kluft zwischen der Sprache, »in der die Natur zu uns redet« (Dove 1837: 3), und der »Wortsprache« (Kreil 1865: 4) sollte überbrückt werden. Dass es in einem Menschenleben gelingen könnte, jedes Klima der Erde persönlich zu beforschen, konnte nur – das wussten auch die entschiedenen Befürworter der Feldforschung (Ward 1925: 67) – ein Ideal bleiben. Andererseits wollte die Klimatologie ein Produkt vorlegen, das sich hinreichend von dem Wissen ihres Publikums unterschied und klimatologische Forschung als *wissenschaftlichen* Zugang zum alltäglichsten der Welt, dem Wetter, qualifizierte. Angesichts des zunehmenden Weltverkehrs stellte ein Abenteurer und Meteorologe fest: »NOBODY would be justified in publishing a book of travels in the present day, when all the world is journeying, unless he had something to tell either in the way of adventure or of special research« (Abercromby 1888: V). Obwohl die Klimatologie statistische Verfahren

wie die Kalkulation von Durchschnittswerten durchaus beherrschte und deshalb später den Beinamen Mittelwertsklimatologie erhielt (Lautensach 1940: 395; Flohn 1954: 14ff.), genügten ihr und der Öffentlichkeit nicht die »persuasiven Effekte« (Heintz 2010: 163), die die Zahlenförmigkeit ihrer Daten allein zeitigte. Die »Ziffersprache« spiegelte die Klimata lediglich »in ihren allgemeinen Umrissen« (Kreil 1865: 289) wider. Stattdessen war der Klimatologe dazu angehalten, »aus seinen Beobachtungen alles herauszupressen« und die Daten »vollständig auszuubeuten«, um »die wissenschaftliche Verkettung« (Kreil 1865: 2) der einzelnen Beobachtungen zu entdecken. So sehr die meteorologische Forschung danach bestrebt war, akkurate Messungen zu produzieren, so bestrebt war sie danach, Darstellungsformate zu finden, die dem abstrakten »statistischen Wetter« gesellschaftliche Bedeutung verliehen (vgl. Collins 1984: 352f.). Kurz: Die Klimatologie wollte wissenschaftliches Gesellschaftswissen für die Gesellschaft produzieren. Daher gab es eine rege Diskussion darum, wie man klimatologische Forschung verschriftlichen sollte.

Verkompliziert wurde diese Situation – daher auch Hanns voraussehlende »Herabstufung« auf eine beschreibende Wissenschaft – durch die Unverfügbarkeit von Erklärungen vom Status der Naturgesetze. Noch im zweiten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts erklärte ein Geograf den irreführenden Titel seiner Monografie »Climatic Laws« unter Bezugnahme auf ein weniger strenges Begriffsverständnis: »Many of these are obviously not analogous to some of the laws of the more exact sciences, [...] these relations are subject to frequent modification« (Visher 1924: 5). Für Präzision sorgt dagegen der Untertitel, in dem von »Ninety Generalizations« die Rede ist. Unter Generalisierungen oder *allgemeinen Beobachtungen* verstand man seit dem 18. Jahrhundert eine wissenschaftliche Aussage, die zwischen den »zeitlosen« Naturgesetzen und den momenthaften Einzelbeobachtungen liegt (Mendelsohn 2011: 396f.). Knapp und präzise synthetisiert sich in ihr eine Spannweite singulärer Beobachtungen, die zu einem allgemeinen Zusammenhang verschränkt werden. Der Wissenschaftshistoriker Andrew Mendelsohn (2011: 397, 409) bezeichnet die allgemeinen Beobachtungen als »prestatistical form of averaging« oder »averaging without numbers«. In der Regel wurden sie durch geografische oder zeitliche Marker in ihrer Generalisierbarkeit begrenzt.

Solche allgemeinen Beobachtungen bildeten sicherlich eine zentrale Theorietechnik der Klimatologie, konnten aber nicht den Anspruch befriedigen, eine »lebhaft« Beschreibung abzugeben. Wie gelangt man von den Zahlen und den Feldbeobachtungen zu einer Darstellung des Totaleindrucks, die dem Zusammenwirken der klimatologischen Erscheinungen hinreichend Rechnung trägt? Und dann auch noch eine Darstellung, die nicht nur das Klima naturgetreu abbilden sollte, sondern auch

getreu dem, was man über die Gesellschaft aus klimatologischer Warte sagen könnte. Wenn schon die Physik im Allgemeinen einen »entschiedenen Widerstand gegen eine Mathematisierung« leistete, dann war der klimatologische Zweig der kosmischen Physik, die letzte Bastion »einer der Tendenz nach *ästhetischen Konzeption der Natur*« (Stichweh 1984: 207f.). Diese Konzeption verband sich mit der Annahme eines quasi-interaktiven Verhältnisses von Klima und Gesellschaft und führte die Klimatologie zu Beschreibungsformen, die die »*Einebnung der Differenz von Begrifflichkeit und Gegenstand*« und die Herstellung von »*Unmittelbarkeit und Anschaulichkeit*« (Stichweh 1984: 208) zum Ziel hatte. Es sei nicht die Forschung, die zu der Darstellung des Klimas gelange, es seien die klimatologischen Phänomene, die den »Totaleindruck bewirken« (Humboldt 1845: 371).

Gelegentlich bediente sich die Klimatologie sogar der Unterscheidung von Kunst und Wissenschaft (vgl. auch Coen 2018: 99), die in der humboldtschen Fassung des Totaleindrucks, wie oben skizziert, diffus geblieben war. Dieser Unterscheidung widmete sich beispielsweise ein Vortrag, der auf der Jahresversammlung der *Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie* gehalten wurde (Simony 1870). Dem Referenten zufolge spreche die Tatsache, dass sich zwischen Wissenschaft und Kunst teils »neutrale Gebiete«, teils Gebiete, auf denen sich »die eine mit der anderen so innig verwebt«, finden ließen, dafür, genau diese »Verschmelzung« (Simony 1870: 49) produktiv zu nutzen. Vom Künstler könne sich der Wissenschaftler abschauen, »dass sich in den Wandlungen des Landschaftsbildes so manche lehrreiche Vorgänge des Luftkreises abspiegeln, welche den engen Raum des Observatoriums und seine Apparate unberührt lassen« (Simony 1870: 50). Wohl kaum einen Spaziergang, und noch weniger einen ausgiebigen Ausflug, könne man ohne jegliche interessante Beobachtung beenden (Simony 1870: 51f.). Denn es gebe »eine lange Reihe meteorischer Vorgänge [...] in der landschaftlichen Scenerie« (Simony 1870: 60), die es zu studieren lohne. Jedem der Anwesenden sei bewusst, dass es die Naturwissenschaft sei, die in der Bevölkerung »das Interesse für die Natur im Ganzen und den Genuss derselben zu erhöhen vermag« (Simony 1870: 51). Sowohl an die Fachgemeinschaft gewandt wirbt er für »die Erspriesslichkeit gelegentlicher Reise-diäten« (Simony 1870: 50) als auch mit Blick auf die Touristen hoffe er, Begeisterung für die natürlichen Vorgänge zu wecken.

»Eine wahre Klimabeschreibung«, erklärte Hann (1904: 3f.), müsse nicht nur »das Zusammenspiel der meteorologischen Elemente zu einer Totalwirkung« wiedergeben, sondern auch ihre Wirkung auf die »Kultur- und Produktionsverhältnisse des Landes, auf die Anlage der Siedlungen des Menschen selbst und auf dessen Lebensführung« herausstellen *und* auf eine Weise formuliert sein, dass sie »auch dem Landwirt leicht faßliche Fingerzeige geben« könne (vgl. auch Coen 2018: 160f.).

Die Klimatologie beabsichtigte, die Wechselwirkungen zwischen der klimatischen und der sozialen Welt offenzulegen und dabei ihre »Vorgänge nur so weit voneinander [zu] trennen und gesondert [zu] behandeln, als dies unumgänglich ist, da sie ja nur nacheinander das vorführen kann, was in Wirklichkeit zugleich stattfindet« (Hann 1883: 3). Nicht die Einzelercheinungen sind von Interesse, sondern »das charakteristische Nebeneinander« (Trabert 1905: 2). Bevor die Klimaforschung über digitale Visualisierungen, Modelle und Szenarien verfügte, in denen die vielen Elemente und ihre Wechselwirkungen zugleich repräsentiert und »zum Leben erweckt« werden, griff die Klimatologie auf eine Darstellungs- und Analyseform zurück, die als prä-computerisierte »Simulation der Natur« (Ette 2006: 44) charakterisiert werden kann. In dieser verbalisierten Spiegelung und Vorführung der klimatischen Erscheinungen und Wirkungen wird mithilfe einer »Verdichtung (allzu) vieler Aspekte« (Ette 2006: 44) das Beschriebene zu einem kohärenten und »lebhaften« Bild verschmolzen. Es ging darum, wie es ein Klimatologe formulierte, zu »versuchen vor dem Leser eine Reihe von Bildern auszurollen« (Kerner 1863: 13).¹³ Solcherart Klimaprosa lässt sich als Bemühung um eine Verlängerung der personalen Erfahrung in das Publikum hinein lesen (vgl. Shapin & Schaffer 1985: 25f.). In geradezu aberwitziger Weise schilderten klimatologische Schriften ausführlich, was sich vor ihren Augen abspielte, schenkten den vermeintlich noch unerheblichsten Trivialitäten, die in das Blickfeld gerieten, detailverliebte Aufmerksamkeit und bemühten sich um eine facettenreiche, beinahe lyrische Sprache. Sie setzten das Klima in Szene.

Da in Kapitel 3.4.3 noch einige illustrative Klimabeschreibungen (allerdings unter anderen Vorzeichen) behandelt werden, sollen nachfolgend anhand lediglich einer Beispielsequenz zwei Merkmale der Klimabeschreibung hervorgehoben und näher betrachtet werden. Erstens diente die verbale Inszenierung gesellschaftlicher Klimaverhältnisse als Substitut für die persönliche Erfahrung. Klimatologische Texte versetzten das Publikum durch eine dichte und reichhaltige Darstellung in das natürliche Labor. Zweitens führten sie sprachlich etwas vor, das das Publikum nicht vermochte, nämlich aus einer Alltagserfahrung (i.e. Wetter) eine Experimentalsituation zu machen und wissenschaftlich zu studieren, wie das Klima wirkte.

Ein eindrucksvolles Beispiel stellt »Das Pflanzenleben der Donauländer« (Kerner 1863) des »Vaters« der Pflanzensoziologie« (Ginzberger 1930: 186), der Lehre von den Pflanzengesellschaften, dar. In dieser erstmals 1863, 1929 in zweiter Auflage, 1951 in englischer Übersetzung

13 Damit positionierte sich die Klimatologie konträr zu dem Imperativ der »harten« Naturwissenschaften, eine »neutral observation language« anzustreben (vgl. Daston 2008: 97).

erschienen und 1970 für die »besten Aufzeichnungen« (Bortenschlager 1970: 19f.) über die Vegetation der Moore im österreichischen Gurgl gewürdigten Studie unternimmt Anton Kerner den Versuch, Verbreitung, Gesetzmäßigkeiten und Entwicklungen der Pflanzen sowie ihr Verhältnis zum regionalen Klima und zum Menschen zu untersuchen.¹⁴ Es mag zwar sein, dass er »in Folge jahrelanger Beschäftigung mit diesem Gegenstand eine Vorliebe für denselben gewonnen habe« (Kerner 1863: 12) und daher die Bedeutung der Pflanzen überhöhe. In Wahrheit aber sei nicht zu leugnen, versichert der Pflanzensoziologe, dass die Pflanzenwelt einen Einfluss auf den Menschen und seine Kultur ausübe. So wie das Pflanzenleben ein »Abbild des lokalen Klimas« (3) sei, stehe es auch in Wirkungsbeziehung »zur Gemüthsseite des Menschen, so wie zu seiner Naturanschauung, zu seinem Kultus und zu den Werken seines künstlerischen Schaffens« (12).

Von der ersten bis zur letzten Seite lässt sich der gesamte Forschungsbericht als dichte Klimabeschreibung charakterisieren. Kerner weist Darstellungsformen zurück, die durch »gelehrt klingende lateinische Namen« (8) zu beeindrucken versuchen. Stattdessen führt er die Leser in eine Vielzahl natürlicher Laboratorien. Man liest etwa von Miniaturlaboratorien, die vom »Eingriff durch den Menschen« (44) gezeichnet sind oder sich »ohne Beihilfe des Menschen« (75) verändert haben, über eine für »Wohnplätze [...] hinreichende Quelle von Feuchtigkeit« (30), über das »Vertilgen der Wälder« als »Kulturmethode« (76), über das »exzessive Klima« (84), über ein für den »Betrieb eines Industriezweiges [...]

- 14 Die Nähe von Pflanzenkunde oder Pflanzengeografie und Klimatologie begründete sich zum einen durch die geografische Orientierung beider Forschungsfelder und zum anderen durch das definitorisch festgehaltene Interesse an der Wirkungsrichtung im Verhältnis von Klima und Pflanzen, sodass sich die Arbeiten wechselseitig informierten (vgl. etwa Drude 1890: 1 ff.). In der *Science* fand sich sogar ein Vorschlag, die Klimatologie vollständig auf den Indikator des Pflanzenwachstums auszurichten (Whitney 1898). Einen einschlägigen Zusammenführungsversuch – mit einer deutlichen Präferenz für »klimatische Ursachen« – hat Köppen (1900) in seinem Vorschlag für eine »Klassifikation der Klimate, vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt« vorgelegt. Seit dem 19. Jahrhundert ist die enge Zusammenarbeit zwischen den biologischen und den klimatisch interessierten Wissenschaften nicht abgebrochen. Angesichts der wachsenden Einsicht in die Rolle der Landschaften für das globale Klimasystem gehört noch heute die Vegetations- und Bodenkunde zu den relevanten Disziplinen der Klimafor schung. Fragen, wie der nach der Wechselwirkung von Klima- und Bodenänderungen, für die sich auch schon Kerner interessierte, werden vermehrt diskutiert, etwa im Kontext des möglichen Abtauens der Kohlenstoffsenke Permafrost oder der Austrocknung von Mooren (vgl. etwa Kutzbach et al. 2007).

ungünstiges Terrain« (182), über den Unterschied zwischen dem »rauh« und dem »milde[n] Klima seiner Heimath« (185). Einige dieser Laboratorien offenbarten, dass sich die klimatischen Grenzen durch den Menschen ausreizen ließen, andere erlaubten nur eine Auswahl an Aktivitäten, dritte zeigten sich weit widerständiger:

»Ein kümmerlicher Graswuchs bedeckte hier den Boden, nur hie und da unterbrochen von einer Gruppe in grösster Ueppigkeit wuchernder Disteln und ein paar mit ihren Aesten an den Boden hingestreckten verkrüppelten Schlehdornen [...]. An einer Stelle war im Umfange von mehreren Jochen der ganze Boden dicht mit hochaufsprossenden Nesseln bedeckt, eine Erscheinung, welche bei dem Umstande, als auch die Nessel ein Fremdling in der urwüchsigen Pusztenflora ist und zu jenen Gewächsen gehört, die den Menschen überall hinbegleiten, wo er sich eine wohnliche Stätte errichtet, vermuthen liess, dass hier eine von den Menschen längst aufgelassene Ansiedelung gestanden habe, eine Vermuthung, die sich auch bei näherer Nachfrage bestätigte, indem ich erfuhr, dass hier vor beiläufig 200 Jahren Márialaka, eines jener drei Dörfer sich ausbreitete, deren Bewohner sich in dem heutigen Kis Ujszállás zusammenbauten. Ausser dem Walde von Nesseln ist aber sonst auch keine Spur des Dorfes dort geblieben, was bei dem Umstande, als hier meilenweit kein Stein in dem Boden zu sehen ist und daher die Mauern der Häuser aus gestampfter Erde aufgeführt, in kurzer Frist durch Sturm und Regen wieder der Erde gleich gemacht werden können, nicht überaschen darf.« (Kerner 1863: 18)

Die ausgewählte Szene ist deshalb bemerkenswert, weil sie den Forschungsreisenden in eine Gegend führt, die er sogleich als *fehlinterpretierte* Klima-Nische deutet. Irrigerweise habe sich dort ein Dorf niedergelassen, ohne bedacht zu haben, dass der begehrte Raum weit widerstandsfähigere Vorsichtsmaßnahmen gegen die Klimaverhältnisse bedarf, als sie die damaligen Bewohner ergriffen hatten. Das natürliche Experiment ging zuungunsten der Menschen aus. Dagegen sei an anderen Orten inzwischen die »Kultur der Gegenwart« (28) erfolgreich vorgedrungen, wo man befestigte Städte errichtet, Eisenbahnschienen verlegt und die Natur den Wünschen entsprechend umgestaltet habe. Dort, in Kis Ujszállás, habe das von dem Klima vertriebene Dorf sich mit zwei weiteren Dörfern zusammengetan, erfolgreich der Natur widersetzt und in eine Stadt zurückgezogen.

Die Szene führt das Publikum an einen Ort, an dem es regelrecht eingeschlossen und umgeben ist von den klimatischen Einflüssen. Die feldforschende Klimatologie hat sich diesen Bedingungen ausgesetzt, das Publikum wird in diese Umgebung hineinversetzt. »Das Pflanzenleben der Donauländer« veranschaulicht, welche Wirkung klimatische Phänomene auf den Menschen und auf seinen »Kultus« haben. Die Klimatologie als ein wissenschaftliches Forschungsfeld, dem es an öffentlichen

Schauexperimenten mangelte und dessen Berechtigung sich nicht aus dem kurzfristigen Nutzen ergab, erbrachte den Nachweis der Relevanz ihres Gegenstandes und ihrer Forschung, indem sie die Einflussbeziehung zwischen Klima einerseits Körper, Geist und Leben andererseits mittels des Entwurfs eines pittoresken oder plastischen Bildes sprachlich – und das wird schon durch den Satzbau deutlich – ›simulierte‹. Hinzukommt – wieder verstärkt durch den Satzbau – die Verquickung unterschiedlicher Zeiten in ein Gesamtbild. An der Ausbreitung einer Pflanzenart erkennt Kerner die Geschichte darüber, wie sich die Gesellschaft in einen Ort hineinschrieb und wie die Gesellschaft dem Klima doch nicht trotzen konnte. Szenen dieser Art strebten eine Duplikation der Beobachtung an, um den gleichen Totaleindruck beim Publikum zu erzeugen, so als ob es selbst dort stünde und am eigenen Leibe erlebte (oder erlitt), wie das Klima, Sturm, Regen und wuchernde Nessel auf es wirkten.

Nun wird man zurecht einwenden können, dass es nicht das Klima ist, über das die feldforschenden Klimatologen zu berichten vorgaben. Handelt es sich bei den auf Basis kurzfristiger Aufenthalte gewonnenen Schilderungen nicht um Beschreibungen des Wetters und seines Einflusses auf den Beobachter? Die Tatsache, dass eine solche Herangehensweise, die das Zahlenwerk um qualitative Elemente komplementierte (oder substituierte), von den Koryphäen des Feldes beworben und aktiv betrieben wurde und dass sie, zumindest meiner Kenntnis nach, die auch die Geschichtswissenschaft bestätigt (z.B. Lehmann 2015: 50), nicht auf Ablehnung gestoßen ist, spricht dafür, dass bis in das erste Drittel des 20. Jahrhunderts die Vorzüge eine *Rückbindung* des abstrakten, langfristigen und mittelbaren Klimas an soziale Raum- und Zeitskalen gewürdigt wurden (Coen 2016). In einem Nachruf auf Ward lobt der Hinterbliebene dessen Begeisterung für Feldforschung und für die zahllosen Reise-tätigkeiten, die selbst als Urlaubsunternehmungen noch Forschungsberichte hervorgebracht hätten (Brooks 1932: 36f.). Weil in den Arbeiten des betrauten Klimatologen zum Ausdruck gekommen sei, dass die Klimata nicht nur als statistische Größe separater Variablen zu verstehen seien, sondern sich zunächst in den erlebbaren Wettererscheinungen präsentierten, sei ihm auch eine »humanization of climatology« (Brooks 1932: 34) zu verdanken.¹⁵ Das nächste Teilkapitel vertieft einige bis hier

- 15 Hinzu kommt, dass klassischen Klimatologen für ihre sprachlichen ›Simulationen‹ retrospektiv Achtung dafür gezollt wird, dass sie *avant la lettre* die Dynamische Klimatologie (Kap. 4.3) begründet haben. So werden etwa die Arbeiten der deutschsprachigen Klimatologie in Erinnerung behalten. Die »Fülle lebendiger und wertvoller Witterungsschilderungen« habe »eine mehr *dynamische* Auffassung des Klimas« (Flohn 1954: 12) vorweggenommen, die erst später an Aktualität gewonnen habe. Damit »holte [die Dynamische Klimatologie] nur verspätet nach, was schon Hann und Köppen mit ihrer dynamischen, d.h. auf den Ablauf der Witterung bezogenen

hin angestellte Überlegungen, etwa über die Verdichtung des Totaleindrucks und den Einsatz des Körpers, und wirft ein Licht auf die Verbreitung des klimatologischen Weltbildes im Rahmen der Kolonisation.

3.3 Koloniale Ethno-Klimatologie

Die Meteorologie und die Klimatologie waren noch lange nicht als eigenständige Disziplinen institutionalisiert, da war die Beobachtung der Wetter- und Klimaverhältnisse eine verbreitete Tätigkeit. Die bis weit ins 19. Jahrhundert hinein mangelhafte finanzielle und personelle Ausstattung traf sich daher gut mit einem allgemeinen Wetterenthusiasmus aus wissenschaftlichen sowie semi- oder nichtakademischen Kontexten. Durchgeführt wurden Wetterbeobachtungen und Klimadeutungen im 17. und 18. Jahrhundert durch »gentlemen, physicians, sea captains and peripatetic Jesuits, erudite abbots and naturalist curates, university professors and academicians, travellers, and almost anyone who kept a regular diary« (Daston 2016: 238). Neben den Wetterjournalen dokumentierten staatliche Anzeiger, Zeitungsartikel, Logbücher und militärische Protokolle das Interesse an den Klimata (Morgan 2018: 594).¹⁶ Die noch nicht ausdifferenzierte Hobby-Klimatologie umfasste einen illustren wie heterogenen Personenkreis, dem etwa der Ästhetiker Abbe Jean-Baptiste Dubos, der Naturhistoriker John Woodward, die Staatsmänner Hugh Williamson und Thomas Jefferson, der Lexikograf Noah Webster, der Priester Luigi Antinori sowie die Philosophen Baron de Montesquieu, David Hume und John Locke angehörten (Fleming 1998: Kap. 1–4). Nicht alle, aber doch einige hatten ihr Interesse an meteorologischen Phänomenen als Reisende und koloniale Siedler gewonnen (Henry 1894). Tatsächlich war es insbesondere die ab dem Ende des 15. Jahrhunderts ihren Anfang nehmende Kolonisation ferner Erdteile, die einen Datenhunger erzeugte. Begonnen hatten die ersten meteorologischen Projekte als koloniale Explorationen, die nicht bloß beiläufig betrieben, sondern gezielt auch als *koloniale Projekte* eingesetzt wurden (Mahony & Endfield 2018: 3). Mithilfe des klimatologischen Wissens sollte der koloniale Raum erst erschaffen und danach befragt werden,

Definition gefordert hatten« (Blüthgen 1966: 2). Im Übrigen wird nicht nur unmittelbar nach seinem Tod Wards Beitrag für das Verständnis des Klimas als dynamisches System hervorgehoben. Noch heute wird seine Forschung als Pionierarbeit gewertet, die schon Einsichten in die Dynamik des Klimas impliziert habe (so etwa Rohli & Bierly 2011). Kap. 3.4.3 kommt auf diese eher ›dynamischen‹ Beschreibungen der klassischen Klimatologie zurück.

16 Noch heute sind diese teilweise erhalten und dienen der Rekonstruktion des vergangen Klimas; vgl. etwa Adamson (2015).

ob und wie er sich als Raum für (vor allem) europäisches Leben eignete. Im Laufe des 19. Jahrhunderts und bis in die erste Hälfte des 20. Jahrhunderts baute sich diese frühe, relativ amateurhafte und unkoordinierte koloniale Erkundung zu einer eigenständigen ›kolonialen Meteorologie‹ und ›kolonialen Klimatologie‹ aus (Mahony & Endfield 2018: 3). Ein Zeitgenosse taufte dieses Programm *Ethno-Climatology* (Hunt 1863), und das, obwohl es den kolonialen Wissenschaftlern an ethnologischer Ausbildung mangelte (van Laak 2004: 57).¹⁷

Die Kolonialprojekte dienten als zentrales Vehikel für die Globalisierung des Gesellschaftsmodells der Klimatologie. Konnten die einzelnen ethnografischen Forschungsreisen nur ausschnittshafte Einblicke in die klimatische Begrenzung, Prägung und Ausdifferenzierung von Gesellschaften ermöglichen, boten die Siedlungsprojekte eine Gelegenheit für das längerfristige Studium der gesundheitlichen und sozialen Risiken prospektiver Lebensräume und vor allem für den *globalen Vergleich von Gesellschaften in divergierenden Klima-Nischen*. Die Vergleiche zielten auf die Frage nach der Ähnlichkeit und Unähnlichkeit gesellschaftlicher Klimaverhältnisse ab. Sie wurden danach befragt, wie sie sich untereinander und im Vergleich zum imperialen Zentrum unterschieden, ob sie auch für Europäer bewohnbar waren und welche Maßnahmen gegebenenfalls getroffen werden müssten, um gesundheitliche oder soziale Risiken einzudämmen (Engelschalt 2021). Dies prädestinierte den Körper als Messinstrument und Proxy für die Gesellschaft (vgl. Kap. 3.2.2.). Luftfeuchtigkeit, Temperatur und Wind wurden als Determinanten physischer, psychischer und moralischer ›Hygiene‹ diskutiert (Skydsgaard 2010; O’Gorman et al. 2016; Livingstone 1999) und qualifizierten den Körper als medizinisches und biosoziales Anschauungsobjekt klimatischer Wirkungen (Morgan 2018: 591).

Die Erkundung distanzierter Erdteile, die Bekanntschaft mit fernen Kulturen und die Vermessung unbekannter Klimaverhältnisse führte eigentümlicherweise nicht zu einem Klimabegriff, der der globalen Dimension des Klimas oder überregionalen Relationen Rechnung trug. Eigentümlich ist dieser Sachverhalt, weil die Meteorologie im engeren Sinne zeitgleich zu einem anderen Ergebnis kam. Sie revidierte ihren lokalen Zugriff und suchte nach globalen Zusammenhängen. Die Klimatologie

- 17 Der Wortschöpfer der Ethno-Klimatologie hat sich in Selbstbeschulung seine ethnologische ›Expertise‹ angeeignet. James Hunt, ursprünglich ein Sprachtherapeut, kam mit einem medizinischen Ausgangsinteresse zur Ethnologie und wollte seine Vorstellungen über Menschen, Rassen und Ethnologie in der Wissenschaft verbreiten, und da sie sich deutlich von den Grundauffassungen der übrigen etablierten und sich bei der *Ethnological Society of London* organisierenden Ethnologie unterschieden, gründete er kurzerhand seinen eigenen Fachverband, die *Anthropological Society of London*; vgl. Sera-Shriar (2013).

dagegen zementierte ihre *regionale Orientierung trotz der globalen Erfahrung*. Für sie stellte sich die Globalisierungserfahrung in erster Linie als Differenzierung dar. Dies galt nicht nur für das Klima. Gegenstand ethno-klimatologischer Beschreibungen waren *andere* ›Kulturen‹, ›Rassen‹, ›Charaktere‹; sie erzeugte »[a]nthropologische Gegenbilder« (Osterhammel 1995: 113). Die kolonialiserten Räume wurden durch Klimatologen vor allem in Abgrenzung und seltener in Übereinstimmung mit den gemäßigten Temperaturen Europas konstituiert. Sie versicherten die entsendenden Imperien ihrer eigenen Identität und definierten die gesellschaftliche Konstitution der kolonisierten Gebiete.

Diese Charakterisierungen der Ethno-Klimatologie sollen im Folgenden anhand drei einschlägiger, teils überlappender Diskurse illustriert werden: Die Anpassung an ungünstige Klimata (3.2.1), die Überformung biologischer Eigenschaften und kultureller Identitäten (3.2.2) und die Präferenzordnung klimatischer Ideale (3.2.3). Gemeinsam ist ihnen, dass auf Basis der kulturellen Erfahrung mit den ›fremden‹ Klimabewohnern und den körperlichen Reaktionen auf das Klima weitreichende Schlüsse über die Gesellschafts- und Klimaverhältnisse gezogen wurden. Die Beobachtungen wurden von der Einzelerfahrung der kolonialen Ethno-Klimatologen abstrahiert und zu allgemeinen Aussagen über die Risiken und Chancen für Gesellschaften in den Kategorien der Rassen, Kulturen und geografischen Typen (z.B. Europäer) hochgeneralisiert. Auch wenn die kolonialen Disziplinen stellenweise auf lokales und indigenes Wissen sowie auf lokale Beihilfe angewiesen waren,¹⁸ die Peripherien der Imperien waren »eher Empfänger als Sender« (Osterhammel 2010: 131) von Weltbeschreibungen. Die koloniale Klimatologie stülpte den Regionen mit teils verheerenden Folgen (etwa in der Landwirtschaft) ihre Weltsicht auf. Das Teilkapitel schließt mit zusammenfassenden Überlegungen zur klimatologischen Konzeptualisierung der Welt als Puzzle und zur Persistenz dieser Weltsicht (3.3.4).

3.3.1 Anpassung

Die Debatte um die Akklimatisierung oder *Anpassung an ungünstige Klimata* erreichte ihren Höhepunkt und ihr relatives Ende um 1900 und drehte sich primär um die Frage, ob Pflanzen, Tiere und Menschen in einem fremden Klima überlebensfähig sind und dorthin übersiedeln können. Lorin Blodget (1857) von der *Smithsonian Institution* führte in

18 Zu mehr oder weniger freiwilligen Formen der Einbindung indigenen Wissens in die Klimatologie vgl. Sörlin (2011) für Grönland; für Angestelltenverhältnisse in der Beobachtungsinfrastruktur des kolonialen Chinas vgl. Williamson (2021); für einen aktuellen Überblick siehe Mercer & Simpson (2023).

seinem Klassiker der Klimatologie »Climatology of the United States« den Begriff der »productive« oder »climatological capacity« ein, um den Zusammenhang zwischen gesellschaftlicher Überlebensfähigkeit und klimatischer Standortbeschaffenheit zu erklären. Von ihr hänge ab, ob sich Menschen und die »zivilisierten« Nationen dort niederlassen, Pflanzen kultivieren, Tiere halten, zu Wohlstand gelangen können (Blodget 1857: 532f.). Einen solchen Ort einmal gefunden, sei auf seine Beständigkeit verlass.¹⁹ Umgekehrt jedoch, und das hätten die militärischen Truppen im Zuge der kolonialen Ausbreitung am eigenen Leibe erfahren müssen, habe man die Verbreitung von Krankheiten auf die Spezifika lokaler Klimata zurückführen können (Blodget 1857: 453). Einige Orte seien durch ein so strenges Klima geprägt, dass die Akklimatisation ausgeschlossen sei. Die Prävalenz einer Krankheit sei im doppelten Sinne klimatisch bedingt. An Orten, an denen Krankheitserreger prinzipiell auf günstige Bedingungen treffen würden, verhindere die Abträglichkeit des Klimas für den Wirt seine Vermehrung und damit die Verbreitung der Krankheit (Blodget 1857: 457).

In der einfachsten Fassung lief die Antwort auf die Frage nach der Anpassungsfähigkeit auf eine Dichotomie von *der* für Weiße geeigneten gemäßigten Zone und *der* nur für Schwarze ertragbaren tropischen Zone hinaus (Eves 2005: 316; Engelschalt 2021: 291; Cullen & Geros 2020: 12). »No wonder is it that Europeans have settled so largely in the southern states of Brazil, for the climate is a ›white man's climate‹«, befand Ward (1911: 436). Mit Fragen dieser Art beschäftigten sich insbesondere die eigens dafür eingerichteten, sogenannten Akklimatisationsgesellschaften. Bis zum Jahr 1900 hatten sich mehr als 50 vorwiegend europäische Akklimatisationsgesellschaften allein zum Zweck der Domestizierung, Einführung und Kultivierung »nicht-heimischer« Tiere und Pflanzen in den Kolonialgebieten gegründet (Osborne 2000: 136). Als Promotoren der Kolonisation waren sie wesentlich an der Bestrebung beteiligt, die besetzten Regionen so umzugestalten, dass sie der Heimat mindestens gleichkamen oder sogar noch bessere Verhältnisse boten, um neue Wirtschaftszweige zu erschließen.

Die Anhänger der Akklimatisationstheorie führten zahlreiche Argumente an, warum eine Übersiedlung geboten sei. Von der Position, dass *das* Schicksal Afrikas von dem Kolonisationserfolg *der* Europäer abhängt, über die Identifikation gesundheitsfördernder, ökonomisch aussichtsreicher und klimatisch zuträglicher Zonen bis hin zur Aussicht auf für das Bevölkerungswachstum förderliche Regionen wurde die Diskussion geführt (Livingstone 1999: 98ff.). Sie versuchten die dichotome Unterscheidung von Tropen- und gemäßigtem Klima und die mit ihr

19 Zur Erinnerung: Denn das Klima der Klimatologie war im 19. Jahrhundert weitestgehend stabil.

verbundene Risikoaversion zu durchbrechen, indem sie etwa auf die klimatologische, demografische und medizinische Vielfalt der Tropen hinwiesen (Livingstone 1999: 94): In den Tropen herrsche »not one climate, but an infinity of climates« (Sambon 1898: 592). Daher sei die pauschale Angst vor tropischen Krankheiten zurückzuweisen. Noch bestehe keine Klarheit über die Verbreitung von Krankheiten, die tropische Medizin sei erst im Entstehen begriffen und müsse sich gegen den »Cerberus of prejudice« (Sambon 1898: 589), den viele politische Funktionäre, Wissenschaftler und Journalisten pflegten, durchsetzen. Wenn man sich an die lokalen Verhältnisse anpasse, etwa Vorsichtsmaßnahmen gegen Moskitos treffe, müsse man den neuen Erkenntnissen zufolge keine Erkrankung befürchten. Das Überleben europäischer Gesellschaften sei auch dort möglich. Im Angesicht des Klimas in den Kolonialgebieten entdeckten Ethno-Klimatologen die gesellschaftlichen Errungenschaften, von denen sie überzeugt waren, dass sie sie gegen die klimatischen Verhältnisse werden wappnen können, ohne aber die Wirkmächtigkeit des Klimas zu leugnen:

»Political institutions and social organization even struggle successfully against climatic agency; for, heroes, men of genius, and philosophers, have arisen both in Egypt, under the tropic, and in Scandinavia, under the polar circle. Climate, however, modifies the whole nature of man. The powerful influence of locality on human organization is apparent at once in surveying the external characters of the different nations of any quarter of the earth.« (Forry 1842: 22f.)

Bei allem Optimismus, dass Gesellschaften über Handlungsfähigkeit gegenüber dem Klima verfügten, schrieben Klimatologen auch dem Klima eine unübersehbare Handlungsfähigkeit zu. Immerhin zogen einige der Anpassungsprojekte größere Aufmerksamkeit auf sich, weil sie fehl-liefen. In Algerien versuchten sich französische Akklimatisationsgesellschaften daran, Bambus und die aus Südamerika importierten Chinارينdenbäume, aus denen das als Medikament gehandelte Chinin gewonnen werden sollte, anzubauen, Seide zu produzieren, Lamas zu züchten und andere Pflanzen, Tiere und Menschen an neue klimatische Bedingungen zu gewöhnen (Osborne 2000: 144) – mit überschaubarem gesellschafts-politischem Erfolg. Den ausgebliebenen Ernten begegneten die Algerier mit Aufständen und politischem Widerstand (Osborne 2000: 150). In Australien setzten die Briten in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts neben den Merinoschafen auf Alpakas und Lamas – mit überschaubarem kommerziellem Erfolg. Die Akklimatisierungsgesellschaften wurden daher von der Politik stattdessen mit der Aufgabe betraut, Zoos zu betreiben (Osborne 2000: 149f.). Was sich für die Akklimatisationsgesellschaften als Scheitern darstellte, unterstrich nur die Annahme, dass Gesellschaften bloß in ihrer natürlichen Klima-Nischen gedeihen konnten.

Wegen ihrer Beständigkeit entzogen sich demnach die Umweltverhältnisse gesellschaftlicher Kontroll- und Gestaltungsfähigkeit (Osborne 2000: 150).

3.3.2 Überformung

Im Streit um die Konsequenzen der Darwin'schen Evolutionstheorie für die Kolonisation (Livingstone 1999: 100ff.) lieferten solche gescheiterten Experimente Auftrieb für die Vertreter der Polygenese. Während Akklimatisations-theoretiker und Anhänger der Monogenese in den Kolonien natürliche Laboratorien erblickten, in denen die Unter- und Überlegenheit der Rassen erprobt werden könne, bestanden die Vertreter des Polygenese und Gegner der Kolonisation auf die gesellschaftlichen und biologischen Grenzen zur Anpassung der Rassen. Letztere nahmen an, dass jede Rasse mit ihren Eigenarten und sozialen Errungenschaften ein Produkt der regionalen klimatischen Verhältnisse sei und sich bereits in ihrer zugehörigen Klima-Nische befinde (Eves 2005: 316; Endfield & Randalls 2015: 32). Das Klima determiniere demnach nicht nur die biologische Konstitution und das geistige Wohlbefinden, es schreibe sich auch ein in die ›moralische‹ Gesundheit der Gesellschaften (Livingstone 1999: 104ff.). Daraus ergab sich eine Vielzahl an Spekulations- und Kombinationsmöglichkeiten aus moralischen Tugenden und lokalen Klimata. Noch sehr viel drastischer als die Klimatologie im Allgemeinen bestanden Polygenetiker auf eine unverrückbare Korrespondenz zwischen gesellschaftlichen und klimatischen Verhältnissen. Im Rahmen einer solchen »moral climatology« (Livingstone 2002) wurde der Einfluss vermessen, den das regionale Klima auf die Arbeitsmotivation (Vegetationsreichtum → Faulheit), die Religionszugehörigkeit (Trockenheit → Islam), das politische System (Tropen-klima → Anarchie), die Wirtschaft (Fruchtbarkeit → keine Industrialisierung) oder das geschlechterspezifische Verhalten (Hitze → weibliche Trägheit) ausübt. Diese Zurechnungen führten die Ethno-Klimatologen zu der Frage, ob nicht nur für die kolonialisierten Gesellschaften gilt, dass sie durch ihre Klimaverhältnisse geprägt sind, sondern auch die Überlebensfähigkeit und Konstitution der Siedlergesellschaften an ihre klimatische Umwelt gebunden ist und eine Umsiedlung eine »physical, spiritual and moral degradation« (Endfield & Randalls 2015: 32) und sogar den Tod mit sich bringen würde. Was würde passieren, wenn man sich ›widernatürlicher‹ Weise länger in einer Kolonie aufhielt? Sie artikulierten eine Sorge vor einer klimatischen *Überformung kultureller Identitäten und biologischer Eigenschaften*. Der menschlichen Mobilität seien dort die Grenzen gesetzt, wo sie über ihre klimatischen Grenzen ausgreifen will.

Auch hier fiel der Blick auf regionale Klimata von Kolonien wie Neuguinea (Eves 2005), Manila (Livingstone 2002: 171) und Indien (Livingstone 1999: 95). So berichtete ein britischer Militärarzt von den klimatischen Auswirkungen in Ceylon (heute Sri Lanka): »[D]er erste Eindruck: Beschleunigung des Pulses, vermehrte Perspiration, Mattigkeit [...]. Später treten ein: Verlust der blühenden Hautfarbe, gelblicher Teint, Bequemlichkeit [...]« (abgedruckt in Mühry 1862: 171). Der Engländer, der in die Tropen käme, bestätigt ein Meteorologe, würde früher oder später seiner Energie verlieren und mit mentalen Beeinträchtigungen zu kämpfen haben (vgl. Livingstone 2002: 171). Bei europäischen Frauen habe er in Indien beobachtet, dass sie den ganzen Tag untätig und über das Klima klagend auf der Couch lägen; sportliche Ertüchtigung auf dem Tennisplatz erweise sich als Gegenmittel (vgl. Livingstone 2002: 172). Über die Wirkung des indischen Klimas auf Briten klagte auch der Generalkonsul von Tunesien. Ihm zufolge sei schon bei den in Indien geborenen Briten zu beobachten, dass sie in eine »inferior race« (zit. n. Livingstone 1999: 96) gerutscht seien und nicht im selben Maße mental und physisch leistungsfähig wie gebürtige Briten seien. Der Fall der 201 Südseekolonisten habe gezeigt, dass Gesellschaften nicht einfach migrieren könnten; 103 von ihnen habe das Tropenklima das Leben gekostet (Eves 2005: 313). Von der Bevölkerung selbst gehe zwar auch ein Risiko aus, aber das Klima stellte eine eigenständige Bedrohung dar (Eves 2005: 305).

3.3.3 Präferenzordnung klimatischer Ideale

Ein weiterer und in diesem Rahmen letzter Diskurs drehte sich um die *Präferenzordnung klimatischer Ideale*. Hier spielte eine Rolle, wie sich manchmal durch Trends, manchmal durch geeignete Maßnahmen einerseits bestimmte Regionen in der öffentlichen Wahrnehmung änderten und andererseits einzelne Bewertungskriterien in den Vorder- oder Hintergrund rückten. Madeira etwa, obgleich es wegen seiner Feuchtigkeit als Überwinterungsquartier geschätzt wurde, verlor zugunsten eines trockenen Menton, Ägypten oder Davos an Popularität (Jankovic 2006: 289). Indem Wissenschaftler, Mediziner und Reisende die klimatischen Bedingungen untersuchten, beschrieben und bewerteten, veränderten sie auch performativ mit, wie die Klimata konstituiert waren und wie sie auf den Menschen wirkten. So kam es dazu, dass beispielsweise die Karibik zergliedert wurde in einzelne gesunde und ungesunde, gefährliche und erholsame Regionen (Carey 2011: 141). Zu einer Neubewertung kam es insbesondere, wenn man neue wissenschaftliche Erkenntnisse zu verzeichnen glaubte. Die Tropenmedizin verschob den Blick von der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit zu den Keimen und Parasiten und wertete auf diese Weise Teile der Karibik auf (Carey 2011: 137). Entsprechend

stellte ein Mediziner in einem Vortrag vor der *Royal Geographical Society* fest, dass »places which were considered the deadliest are now recommended as health-resorts!« (Sambon 1898: 589). Manchmal schlug sich die Revision der Präferenzen sogar in der Bezeichnung nieder; eine als *Hellshire Hills* bezeichnete Region auf Jamaika wurde in *Healthshire Hills* umbenannt (Carey 2011: 136).

Zwar verrieten die Anpassungs-, Überformungs- und Präferenzdiskurse letztlich mehr über die Überzeugungen und die Weltsicht der Ethno-Klimatologen über ihre Herkunftsgesellschaften, als sie ein »realistisches« Bild über die kolonialisierten Gesellschaften zeichnen. Sie versicherten die Siedlergesellschaften ihrer Identität als Europäer, Weiße, »Zivilisierte« und informierten sie mit Annahmen über ihre Grenzen gegenüber der Natur, ihre Wirtschaftsweise, ihre idealisierten Werte, ihre »Fortschrittlichkeit« in der Medizin, der Wissenschaft, der Politik. Dabei versorgte sie der Vergleich mit den Kolonialgebieten mit einer Kontrastfolie. Der Vergleich mit der Tropenzone schrieb nicht nur den Kolonialgebieten Eigenschaften zu, sondern konstituierte die Siedlergesellschaften mit (Eves 2005: 305).

Aber ihrer Kontrafaktizität ungeachtet war das Weltmodell der Ethno-Klimatologie insgesamt ein Erfolgsmodell. Die Ethno-Klimatologie verbreitete ihre Gesellschaftsbeschreibungen in aller Welt. Der Globalhistoriker Jürgen Osterhammel (2010: 132) notiert, dass um 1920 die Geografie – und hinzuzählen wird man wohl auch die anderen, geographisches Wissen produzierenden kolonialen Forschungsfelder können – »zu einem gleichförmigen weltumspannenden Diskurs geworden« ist, der die europäischen Forschungsprinzipien und -praktiken adaptiert hatte. In jedem Anwendungsfall, seien es die Gesellschaften in ihren gemäßigten Klima-Nischen oder die Gesellschaften in den Tropenzone, wurde das Modell der klimatisch geprägten Gesellschaft perpetuiert. Die Kolonisation diente als Vehikel für die Anreicherung des klimatologischen Totaleindrucks und sie brachte die Klimatologie ein Stück näher zu ihrer Aufgabenerfüllung, nicht nur die Gesamtheit der Phänomene, sondern auch die Gesamtheit der Klimata und der gesellschaftlichen Verhältnisse zu vermessen. Sie bot die Möglichkeit an, entfernteste Erdregionen zu relationieren, globales, wenngleich kolonialistisches Gesellschaftswissen zu produzieren und das klimatologische Gesellschaftsmodell weltweit zu übertragen. Im Laufe der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts hat sich die Theorie der Polygenese und mit ihr die Theorie der Gesellschaften in korrespondierenden Klimata im kolonialen Diskurs gegenüber der Monogenese durchgesetzt (Endfield & Randalls 2015: 32). Doch die Vertreter dieser Theorie waren keineswegs allein, als sie ihr Gesellschaftsmodells verbreiteten. Auch die Akklimatisationstheoretiker reproduzierten es mittelbar durch seine Negation. Denn was sollte die Empfehlung von Anpassungsmaßnahmen und die Anerkennung gescheiterter

Experimente anderes sein als eine Verbeugung vor der »climatic agency« (Forry 1842: 22), die das Klima auf die Gesellschaft ausübte?

3.3.4 *Die Welt als Puzzle*

Als die Kolonialisten ihre ersten Siedlungsprojekte begannen, kamen sie mit dem altgriechischen Klimabegriff. Sie erwarteten, dass das Klima mit den Breitengraden variierte. Ausgestattet mit Wetterjournalen, in denen sie Windrichtung, Wetterlagen und geschätzte Temperaturen – zuverlässige Instrumente waren noch nicht verbreitet – notierten, erkannten sie bald, dass die klimatischen Verhältnisse in anderen Weltregionen auf denselben Breitengraden vom europäischen Klima abwichen (Kupperman 1982; dazu Kap. 3.4.1). Die Erfahrung stellte den antiken Klimabegriff, mit dem die frühen Siedler in die Amerikas kamen, infrage und lieferten einen Anstoß dafür, den an Breitengraden orientierten Klimabegriff durch einen wesentlich stärker an regionalen Merkmalen und Variationen gebundenen Klimabegriff zu ersetzen (White 2015). Dies trifft insbesondere auf die Regionen zu, die man in der »heißen« (*torrid*) oder »tropischen Zone« verortete. Zuvor bestand eine Sorge etwa vor den Temperaturen Virginias. Sie speiste sich aus der Erfahrung in Spanien, das auf demselben Breitengrad lag wie das designierte Kolonialgebiet (Kupperman 1984: 215). Umgekehrt konnten anderen Regionen wie North Carolina beste klimatische Verhältnisse unterstellt werden, und zwar auf Grundlage der Annahme, dass es auf einer ähnlichen Höhe liege wie die landwirtschaftlich freundlichen Regionen Syriens, Persiens oder Ägyptens (Jankovic 2010). Allmählich wurde die Zusammenfassung riesiger Landstriche zu einer vorgestellten homogenen Zone mit zweifelhaften Lebensbedingungen eingeholt von den empirischen Beobachtungen, die die Kolonialisten machten. Sie zerfiel in viele kleine Klimaregime, die mal günstig oder ungünstig, gesund oder ungesund, heilsam oder schädlich, vegetationsreich, fruchtbar oder prachtvoll ausfallen konnte (Savage 2004: 29). Je mehr man über die Regionen erfuhr, desto notwendiger wurde eine kleinteiligere Differenzierung und Dehomogenisierung der Klimata gesellschaftlichen Wohlergehens und sozialer oder gesundheitlicher Risiken (Mahony & Endfield 2018: 7). Aus Sicht der Klimatologie wurde die Welt zu einem riesigen Klimapuzzle, das nur in kollektiver Zusammenarbeit zu lösen war.

Ein zentrales historisches Ereignis verschärfte und verstetigte dieses Weltbild bis weit in die erste Hälfte des 20. Jahrhunderts. Mit dem Ersten Weltkrieg, dem Zerfall der deutschen und österreich-ungarischen Kolonialreiche und der Isolation ihrer Wissenschaftler wurde es für die führenden Zentren klimatologischer Forschung viele Jahre unausweichlich, sich auf die bereits erlebten Forschungsreisen zu beschränken bzw. nur

sehr eingeschränkt neuen nachgehen zu können (vgl. Coen 2006; Hardy 2017). Der Einfluss, den die verminderte Mobilität und Teilhabe am internationalen Diskurs auf die Auffassung vom Forschungsgegenstand Klima übte, ist sehr gut im Fall ehemaliger Profiteure des *Reichskolonialamts* und der *Deutschen Kolonialgesellschaft* dokumentiert (ich folge hier der Darstellung von Lehmann 2017). Diese teils staatlichen, teils privaten Organisationen förderten die koloniale Landnahme, finanzierten Forschungsreisen in die Kolonien und sorgten so dafür, dass »[v]om Tage der ersten deutschen Flaggenhissung an den Küsten Afrikas und der Südsee-Inseln [...] deutsche Kolonien und deutsche geographische Wissenschaft eng verbunden« (Thorbecke 1934: 181) blieben. Zu den Forschungsfragen, die die Förderer anfragten, gehörten solche nach der Tier- und Pflanzenwelt sowie insbesondere nach den klimatischen Bedingungen, um zu ermitteln, ob diese ein ökonomisches Potenzial aufwiesen.

Unter den geförderten Projekten war auch eine Expedition nach Kamerun, die dessen Leiter Franz Thorbecke bis zum Lebensende mit Forschungsmaterial versorgen und vier Bände zum »Hochland von Mittel-Kamerun« (1914–1951) sowie zahlreiche Zeitschriftenartikel und Sammelbandbeiträge hervorbringen sollte, die sich allein aus der Erfahrung auf einer Forschungsreise von 1911 bis 1913 speisten. Wie viele andere deutsche Kolonialwissenschaftler wechselte er nicht seinen Forschungsgegenstand, nachdem Deutschland seine Kolonien abtreten musste, sondern verarbeitete das Material, das ihm zur Verfügung stand. Gesondert widmete er sich dem Klima Kameruns, dass er detailliert in Klimabeschreibungen festgehalten und in Form von Temperatur- und Luftdruckmessungen dreimal pro Tag dokumentiert hatte. Geprägt waren seine Analysen von der Annahme, dass die Welt ein großes klimatisches Puzzle war, das sich aus einzelnen, diversen und isolierten Teilen zusammensetzte, die es jeweils für sich zu vermessen galt. Erst nachdem jedes Puzzlestück begutachtet ist, seien im darauffolgenden Schritt die abgeschlossenen Klimata zu systematisieren und zu vergleichen. Auch der Wissenschaftshistoriker Philipp Lehmann (2017: 157) hält fest, dass die Ausbreitung der Forschungstätigkeit jenseits Europas nicht zu einer globalen Perspektive geführt, sondern umgekehrt die regionale Orientierung zementierte hatte. Nicht zuletzt der aus dem sogenannten *Naturforschertag* hervorgegangene und von dem Geografen Thorbecke herausgegebene Sammelband zur »Morphologie der Klimazonen« von 1927 macht dies explizit. Statt über die Klimata hinweg zu generalisieren oder Zusammenhänge zu identifizieren, sei der selbsterklärte Anspruch, dass jeder Beitrag »in erster Linie eigene Beobachtungen mitteilen und aus ihnen Schlüsse ziehen« (Thorbecke 1927: 3) müsse. Angestrebt wurde eine Zusammenstellung von Perspektiven, die sich im Detail einzelnen Regionen widmen. Was sich im kolonialen Kontext abzeichnet, ist, dass die koloniale Erfahrung den zuvor schon skizzierten allgemeinen

klimatologischen Diskurs sowohl mit der Annahme versorgte als auch diese bestätigte, dass sich Gesellschaften entlang räumlich-klimatischer Kriterien unterschieden (Heymann 2010: 584f.). Von der zeitgleich in der Meteorologie entwickelten Idee, dass atmosphärische Phänomene global zirkulieren, war in der Arbeit der kolonialen Wissenschaftler keine Spur zu sehen (Lehmann 2017: 146, 155f.).

3.4 Klimatologische Differenzierungstheorie

Bis hier hin stand eine Klimatologie im Mittelpunkt des Kapitels, die die Welt auf dem Weg der Feldforschung, der Forschungsreisen und der Kolonisierung erkundete. Als Anthro-Klimatologie wollte sie ein tiefgehendes Verständnis von einzelnen natürlichen Laboratorien generieren. Als Ethno-Klimatologie begann sie entfernte Gesellschaften und ihre zugehörigen Klima-Nischen zu relationieren und Erklärungen dafür zu suchen, warum Gesellschaften sich unterschieden. Die koloniale Erfahrung unterstrich die Auffassung, dass die Welt in viele kleine Parzellen zersplittert war, und versorgte die Klimatologie mit Evidenzen für die Konzeptualisierung des Klimas als stabile, regionale Größe, die sich in die Gesellschaften hineinschrieb. Das folgende Teilkapitel widmet sich einer Klimatologie, die beginnend im 19. Jahrhundert (3.4.1) in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts zu einer eruierten klimatologischen ›Differenzierungstheorie‹ ausgebaut wurde. Sie ging weit über die Einzelstudien hinaus, indem sie die Klimata der *gesamten Welt* im Verhältnis zum Menschen klassifizierte, relationierte, kartografierte und damit den Anspruch der Klimatologie, die Gesamtheit gesellschaftlicher Klimaverhältnisse zu systematisieren, einlöste (3.4.2). Bevorzugt geschah dies in Form der Klimakarte, da durch sie der Totaleindruck als Beobachtungs- und Darstellungsprinzip zur Anwendung kam (vgl. Schneider 2016). Abschließend wirft das Kapitel ein Schlaglicht auf Dissidenten, die ihrer Skepsis gegenüber den harten Klimagrenzen mithilfe bestimmter theoretischer Mittel – anthropomorphe und soziomorphe Metaphern – Ausdruck verliehen (3.4.3). In ihnen schlug sich nicht bloß ein Misstrauen gegenüber der Containerhaftigkeit des Klimas nieder. Sie verrieten auch etwas über die Gesellschaftsvorstellungen der Klimatologie.

3.4.1 Räumliche Strukturierung

Bei der Erstellung von Klimakarten handelte es sich um eine Datenverarbeitungs- und Theorietechnik, die als Reaktion auf eine wachsende Unübersichtlichkeit der Daten entstanden war (Schneider 2021: 150f.),

sich im 19. Jahrhundert rasant verbreitete und um die Jahrhundertwende zur gängigen Praxis wurde. Einen nachhaltig wirkenden Vorstoß in diese Richtung machte Humboldt nach seiner Amerikareise um 1800. Auf dieser war ihm aufgefallen, dass die Temperaturen an der Westküste sich von denen an der Ostküste Amerikas trotz gleicher Höhe unterschieden (Robinson & Wallis 1967: 120). Da die Messstationen hunderte Kilometer voneinander entfernt waren und keine Auskunft über weite Strecken gaben, ergänzte er die verfügbaren Temperaturdaten der Nordhemisphäre um eigene Beobachtungen und erstellte eine Karte, die er mit Linien versah, die er als Isothermen bezeichnete (Schneider 2021: 157). Isothermen lassen sich zur ›Familie‹ der Isolinien zählen (Robinson 1971: 49) und als Methode charakterisieren, mit der die Verteilung von Daten visualisiert und Zusammenhänge identifiziert werden. Inspiriert von der Erdmagnetismusforschung, wo Isolinien seit hundert Jahren bereits zur Anwendung kamen, hoffte Humboldt (1853: 5f.) mit dieser Methode, die verfügbaren Daten zur »Vereinigung« zu bringen und auf eine Weise »zu gruppieren«, dass es möglich ist, »den Einfluß lokaler Ursachen« den »empirischen Gesetzen zu unterwerfen«. Nachdem er die Beobachtungsdaten auf ihre Güte untersucht und in einer neuen Tabelle kondensiert hatte, erstellte er anschließend eine vergleichsweise puristische Karte, die weitestgehend ohne topografische Merkmale wie kontinentale Umrisse auskam (Schneider 2021: 154ff.). Lediglich elementare Kennzeichen wie ein Koordinatennetz, einige Beobachtungsstationen oder die grobe Verortung der Kontinente leisteten etwas Orientierungshilfe. Die Bereiche zwischen den Messpunkten unterzog er auf Basis der Mittelwerte einer Interpolation und zeichnete freihändig die Isothermen ein. Sie erzeugten eine Kontinuität, wo nur bruchstückhafte Informationen vorlagen (Schneider 2021: 159). Im Ergebnis erhielt Humboldt eine Karte, auf der konkave und konvexe Kurven das Verhältnis der Temperaturverteilung zur geografischen Breite über einen mehr oder weniger langen Zeitraum – die zugrundeliegenden Daten waren sehr heterogen – abbildeten (Robinson & Wallis 1967: 120). Die Isothermen oder, wie Humboldt (1853: 8) sie auch bezeichnete, »Linien gleicher Wärme« illustrieren eine Zone, in der die gleichen Temperaturen herrschten. Die Linien wichen wohlgerne von den Breitengraden ab, mal näherten sie sich ihnen, mal entfernten sie sich. Insofern markierte Humboldts Karte einen deutlichen Bruch mit dem altgriechischen Klimabegriff, der Klima im Verhältnis zur Sonnenneigung bestimmte (Mauelshagen 2016: 44). Damit wurde ein wichtiges Fundament dafür gelegt, die Klimata nicht bloß im Verhältnis zur Neigung der Sonne einzuteilen.

Bevor die Weiterentwicklung der Klimakarten skizziert werden kann, ist ein Einschub zu einem Zugang zu der neuen kartografischen Methode notwendig, der von der Klimatologie *nicht* aufgenommen wurde. Er stand in deutlichem Kontrast zur klimatologischen Vorgehensweise.

Gemeint sind die Isothermenkarten des Physikers und Meteorologen Heinrich Wilhelm Dove. Bereits 1838 äußerte er vor der *Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin* erste Skepsis gegenüber einer einseitigen Behandlung der mittleren Temperatur und den von ihr abweichenden Extremwerten (Dove 1839: 285ff.). Ihm zufolge müsse die Meteorologie die periodischen und nichtperiodischen Veränderungen gleichwertig mit den mittleren Zuständen untersuchen und ihren Gesetzmäßigkeiten und Wechselwirkungen nachspüren. Statt allgemein von Isothermen ohne zeitlichen Index zu sprechen, führte er »Jahresisothermen« ein, die er im Vergleich zu monatlichen Isothermen betrachtete. So konnte er darauf schließen, dass es sich bei Abweichungen nicht um den Einfluss geografischer Merkmale handelte, sondern um zeitliche Abweichungen, die sich großräumig vollzogen (vgl. Sheynin 1984: 73). Damit war auch in Doves Theorie der Raum zwar nicht ganz in den Hintergrund getreten, aber die zeitliche Dimension gewann an Bedeutung vor einem geografischen Raum, dessen Konturen, Grenzen und Erhebungen weniger als Strukturprinzip galt. Aber statt diesen zeitsensiblen Ansatz, der letztlich die Meteorologie von der Klimatologie unterschied, zu verfolgen, beschritt die Klimatologie im Allgemeinen und die Klimakartografie im Besonderen den von Humboldt vorgezeichneten, raumorientierten und stabilitätsaffinen Weg. »Bei allem Beweglichen und Veränderlichen im Raume«, gab Humboldt (1845: 82) im »Kosmos« das Programm vor, »sind mittlere Zahlenwerthe der letzte Zweck, ja der Ausdruck physischer Gesetze; sie zeigen uns das Stetige in dem Wechsel und in der Flucht der Erscheinungen«.

3.4.2 Sozio-geografisch differenzierte Gesellschaften

In dieser Tradition einer auf räumliche Regelmäßigkeiten hin ausgerichteten Klimatologie stand das vom Leiter (1875–1919) des Seewetterdienstes an der *Deutschen Seewarte* in Hamburg geführte Projekt einer Klassifikation der Klimata, das er beginnend in den 1880ern für fast fünf Jahrzehnte, auch wegen der zunehmenden Verfügbarkeit von Daten, in immer neuen Zügen unternahm. Damit erfüllte Wladimir Köppen den Anspruch der Klimatologie, nicht nur beschreibend, sondern auch systematisierend vorzugehen, und die Forderung des »Handbuchs der Klimatologie«, die Klimata nach einem einheitlichen Schema in Klimazonen zusammenzufassen und zu klassifizieren (Heymann 2009: 175f.), um »uns in dem verwirrend bunten Bilde zurechtzufinden und allmählich das Gesetzmäßige darin zu erkennen« (Köppen 1936: 5). Bezeichnenderweise hebt er in seiner »Klimalehre« von 1899 die Vergleichsmöglichkeiten, die durch das wachsende Beobachtungsmaterial entstanden sind, in dem Sinne hervor, dass zwar die Aufzeichnungen sich über fast

ein Jahrhundert erstrecken, aber das »Wachstum« vor allem den »Vergleich verschiedener Klimate möglich« (Köppen 1899: 5) mache. Selbst die aus der »Klimalehre« hervorgegangene »zweite, verbesserte Auflage der Klimate der Erde« von 1931 weist der Klimatologie die Untersuchung der »Einheit des Ortes« und der Meteorologie die Untersuchung der »Einheit der Zeit« (Köppen 1931: 1) zu. »Die Veränderlichkeit als klimatisches Element« und in diesem Kontext auch die Dove'schen Monatsisothermen spielen nur insofern eine Rolle, als sie »in verschiedenen Gegenden der Erde so verschieden« und »ihr verschiedenes Verhalten zu Land und Wasser usw. bedingt sind« (Köppen 1931: 7). Wo es um die »Fortpflanzung« und »Entwicklungsgeschichte der atmosphärischen Wirbel«, das »Entstehen und Vergehen« des Luftdrucks oder die »Bewegung der Luft« geht, heißt es an anderer Stelle, sei man an eine Grenze gelangt, wo »die ›Klimatologie‹ in die ›Meteorologie‹ im engeren Sinne übergeht« (Köppen 1895: 627f.; vgl. auch Coen 2018: 235).

Die Vorrede zur Präferenz der Klimatologie für die räumliche Dimension ist deshalb so wichtig, weil sie die Grundanlage der klimatologischen Differenzierungstheorie ausmachte: die Annahme einer räumlichen Verteilung der Klimate und einer korrespondierenden sozio-geografischen Differenzierung der Gesellschaften. Wie sich die klimatologische Kartografie praktisch gestaltete, lässt sich beispielhaft an der »Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahreslauf« von 1918 illustrieren. Wie der Titel verrät, liegen der Klassifikation Variablen wie die Isothermen des wärmsten und kältesten Monats des Jahres, Regentage und Regenmenge, der Wasserkreislauf, Gang der Jahreszeiten und nicht zuletzt die Gebietsgrenzen, die den »von Menschen ständig oder zeitweise bewohnten Teil der Erdoberflächliche« (Köppen 1918: 195) von beispielsweise dem Meer scheiden, zugrunde. Was zunächst als kompatible Auswahl an Kategorien erscheinen mag, erweist sich bei der Abgrenzung als folgenreiche Entscheidung, die sich aus der notwendigen Selektivität und Kombinatorik ergibt. An mehreren Stellen wird die aktuelle Klassifikation von »meiner Darstellung vom Jahre 1901« (Fn. 2), »mehreren älteren Darstellungen« (198) und »der früheren Arbeit« (199) abgegrenzt. Zuvor habe er beispielsweise das Savannenklima vom Urwaldklima am Merkmal unterschieden, »zwei Monate ›wirklicher Trockenzeit‹, mit <6 Regentagen« (199) aufzuweisen. Nun scheinen ihm statt der Regentage die Regenmengen praktikabler. Auch die Extremwerte eignen sich nicht immer, um die Klimazonen abzugrenzen. Während er die gemäßigte von der kalten Zone entlang der Temperatur des wärmsten Monats unterscheiden kann (198), gelten die Abgrenzungskriterien »des Kältetodes und des Dursttodes« (195) als Merkmale unbewohnbarer Klimate, die von den »eigentlichen«, wie es an anderer Stelle heißt, »Kulturzonen des Menschengeschlechtes« (Köppen 1931: 106) unterschieden werden.

Auf Basis dieser Vielzahl der Kombinations-, Integrations- und Substitutionsmöglichkeiten entwarf er eine durch mehrere übereinander geschichtete Abstraktionslagen gekennzeichnete Klimaklassifikation (Abb. 1). Je höher das Abstraktionsniveau ist, desto weniger wird den Details Beachtung geschenkt; je niedriger man auf den Abstraktionsstufen hinabsteigt, desto nuancierter werden die Ausführungen. Die erste Systematisierung auf abstraktester Ebene seiner »auf den Menschen zugeschnittenen Gliederung« nimmt Köppen (1918: 196) vor, indem er »drei Gürtel abnehmender Temperatur« unterscheidet. Das winterlose, tropische Regenklimate, das warm gemäßigte Klimate und das winterkalte, subarktische Klimate werden »eingengt« von den »Reichen des ewigen Schnees und der Trockenwüsten« (Köppen 1918: 195). Die die Erdoberfläche differenzierenden Gürtel gliedern sich auf der nächsten Abstraktionsstufe in elf weitere Klimata auf. Dazu gehören das feuchttemperierte, das wintertrockenkalte und das feuchtwinterkalte Klimate. Auf der nächstkonkreten Ebene finden sich Auffälligkeiten wie »Monsunregen, Urwaldklimate trotz Trockenzeit«, »Nebel selten, aber große Luftfeuchtigkeit bei Regenlosigkeit und relativer Kühle« und »Regenzeit gegabelt, mit eingeschalteter kleiner Trockenzeit« (Köppen 1918: 195). Auf der untersten Ebene, wo Nuancen von entscheidender Bedeutung sind, steht neben den anderen Ausgangskategorien und eine den Text abschließende Auflistung von für die Klimata beispielhaften Städten auch der Mensch oder genauer: die menschliche Kultur.

Über die einzelnen, über den Text verteilten Einstreuungen geht er in diesem Aufsatz noch nicht hinaus. Den Zusammenhang zwischen Kultur und Klimate spezifiziert er erst in seinem »Grundriss der Klimakunde« und widmet ihm zu diesem Zweck ein Kapitel zum »Verhältnis der Kultur zu den Klimazonen« (Köppen 1931: § 27):

»Der Tropenbewohner gleicht dem im Reichtum Geborenen, der nicht arbeiten lernt, weil er es nicht braucht; der Polarmensch dem Proletarier, der keine lohnende Arbeit finden kann, da kein Acker, seinen Schweiß zu lohnen, da ist. Der Bewohner der Mittelzone aber ist der arbeitgewohnte und unternehmungslustige Mittelstand, der ohne Arbeit Not leidet, mit der Arbeit aber immer neue, steigende Bedürfnisse befriedigt.« (Köppen 1931: 108)

Für die Klimatologie war die Klimakarte ein Darstellungsformat, mit dem mehr als je zuvor systematisch und mehrdimensional erklärt werden konnte, warum und in welchen Hinsichten sich Gesellschaften weltweit aus klimatologischer Perspektive unterschieden. Wie auch im Kolonialdiskurs beschäftigten die kartografische Klimatologie die Vorbedingungen, die bestimmte Formen des Wirtschaftens und der »Gewohnheiten« begünstigten, verhinderten und erübrigten. Beispielsweise führt Köppen aus, dass die Hitze für den »Tropenbewohner« zugleich Fluch und

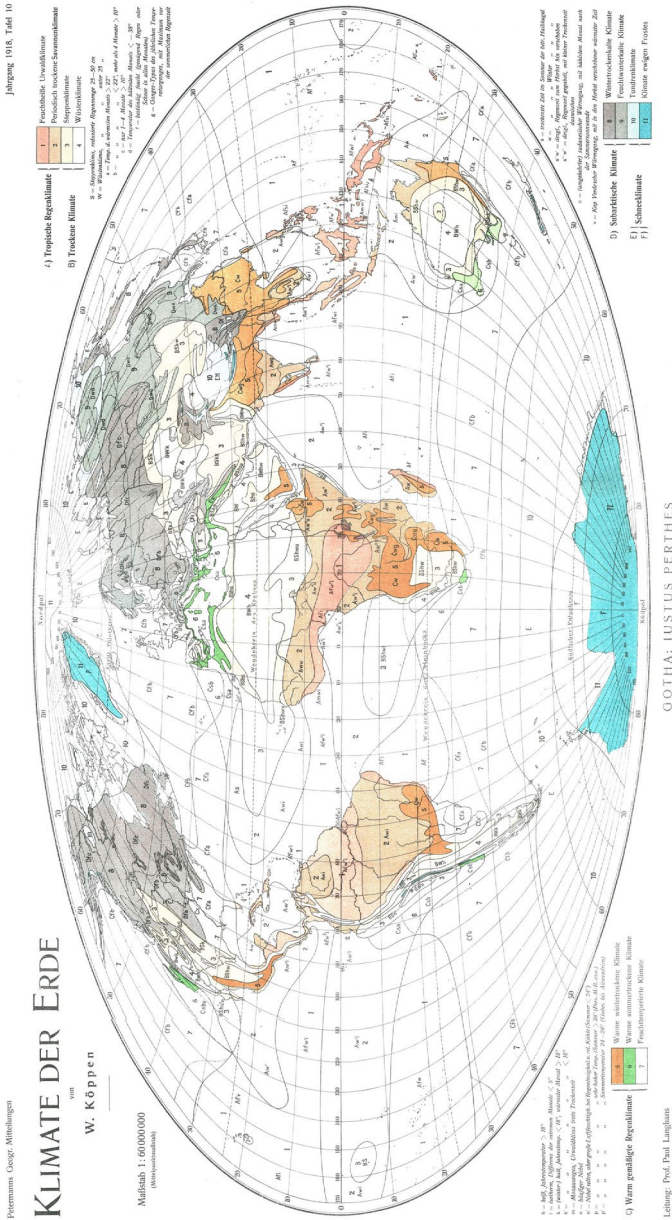


Abbildung 1: Kartografische Darstellung der klimatologischen Differenzierungstheorie
 Aus: Köppen 1918, verfügbar unter https://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/pics/Koppen_1918_Map1.jpg (abgerufen am 15.06.2025)

Segen sei; er brauche nicht arbeiten, könne aber auch nicht arbeiten, da er durch die Hitze träge werde. Der Schmälerung der Leistungsfähigkeit könne sich auch der »Nordländer« trotz seiner »mitgebrachten idealen Ziele« nicht für längere Zeit in heißen Klimazonen entziehen; das »atemlose ›going ahead‹« (108) lasse sich allenfalls ausnahmsweise über einen außergewöhnlich heißen Sommer durchhalten.

Über diese ersten tentativen Vergleiche hinaus konnten durch ein »lumping« und »splitting« (Zerubavel 1996) entlang klimatologischer Variablen verschiedene Gesellschaften unterschieden und der »Tropenbewohner« mit dem »Polarmenschen«, der »Polarmensch« mit dem »Proletarier«, der »Mittleuropäer« mit dem »Mittelständler« verglichen werden. Vor der Klimatologie breitete sich, wie Köppen schreibt, eine »von der Temperatur erzeugte Zonengliederung der Kultur« (108) aus. Sie wurde angereichert durch eine Vielzahl an Unterscheidungs- und Vergleichskriterien, die eine feinere Auflösung des Bildes von den Gesellschaften erlaubte und mehrere Schichten von Gesellschaftlichkeit zeigte. Großkategorien wie »Europäer« erwiesen sich bei näherer Begutachtung weniger geeignet; Köppen zufolge teilten die Portugiesen mit den Algeriern das Dasein als Küsten- und Wüstenbewohner und tendierten daher zu Raubzügen und »Menschenraub« (109); wie eine Temperatur zwischen 10 und 18 °C beste Bedingungen für »europäische Arbeiter« biete, führe sie auch zu »spontanen Kulturregungen anderer Rassen« (108). Und Gesellschaften erhielten eine Geschichte: In der Vergangenheit sei es den »ältesten Zivilisationen« wie Ägypten oder Mesopotamien in den Trockenklimata nur gelungen, zu überleben, indem sie ihre Felder künstlich bewässerten; Jägervölker entstanden vor allem in Waldgebieten, wo sie mit Armut und Unsicherheit zu kämpfen hatten; die Bauernkultur sei das Produkt von Mischgebieten; bei den aus dem Steppenklimate hervorgegangen Nomaden sei »Arbeit Aufgabe des Weibes«, während »die des Mannes aber Krieg und Raub« (110) sei usw. usf.

In der Fragmentierung klimatisch differenzierter Gesellschaften entdeckte die Klimatologie einen günstigen Nährboden nicht nur für eine geografische Differenzierung, sondern auch für eine soziale Differenzierung, wie beispielsweise im Fall der geschlechtlichen Arbeitsteilung der Nomaden. Daneben sah Köppen das Klima für die weltwirtschaftliche Differenzierung verantwortlich. Hatte schon Hann darauf hingewiesen, dass »der Verkehr zwischen diesen Gegenden [Tropen und Polarländern] verschiedensten Klimas und verschiedenster Erzeugnisse« (Hann 1883: 555) zugenommen hatte, so sieht Köppen im Klima eine dominierende Ursache für den Welthandel: »Denn die Produkte der heißen Länder kann der unternehmende Nordländer sich holen, seine Energie kann er aber nicht dorthin auf die Dauer verpflanzen. Von Natur arme Randgebiete der Festländer [...] gewinnen im Zeitalter des Weltverkehrs dominierende Stellung« (Köppen 1931: 110). Weil die Gesellschaften in

kühleren Klima-Nischen weniger haben anbauen können, haben sie sich die klimatische Differenzierung der Erde zunutze gemacht und sich auf eine soziale Arbeitsteilung eingestellt. Sie seien zum Handel übergegangen, der sich dann zu einem Weltverkehr ausgebaut habe, der schließlich die »Nordländer« in eine günstigere Position gebracht habe. Klimatologen wussten, dass man vielerorts »umsonst einen Kampf mit dem Klima zu kämpfen« (Kerner 1863: 30) versucht habe, weshalb man gut beraten sei, die natürlich gesteckten Grenzen zu akzeptieren und im Rahmen der Möglichkeiten seinen Gestaltungsspielraum zu nutzen. Hatte es vor Köppen schon Einlassungen dieser Art gegeben, war es erst die in Karten gegossene klimatologische Differenzierungstheorie, die die Korrespondenz von klimatischen Verhältnissen und gesellschaftlicher Verfasstheit buchstäblich *zum Vorschein brachte*.

Die klimatologische Kartografie stieß auf große Resonanz. Die Isothermen wurden etwa in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts in Handbüchern wie Gehlers »Physikalischem Wörterbuch« und Atlanten wie Berghaus' »Physikalischem Atlas« abgedruckt (Robinson & Wallis 1967: 122). Wie »zeitlose« topografische oder geologische Karten wurden auch die Klimakarten in Nachschlagewerken veröffentlicht. Eine Reihe von Karten ist etwa in dem zweibändigen »Physikalisch-statistischen Atlas des Deutschen Reichs« von 1876 und 1878 und in dem zwischen 1882 und 1887 erschienenen österreichisch-ungarischen Pendant abgedruckt worden (vgl. Coen 2018: 136, Fn. 43). Wie bereits an den zahlreichen Kombinations- und Abstraktionsmöglichkeiten absehbar ist, kam es nur selten vor, dass die Klimazonen auf dieselbe Weise abgegrenzt wurden, geschweige denn der Auswahl der Kriterien eine Grenze gesetzt wurde (Greene 2015). In dem Habsburger Atlas fand sich etwa eine Doppelseite mit Karten, die die »distribution of towns, hail fall, illiterates, and pigs« (Coen 2018: 137) abbildeten.

Mit der klimatologischen Differenzierungstheorie hoffte die Klimatologie, zu demonstrieren, über welch einen polyvalenten Gegenstand sie mit dem Klima verfügte. Die Klimaklassifikation hatte die Klimatologie einen Schritt näher zu ihrem selbstgesetzten Ziel, die Gesamtheit klimatischer Phänomene, die Gesamtheit der Klimata und die Gesamtheit menschlichen Lebens und Zusammenlebens zu erklären, gebracht. So holistisch wie der Anspruch war, so reduktionistisch waren jedoch die Erklärungen. Je zahlloser die Gesellschaften, die in ihren Blick gerieten, je vielfältiger die Gesellschaftscharakteristika, die die Klimatologie zu erklären gedachte, desto deutlicher trat die Generalisierung des Klimas als alles erklärende Variable zuungunsten andersartiger Erklärungen zutage.

Darüber hinaus war die Herangehensweise – nämlich eine große Menge an Daten zu aggregieren, zusammenzufassen und gegeneinander abzugrenzen – mit einigen Schwierigkeiten verbunden, die durchaus bekannt waren. Auch Köppen waren sie nicht entgangen. Über eins der

wichtigsten Vorprodukte der Klimaklassifikation war etwa in dem von der *Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften* herausgegebenen »Repertorium für Meteorologie« zu lesen: »[D]as arithmetische Mittel, in welchem die allerverschiedensten Zustände zusammen vergraben werden, ist Nichts Wirkliches, sondern eine abstrakte Grösse« (Köppen 1875: 3). Köppen (1918: 194) wusste, dass mit der Klimaklassifikation nur ein »annähernder Parallelismus« erzielt werden könne, indem die »vielen zusammenwirkenden Ursachen in der Natur« durch eine Auswahl der »klimatologischen Größen« ersetzt und folglich nur ein »mittelbarer« Zusammenhang erkennbar wird. Während Humboldt auf so grobe Vereinfachungen wie seine Wärmelinien aus Ermangelung der Daten zurückgreifen musste, hatte man inzwischen so viele Daten gesammelt, dass es problematisch wurde, die Welt durch »Grenzlinien« (Köppen 1884: 218) zu unterteilen. Der nächste Abschnitt widmet sich den Differenzierungsskeptikern und ihren Bedenken gegenüber einer scharfen Unterscheidung der Klimata.

3.4.3 *Blurring Boundaries*

In den vergangenen Kapiteln wurde gezeigt, wie die Klimatologie trotz ihrer globalen Erfahrung an der Vorstellung festhielt, dass die Welt aus klimatischen Parzellen besteht, in denen Gesellschaften beheimatet sind. Im folgenden Abschnitt soll es nun um die Zweifel an dieser Weltsicht gehen. Von den Weltreisenden hatten die Klimatologen gehört und bei ihren Forschungsreisen, Feldaufenthalten und Siedlungsprojekten beileibe erlebt, wie mobil, teilweise auch anpassungsfähig Menschen waren. Verharrte das Klima – so wie die Menschen – möglicherweise auch nicht in starren Grenzen? Zur Beantwortung dieser Frage zogen skeptische Klimatologen in diesem Fall nicht Rückschlüsse von ihrer klimatischen Erfahrung auf die Gesellschaft. Im Gegenteil: Unter Zuhilfenahme von Metaphern übertrugen sie ihr Gesellschaftswissen auf das Klima. Davon soll im Folgenden eine Sondergruppe von Metaphern, anthropomorphe und soziomorphe Metaphern, besonders interessieren und in Anlehnung an Ernst Topitsch und Hans Blumenberg vorgestellt werden. Anthropomorphe und soziomorphe Metaphern und Analogien kamen in der klimatologischen Literatur vielfach vor. So finden sich Publikationen beispielsweise zum »Pulsschlag der Atmosphäre« (Hann 1906), zum »Pflanzenleben der Donauländer« (Kerner 1863), zum »Pulse of Asia« (Huntington 1907), zur »Erde als Weltkörper« (Hann 1896: 3ff.) oder sogar zum »Drama of Weather« (Shaw 1933) und zum »Reich der Wolken« oder zur »Kampffront der Luftmassen« (Ficker 1932: Kap. 4 & 5). Ihrem klimatologischen Sinn nach stehen diese Metaphern als Darstellungsformate klimatologischen Wissens für ein Ringen mit den

Grundauffassungen der Klimatologie. Angesichts der Globalisierung der Forschung und der zunehmenden Erschließung größerer Gebiete artikulierten sie eine Skepsis gegenüber der Annahme einer Abgeschlossenheit der Klima-Nischen. Aus soziologischer Perspektive gewähren sie Einsicht in die expliziten und impliziten Gesellschaftsvorstellungen der Klimatologie. Die Metaphern verraten mindestens genauso viel über die Klima-Beobachter wie über das Klima.

Topitsch (1958) diskutiert neben den biomorphen und technomorphen auch die anthropomorphen und soziomorphen Analogien. Ihm zufolge dienen Analogien dazu, dem Unbekannten, Unverständlichen und manchmal Unheimlichen Sinn zu verleihen, indem sie mit Deutungen besetzt werden, die dem Vertrauten entnommen sind. Da »Einzelvorgänge oder die Gesamtheit des Universums als soziale Phänomene« (3) beschrieben werden, verraten diese Deutungen weniger über die beschriebenen Gegenstände, als sich eher die Vorstellungen der Beschreibenden an ihnen ablesen lassen (15). Sie artikulieren also implizite und explizite Annahmen über die Gesellschaft. Zu den Bildern, die Topitsch analysiert, gehören mal sehr eruierte und geschlossene Weltauffassungen, mal eher tentative, veranschaulichende Übertragungen. In die erste Gruppe fallen unter anderem »das Bild vom Menschen als ›kleiner Staat‹« (124), die Vorstellung des Kosmos als »weitgehende Spiegelung des Erdenlebens« (32) oder die Übertragung der sozialen Ordnung auf eine natürliche Ordnung mit der Folge, dass angenommen wird, »daß das moralische oder rituelle Verhalten des Königs oder sein Gesundheitszustand die Fruchtbarkeit des Landes, die Gestaltung des Klimas oder den Wasserreichtum der Ströme beeinflusst« (93). Einen weniger abgeschlossenen Weltmodellcharakter haben Bilder wie der »Reigentanz« der Sterne oder das »Spiel auf einer Bühne« der »Menschenseelen« (185).

Auf die eruierten Modellvorstellungen der ersten Art, wie sie Topitsch primär verfolgt, griff die klassische Klimatologie seltener zurück. Stattdessen fanden insbesondere solche Bilder Anklang, die Blumenberg (2001) mit dem Begriff der *Unbegrifflichkeit* belegt. Es handelt sich dabei um Übertragungen, die, zumindest vorläufig, »nicht in Begrifflichkeit aufgelöst werden können« (Blumenberg 1960: 11) und für die es kein terminologisches Korrelat gibt: »Unbegrifflichkeit will mehr als die ›Form‹ von Prozessen oder Zuständen, sie will deren ›Gestalt‹« (Blumenberg 2001: 205). Sie füllen im fachsprachlichen Wortschatz eine Lücke mit einem ›Unbegriff‹, der nicht als bloßes rhetorisches Mittel oder als ein Platzhalter dient. Vielmehr erbringen Metaphern ein »Mehr an Aussageleistung« (Blumenberg 1960: 9) für das Erkenntnisinteresse und sind ein Ausdruck »der theoretischen Neugierde« (Blumenberg 2001: 193).

Zusammengefasst lässt sich festhalten, dass anthropomorphe und soziomorphe Metaphern – mit Topitsch – einen Einblick in die

klimatologischen Gesellschaftsvorstellungen gewähren und – mit Blumenberg – eine theoretische Leerstelle artikulieren. Für die Beschreibung der Gesellschaft greifen die Sozialwissenschaften bekanntlich häufig auf Metaphern, Analogien und Vergleiche zurück, die ihren Ausgang in Phänomenen nehmen, die jenseits des Sozialen liegen und sich nicht selten in der natürlichen Welt finden. Dazu gehören etwa der Organismus, der Parasit, das Milieu, neuerdings auch die Spezies und nicht zuletzt das System. Mit der Verbreitung physikalischer und thermodynamischer Begriffe schwappen im 19. Jahrhundert naturwissenschaftliche Denkfiguren in die Sozialwissenschaften (Beregow 2021: 76ff.). In der klassischen Klimatologie hingegen verhält es sich umgekehrt. Dort führen die Windstürme Kriege, kommunizieren die Klimata und gehen Regionen Beziehungen ein.

Der Grundpfeiler klimatologischer Theorie war die Annahme, dass sich klimatische Verhältnisse einigermaßen abgrenzen ließen. Der Totaleindruck war darauf angelegt, die »Einheit des Ortes [...] in ein Bild zusammen[zufassen]« (Köppen 1899: 7). Doch die empirische, mitunter globale Erfahrung belehrte einige Klimatologen eines Besseren und rüttelte an ihren Grundannahmen. Dies war beispielsweise im klimatisch heterogenen Habsburgerreich der Fall, wo nicht nur klimatische Kontraste das Bild prägten, sondern auch graduelle Unterschiede und »Schwellenwerte« (Köppen 1900: 593), »Übergangsgebiete« (Köppen 1918: 195) und Grenzen, wo keine sein sollten, dem Reich eine auf natürliche Gleichförmigkeit basierende Legitimationsquelle entzogen (Coen 2010).²⁰ Allerdings wird es bis weit in das 20. Jahrhundert dauern, bis nicht nur eine plausible Theorie der atmosphärischen Zirkulation zur Verfügung steht, sondern diese auch in der Klimatologie aufgenommen wird (ausführlich Kap. 4). Solange die Theorie nicht entwickelt war, griff die Klimatologie auf Metaphern zurück.

Mitte des 19. Jahrhunderts hatten Beobachtungszentren wie die Sternwarte im oberösterreichischen Kremsmünster über einige Jahrzehnte meteorologische Beobachtungsstationen unterhalten. Der Direktor der Sternwarte konnte 1840 die ersten Ergebnisse vortragen (vgl. auch Coen 2018: 68). Auf den »raschen Fortschritten der übrigen Zweige der Physik« (Koller 1841: 4) schielend vermutet der Vortragende, dass die klimatologischen Erkenntnisdurchbrüche bislang ausgeblieben waren, da

20 Coen (2018) identifiziert in der klimatologischen Literatur das Motiv der »Einheit in der Vielfalt«, mit dem die Idee einer Natürlichkeit des Reiches gerettet werden sollte. Wenn das Reich sich schon nicht auf eine natürliche Homogenität berufen kann, sei es gerade die Integrationsfähigkeit, Arbeitsteiligkeit, Diversifizierung und innere Abhängigkeit, die den Zusammenhalt begründe. Die Gesamtheit beuge gegen die zu erwartenden ökonomischen und landwirtschaftlichen Knappheiten vor, die ein Teil ohne das Ganze zu befürchten hätte.

die Klimatologie anders als die übrige Physik nicht auf das Experiment zurückgreifen könne und daher auf Beobachtungen angewiesen sei. Diese Beobachtungen hätten nun eine neue Einsicht abgeworfen: »[...] man gelangt immer mehr zur innigen Ueberzeugung, wie alle Theile unseres Planeten in einem ewigen atmosphärischen Verkehre stehen, und wie die Witterungs-Verhältnisse an einem Punkte der Erde nur eine Folge der Verhältnisse auf der übrigen Erde sind« (Koller 1841: 7). Auf Basis der vorhandenen Daten könne man nun »Ueber den Gang der Wärme in Oesterreich ob der Enns«, so der Titel des Vortrags, Auskunft geben. Die soziomorphen Metaphern des »Verkehrs« und des »Gangs« kommen nicht zufällig zustande. Sie stehen im unmittelbaren Kontext einer Wissenschaft, die sich im Prozess der Globalisierung befindet. Wie die Daten, die den Klimatologen aus Mannheim, München, Russland und den britischen Kolonien erreichen, über die Verkehrswege an Land und im Meer transportiert werden, folgen auch die klimatischen Phänomene ihrem Gang in der Atmosphäre.

Die Zeit sei vorbei, als man »die Herkunft des Regens fast ausschliesslich vom Meer ableitete« (Brückner 1900: 89), hieß es in einem Vortrag auf dem *Internationalen Geographenkongress*. Inzwischen wisse man, dass die »Beteiligung der Landflächen« (Brückner 1900: 90) nicht zu unterschätzen sei. Käte der gesamte Regen aus dem Meer, würde dies zu Wasserstandsänderungen führen, »die sich der Wahrnehmung nicht hätten entziehen können« (Brückner 1900: 93). Entweder komme der Regen nicht nur aus dem Meer oder es »muss also ebensoviel Wasser dem Ozean zurückgegeben werden« (Brückner 1900: 93). Infrage kämen zunächst die Flüsse, über die allerdings nur ein kleiner Teil wieder zurückgelange. Der weit überwiegende Teil müsste also über die Atmosphäre ins Meer gelangen. Aber auch das sei ausgeschlossen: Auf der einen Seite »bildet die atlantische Küste Europas das Einfallsthor für die ozeanischen Dampfmassen«, von wo aus sie weiter nach Osten ziehen, und auf der anderen Seite »hemmen hohe Gebirge in Asien vollständig, in Europa fast vollständig die Kommunikation« (Brückner 1900: 93). Auch in anderen Himmelsrichtungen und Kontinenten herrschen Bedingungen, die den Schluss zulassen, dass der Regen »den Landflächen entstammt« (Brückner 1900: 94). Neben »Herkunft«, »Beteiligung«, »zurückgeben« und »entstammt« fällt vor allem die soziomorphe Metapher »Kommunikation« ins Auge. Was oben der »ewige Verkehr« der Menschen und Luftströme war, ist hier umgekehrt die »gehemmte Kommunikation«. Während das »Handbuch der Klimatologie« davon ausgeht, dass die klimatischen Verhältnisse mal »eine schnelle und leichte Kommunikation« erlauben, mal »in eine Art Gefangenschaft« (Hann 1883: 741) der Einwohner führen, regulieren hier die allgemeinen klimatischen und geografischen Verhältnisse die Kommunikation der Atmosphäre. Wie sie die Kommunikation der Menschen erleichtern oder erschweren, begünstigen

und hemmen sie auch sich selbst. Was im Bereich des Sozialen beobachtet wird, übertragen die Klimatologen aus Ermangelung präziser, fachwissenschaftlicher Begriffe auf das Klima.

Mit Verweis auf Hann heißt es in einem Lehrbuchbeitrag, dass die Windströme »die klimatischen Grenzen verwischen und die benachbarten Klimagebiete in steter Wechselbeziehung erhalten« (Kisch 1898: 655; vgl. auch Coen 2018: 183). Sie seien »die eigentlichen Wettermacher« und sie »[beherrschen] das ganze Klima«. In den *Freiburger Berichten der naturforschenden Gesellschaft* wird in einem ähnlichen Sinn die »Wirkungssphäre beider Klimaregimes« im Alpengebiet diskutiert, in deren »Grenzzone« oder »Überschneidungsgebiet« »sich zwei typisch verschiedene Klimate um die Vorherrschaft streiten« (Lies 1927: 16). Eine »meteorologische Begründung« für die beobachteten Erscheinungen könne der Forscher nicht anbieten, aber »einen Überblick des großen und mannigfaltigen Gebietes« (Lies 1927: 16) könne er dafür liefern.

Immer wieder begegnen Lesern klimatologischer Literatur neben Metaphern der Kommunikation und des Austauschs klimatischer Verhältnisse auch militärische oder politische Soziomorphismen. Von »Einfallssthor«, »beherrschen« und nun von »Klimaregimes« und »Vorherrschaft« war bereits die Rede. Coen (2010: 864f.) weist auf einige typische Stellen im »Kronprinzenwerk« hin. Darin wird eine »Vorherrschaft« und »Herrschaft der atlantischen Luftströme« im österreichisch-ungarischen Raum vermutet, die manchmal unterbrochen werde, wenn ein niedriger Luftdruck Nordeuropa oder Russland »beherrscht« und Luftströme so aus dem Norden »[herein]brechen« (Hann 1886: 147). Einige, insbesondere vom Meer abgeschiedene Regionen seien daher gelegentlich den »Kälte-Invasionen aus Rußland« ausgeliefert, während vor allem »Berggegenden [...] gegen die Kälte-Invasion von Norden besser geschützt« (Hann 1886: 174, 177) seien. Von diesen temporären Ausnahmen abgesehen, habe der Winter auf den Alpengipfeln »seine dauernde Heimstätte aufgeschlagen« (Hann 1886: 138). Insgesamt könne »die ganze Monarchie« aber damit rechnen, dass spätestens der Frühling »auf seiner Reise« das Reichsgebiet sukzessive »unter seine Herrschaft bringt« (Hann 1886: 139). Über das »Pflanzenleben« schreibt der Pflanzensoziologe Kerner (1863: 13), dass es »wie das Menschenleben [...] seine Epochen und seine Geschichte aufzuweisen [hat] und hier wie dort sehen wir ein ewiges Ringen und Kämpfen, ein ewiges Verdrängen und Erneuern, ein ewig Kommen und ein ewig Gehen«.

Die Liste der soziomorphen Metaphern ließe sich beliebig erweitern: »ein friedliches Verhältnis« (Ficker 1932: 46), das unvereinbar ist mit dem Zusammentreffen von kalter und warmer Luft; »Aktionszentren« (Trabert 1905: § 16), die als dauerhafte Druckgebiete den Gang des Wetters beeinflussen; ein »in behinderter Kommunikation mit dem Ozean« (Arrhenius & Lachmann 1923: 148) entstandenes Salzsteinlager;

entweichende Luft, die »an das Geräusch schwerkalibriger Geschosse erinnert« (Ficker 1921: 188); der »Kampf zwischen den Süd- und Nordwinden« (Kreil 1865: 421). Die Klimatologen beobachteten den zunehmenden Verkehr, den Wachstum des Warenhandels (den sie ja auch zu erklären beanspruchten), die Mobilität der Menschen und Güter, die militärische Landnahme, Konflikte um Grenzen und Territorien und die Ausbreitung klimatologischer Forschung. Die Metaphern stellten sich teils wie ein konkreter Kommentar auf die historische Situation dar, teils artikulierten sie allgemeine Vorstellungen der Klimatologen über das menschliche Leben und die Risiken des Zusammenlebens. Sie kamen insbesondere dann zum Einsatz, um der Vermutung über die permeablen Grenzen der Klimata Ausdruck zu verleihen und Skepsis an der definitiv bestimmten geografischen Orientierung der Klimatologie, an der sie nichtsdestotrotz festhielten, zu äußern.

Die Festlegung auf relativ stabile Klimazonen koinzidierte jedoch mit der zunehmenden ›Dynamisierung‹ der Meteorologie. Während bei Dove bereits Mitte des 19. Jahrhunderts die Isothermen mit Beschreibungen belegt wurden wie »›sich bewegen,‹ ›wandern,‹ ›werden steiler,‹ ›sich verflachen,‹ ›sich zusammen‹« (Leighly 1949: 665), hielt die Klimatologie an der geografischen Orientierung und dem räumlichen Denken fest. Überlegungen über die Unschärfe klimatischer Grenzen, ganz zu schweigen von einer Einsicht in die globale Dimension atmosphärischer Zirkulation blieben eine Ausnahme. Der Klimatologie ging es um die geografische Begrenzung, Differenzierung und Verteilung klimatologischer Phänomene, einschließlich der Gesellschaften. Zur Jahrhundertwende waren in der Meteorologie dagegen Theorien im Entstehen begriffen, die Veränderungen in der Zeit statt räumlicher Variationen betonten. Bald sollten sie den Vorzug der Raumdimension auch in der Klimatologie problematisch werden lassen. Die zeitgleichen Entwicklungen in der Meteorologie und deren anschließende Wirkung auf die Klimatologie sind Gegenstand des folgenden Kapitels.

4 Globalisierung, Universalisierung und Temporalisierung

»Und möglicherweise ist dieses Molekül irgendwann der Tropfen, der das Fass zum Überlaufen bringt und dazu führt, dass irgendwo auf den Philippinen ein tödlicher Sturm entsteht – à la Humboldt: Alles hängt mit allem zusammen.«

– Hans Joachim Schellnhuber¹

Das grönländische Eisschild, die Permafrostböden, der Amazonas oder die Atlantische Umwälzzirkulation gehören zu den Elementen im Klimasystem, über die in der Klimaforschung heftig, teils emotional gestritten wird. Vertreter der Kippunkttheorie nehmen an, dass die Überschreitung bestimmter Grenzwerte in diesen lokalen ›Subsystemen‹ zu einer abrupten und irreversiblen Verschiebung im globalen Klimasystem führen könnte. Jedes CO₂-Molekül ist in dieser Perspektive eins zu viel. Der wohl prominenteste Fürsprecher dieser theoretischen Erwägungen, Hans Joachim Schellnhuber, warnt daher, dass jedes Molekül einen Schalter umlegen und kleinere oder größere Effekte herbeiführen könnte. Er offenbart und benennt damit ein tiefverwurzeltes Denken der Klimaforschung, das mal in radikalerer, mal in moderaterer Ausprägung verbreitet ist, das sie insgesamt aber niemals abgelegt hat: Die Annahme, dass alles auf der Erde, ja sogar in der Welt miteinander verknüpft ist. Sie findet sich nur nicht bei der in der humboldtschen Tradition stehenden Klimatologie.

Wie im vergangenen Kapitel dargestellt, herrschte ein solches Denken in der klassischen Klimatologie mitnichten vor, und zwar nicht trotz, sondern wegen ihrer Verpflichtung auf die humboldtsche Lehre. Mit Ausnahme einiger skeptischer Stimmen vertrat die Klimatologie die Ansicht, dass die Welt in mehr oder weniger geschlossene Klima-Parzellen differenziert ist. Nicht so im Fall ihrer Mutter- oder Nachbardisziplin. Dort ist die »Alles hängt mit allem zusammen«-Annahme zu suchen. Die nachfolgenden Analysen widmen sich den methodischen, theoretischen und infrastrukturellen Entwicklungen in der Meteorologie und den konzeptionellen Umbrüchen, die sie mit zeitlichem Verzug auch für die Klimatologie mit sich brachten. Rund ein Jahrhundert bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts stehen im Fokus. Das Kapitel entfaltet zwei Thesen. Es zeichnet einige Facetten der Globalisierung des meteorologischen Beobachtungsnetzes nach und argumentiert zum einen,

1 Im Gespräch mit Unbehauen (2021: 15).

dass die räumliche Erschließung der Welt (anders als in der Klimatologie) Bedingung und Folge eines zunehmenden Problembewusstseins für die globale Dimension atmosphärischer Phänomene ist (4.1). Diese Entwicklung wird in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts in erster Linie durch die Ambition vorangetrieben, nicht nur den Zustand des Wetters zu diagnostizieren, sondern seine zukünftige Entwicklung zu prognostizieren. Um 1900 bringt sich eine physikalische Theorie der Atmosphäre ins Gespräch, die die Wetterprognose mit wissenschaftlichen Mitteln in Aussicht stellte und der es gelang, die Globalität des Beobachtungsnetzwerks und Beschreibungskategorien des Globalen konzeptionell zusammenzuführen (4.2). Während die ›Verwissenschaftlichung‹ der Meteorologie ihren Lauf nahm, geriet die Klimatologie derweil unter Legitimitätsdruck (4.3). Die räumliche Orientierung, die Fragmentierung der Welt und auch die Betrachtung des Klimas durch die Linse seiner Einflussbeziehung zum Menschen standen zunehmend infrage. So adaptierte die Klimatologie die physikalische, genetische und globale Perspektive der Meteorologie auf die Atmosphäre und wandte sie auf das Klima an. Zum anderen verfolgt das Kapitel die These, dass sich die meteorologische Betrachtungsweise in der Klimatologie in einer Nivellierung und Verzeitlichung des Raumes ausdrückte. Der neue Klimabegriff sah die physikalische Untersuchung einer globalen Verkettung von atmosphärischen Phänomenen und ihrer Dynamik im Zeitverlauf vor und legte damit den Grundstein für die Beschreibung des Klimas als globales, singuläres System. Am Ende des Kapitels sind in den 1950er Jahren die Weichen für die Entwicklung einer veritablen Naturwissenschaft des Klimasystems gestellt, die den Faktor Mensch aus ihrer Gleichung herauszustreichen drohte.

Damit widmet sich dieses Kapitel vorrangig der Untersuchungsdimension Variation und insofern den Veränderungen im Bereich der institutionellen, gesellschaftlichen und innerwissenschaftlichen Einflussfaktoren auf theoretische und methodische Entwicklungen sowie der Diffusion und Rezeption wissenschaftlichen Wissens. Während das vergangene Kapitel gezeigt hat, dass die Klimatologie einen räumlich-geografischen und in dreifacher Hinsicht holistischen Klimabegriff zuungunsten eines zeit-sensiblen Zugangs vertrat, der alle gesellschaftlichen Verhältnisse reduktionistisch auf klimatische Bedingungen engführte und in dessen Rahmen Gesellschaft in Kategorien der Rasse, der Kultur oder des Politisch-Territorialen mithilfe verschiedener Darstellungsformate wie Klimakarten oder Klimabeschreibungen konzeptualisiert wurde, argumentiert dieses Kapitel, dass die Meteorologie zeitgleich eine Neubewertung von Zeit und Raum, einen Verzicht auf die Entwicklung von (reduktionistischen) Gesellschaftskategorien, eine holistische Ausweitung des Erkenntnisinteresses und einen Bedarf an neuen Darstellungsformaten anstieß.

Die ersten zwei Teilkapitel mögen auf den ersten Blick den Eindruck erwecken, als würden sie fern von dem Interesse der vorliegenden

Untersuchung an den klimabasierten Gesellschaftstheorien liegen, weil sie die Entwicklungen vor allen Dingen der Wetterforschung betreffen. Aber die Einsichten, die die Meteorologie gewann, erweisen sich bei einem zweiten Blick von herausragender Bedeutung für das gegenwärtige Verständnis von Klima und Gesellschaft. In den vergangenen zwei Jahrhunderten ist die meteorologische Infrastruktur zu einem engmaschigen Netz zusammengewachsen, das den gesamten Erdball, die Hydro-, Bio- und Lithosphäre umspannt (Heymann 2009: 189), in die Kryosphäre in eine Tiefe von über 3.000 Metern vordringt (Achermann 2020: 733) und in der Höhe um Satellitenbeobachtungen ergänzt wird. Allein zwischen 1990 und 2007 konnten die vom Weltklimarat diskutierten globalen Klimamodelle ihre Auflösung von 500 km auf 110 km erhöhen.

Die in Kapitel 4.1 diskutierte meteorologische Infrastruktur ist bereits um 1950 im Vergleich zu anderen globalen Beobachtungssystemen nahezu konkurrenzlos (Edwards 2006: 230). Als die Klimaforschung sich in den 1970er Jahren konsolidierte, erwies sie sich als unverzichtbare Grundlage. Sie stellte die Weichen für die Betrachtung des Klimas als globales System und schärfte den *global gaze* auch auf die Gesellschaft. Vergleichbares gilt für die theoretischen Entwicklungen, die Gegenstand von Kapitel 4.2 sind. Sie entstanden zwar in Reaktion auf meteorologische Bedürfnisse, aber sie drangen später in die Klimatologie ein, ebneten den Weg für eine globale, zeitsensible Betrachtung des Klimas, lösten den Klimabegriff von seiner geografischen Fundierung und statischen Konnotation heraus und bildeten später die Grundlage auch in der Klimaforschung, wo die Konzeptualisierung des Klimas als globales System auf die Gesellschaft übertragen wurde. Für diejenigen, die die Entstehungsgeschichte des globalen Beobachtungsnetzes und damit den meteorologischen und klimatologischen Beitrag zur ›faktischen‹ Globalisierung und globalen Kontaktsteigerung sowie die begleitende theoretische Deutung nachvollziehen wollen, lohnen diese zwei Teilkapitel. Wer sich nur für die im strengen Sinne klimabasierten Gesellschaftsbeschreibungen interessiert, kann ohne Verlust zu Kapitel 4.3 übergehen.

4.1 Die Organisation von Raum und Zeit

Bislang stand die Globalisierung in der Vorgeschichte der Klimaforschung in zweierlei Hinsicht im Vordergrund. Zum einen ging es um die globale Anwendung eines bestimmten Modells von Gesellschaft. Bis weit in die erste Hälfte des 20. Jahrhunderts war die Klimatologie auf der Suche nach der Korrespondenz zwischen gesellschaftlichen Merkmalen wie Kultur, politischen Verwaltungszonen, Wirtschaftsformen, Krankheit oder Sitten einerseits und den klimatischen Umweltbedingungen

andererseits. Eine zentrale Grundlage dafür bildete zum anderen die räumliche Ausdehnung klimatologischer Forschung. Klimatologen waren nicht nur dazu aufgerufen, ihre »Schmollwinkelchen« (Simony 1870: 50) zu verlassen und gelegentliche Spaziergänge oder Forschungsreisen zu unternehmen. Sie waren auch elementar in imperiale Projekte eingebunden und führten koloniale Expeditionen durch. Jenseits der zivilen Reisetätigkeiten und der kolonial motivierten Exploration »fremder« Weltregionen entstand auch eine mehr oder weniger dauerhafte, kollaborative und expansive Forschungsinfrastruktur. Sowohl die Klimatologie als auch die Meteorologie profitierten wesentlich von der Verbreitung und Systematisierung der Datensammlung. Während sie der Klimatologie für die *retrospektive* Schematisierung *regionaler* Klimatypen diente, versprach sie der Meteorologie einen *prospektiven* Zugriff auf die *globale* Wetterentwicklung. Dieses Teilkapitel fokussiert auf die wechselseitige Verstärkung von Koordinationsbestrebungen und globalem Problembewusstsein.

Beginnend im ausgehenden 18. Jahrhundert und vermehrt ab Mitte des 19. Jahrhunderts wurde der Aufbau des Beobachtungsnetzes maßgeblich von den wenigen staatlichen meteorologischen Observatorien und Instituten vorangetrieben. Das *Observatoire de Paris* konnte 1856 bereits 25 Beobachtungsstationen vorweisen, bis es schließlich von dem 1877 eigens für meteorologische Datenerhebung gegründeten *Bureau Central Météorologique de France* abgelöst wurde (Davis 1984). Bis 1880 verfügte die 1823 gegründete britische *Meteorological Society* über 74 Beobachtungsstationen (Symons 1881: 93) und vergrößerte die Anzahl ihrer Mitglieder gegenüber etwa 150 im Jahr 1850 auf 460 (Corless 1950: 83). Bevor das US-amerikanische Wetterbüro im Jahr 1870 seine Tätigkeit aufnahm, unterhielt die *Smithsonian Institution* das größte Netzwerk jenseits des Atlantiks. Als die Forschungseinreichung Mitte des 19. Jahrhunderts mit der Datensammlung begann, wurden zwar schon an 57 Militärposten, 41 Stationen in New York, 25 Stationen in Pennsylvania und an etwa 60 weiteren verstreuten Standorten Beobachtungen angestellt (Landsberg 1964: 271). Dennoch initiierte es als ihr erstes großes Forschungsprojekt ein meteorologisches Projekt, das zu Spitzenzeiten auf die Daten von über 600 ehrenamtlichen Beobachtern aus Nord- und Südamerika, Kanada, Mexiko und der Karibik zugrücken konnte, die sie mithilfe von geeichten Instrumenten erhoben, auf standardisierten Formblättern eintrugen und monatlich dem Institut per Post zusandten (Fleming 1990: 75).

Ein bis weit ins 19. Jahrhundert einzigartiges Projekt bildete das Beobachtungsnetz der *Societas Meteorologica Palatina* (Pfälzische Meteorologische Gesellschaft) in Mannheim. Es bewarb seine zu erwartenden Erkenntnisse mit dem Hinweis auf den »unmittelbaren Einfluß auf des Menschen Leben und seine täglichen Beschäftigungen« (zit. n. Cappel

1980: 14). Die 1780 gegründete Gesellschaft organisierte zwischen 1781 und 1792 ein Netzwerk bestehend aus 39 Stationen, deren Beobachtungsdaten sie in zwölf Jahrbüchern, den *Ephemeriden*, veröffentlichte (Cappel 1980: 23). Das Netz erstreckte sich vom US-amerikanischen Cambridge über Madrid, Dijon, Den Haag, Edinburgh, Kopenhagen, Rom und eine Vielzahl an Städten im deutschsprachigen Raum nach Lemberg, Moskau und Pyschma im Ural (Cassidy 1985: 23f.). Ausgebaut wurde es durch persönliche Bekanntschaft und durch Rekrutierung von ›Tabellenknechten‹ (Schneider 2021: 149), Hofastronomen, Medizinnern und Gelehrten aus Klöstern, Akademien und Universitäten (Cappel 1980: 18); aus Grönland lieferte ein Missionar Beobachtungen (Lüdecke 2005: 125). In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts dienten sie zahlreichen meteorologischen Analysen als Datengrundlage, weil erstmals langfristige und weltweite sowie zeitlich (5, 14 und 21 Uhr mittlerer Ortszeit) und instrumentell (u.a. Baro- und Thermometer) einheitliche Daten gewonnen und in einer Publikationsreihe verarbeitet und veröffentlicht wurden (Cappel 1980: 19).

Dieses Pionierprojekt erhob zwar schon weltweite Daten. Von der Annahme einer globalen atmosphärischen Zirkulation kann aber bei weitem noch nicht die Rede sein. Es begnügte sich daher mit der Ausweisung der rohen Mess-, Extrem-, Deviations- und Durchschnittswerte (Cassidy 1985: 22). Dafür erkannte es ein Problem, das an Relevanz nichts verloren hat. Die Klimatologie und die Meteorologie waren sich sicher, dass Vorkehrungen getroffen werden müssen, um ein solches Netzwerk zu betreiben und die Vergleichbarkeit der Daten sicherzustellen. Die Beobachtungen mussten koordiniert werden. Dies betraf zunächst die *Koordination einzelner Beobachter* (4.1.1). Geradezu konträr zu einigen qualitativen Formen der klimatologischen Erhebung und Interpretation von (Feld-)Beobachtungen galt für die numerische Datensammlung eine umso größere Erwartung an Präzision. »Novices must be taught to see things and to see the *same* things, a world held in common« (Daston 2008: 107), so ließen sich die Anerkennungsvoraussetzungen für meteorologische Beobachtungen charakterisieren. Die Initiatoren mussten also Maßnahmen ergreifen, die gewährleisten, dass die Daten invariant sind gegenüber den Erhebenden. Vor der breiten Verfügbarkeit automatisch registrierender Messanlagen war diese Anforderung weniger trivial, als sie auf den ersten Blick scheinen mag. Im Fall der meteorologischen Beobachtungen kam eine zweite Herausforderung hinzu. Solange nur wenige verstreute meteorologische Unternehmungen vorangetrieben wurden, gab es noch keinen *Koordinationsbedarf unter Organisationen* (4.2.2). Erst als weitere Organisationen hinzukamen und politische Verwaltungen ihre eigenen nationalen Dienste aufzubauen begannen (durchaus auch mit der Unterstützung bestehender Organisationen), stellte sich die Frage ein, wie man unter verschiedenen organisationspezifischen

Verfahrensweisen Gleichförmigkeit herstellt. Das Wachstum der Meteorologie stellte sich als Konkurrenzproblem dar; es offenbarte jedoch auch komplementäre Ziele. Schließlich eröffnete eine neue technologische Innovation die Perspektive auf eine *Koordinationserleichterung der Kommunikation* (4.2.3). Dank der Telegrafie standen meteorologische Beobachtungen instantan zur Verfügung und sie näherte die Hoffnung auf eine Prognose der Wetterentwicklung. Das aber erforderte, dass die Beobachtungen nicht nur zu gleichen, sondern zur selben Zeit durchgeführt wurden. Die Bemühungen, diesen Koordinationsproblemen zu begegnen, lassen sich als fortschreitendes Problembewusstsein für die globale Dimension atmosphärischer Phänomene interpretieren. Zusammengefasst behandelt dieses Teilkapitel sowohl die Koordination von Klimatologie und Meteorologie *in* einer bestimmten historischen Zeit und *an* bestimmten geografischen Orten als auch die »organization of time-space« (Giddens 1987: 153) in diesen Disziplinen.

4.1.1 Zentrum/Peripherie-Differenzierung

Für humboldtsche Wissenschaften wie die Klimatologie oder Meteorologie ist, wie bereits deutlich wurde, nahezu jedes Phänomen, das in Zusammenhang mit Klima und Wetter vermutet werden kann, »möglichst wichtig«, und da auch kaum etwas ausgeschlossen werden kann – von den Pflanzen und den Tieren über Feuchtigkeit, Wärme und Druck bis hin zu den Menschen, Kulturen und Krankheiten –, ist auch »nichts von strategischer Relevanz« (Stichweh 1984: 64). Selbst wenn der Gegenstand eingegrenzt würde – etwa auf die Pflanzenwelt, Himmelswelt oder Menschenwelt –, bliebe immer noch ein kaum erschlossener Raum, in dem sich auch einzelne, wenige Variablen in verschiedener Variation und Kombination antreffen ließen. Wer diesen Raum erschließen und den Informationsbedarf befriedigen möchte, kann kaum wählerisch sein, was die Auswahl des Personals anbelangt. Daher ist nicht nur der streng als Meteorologe oder Klimatologe ausgebildete Wissenschaftler im Feld der Forschung anzutreffen, sondern auch lange der Laie. Den weit überwiegenden Anteil an den Wetterbeobachtungen führten nichtgelehrte Amateurforscher durch.² Auf solche Formen der undisziplinierten »All-Inklusion« (Stäheli 2007) ist wesentlich das Wachstum der meteorologischen Wissenschaften zurückzuführen. Weil keine gegenstandsbezogenen – »lebendiges Bild des Zusammenwirkens aller atmosphärischen Erscheinungen« (Hann 1883: 3) – und räumlichen Selektionskriterien festgelegt und zugleich keine oder kaum institutionalisierte Rollen für

2 Für einen historischen Überblick über den Beitrag der Amateure zu ökologischer Forschung siehe Miller-Rushing et al. (2012).

wissenschaftliche Spezialisten geschaffen sind, ist die Einbindung von akademisch unausgebildeten Laien unerlässlich für die Datensammlung. Angesichts des Informationsbedarfs bildeten also weniger die Universitäten die primären Rekrutierungsorte neuer ›Wissenschaftler‹ als vielmehr öffentlich zugängliche Orte und Publikationsforen (Secord 1994; Bensaude-Vincent 2001: 103).³

Die Initiatoren meteorologischer Beobachtungen ließen ihre Partizipationsaufrufe nicht lediglich in ihren persönlichen Netzwerken zirkulieren. Auch auf öffentliche Zeitungsannoncen griffen sie zurück, um Beobachter zu rekrutieren. Der *Meteorological Society of London* genügte »a desire to promote the science of Meteorology« (zit. n. Fleming 1998: 35) als Zugangsvoraussetzung. Ein 1859 initiiertes britisches Beobachtungsnetzwerk (Glasspoole 1952) rief mehrfach in Zeitungen, darunter 1863 die Leser der *Times* »of both sexes, all ages, and all classes« (zit. n. Anderson 2005: 100), dazu auf, meteorologische Beobachtungen zuzusenden. Bereits 1867 konnte es auf Messdaten von rund 1.300 Beobachtern zurückgreifen, die ausgestattet waren mit »heartiness which is beyond praise« (zit. n. Anderson 2005: 100). Im auflagenstarken US-amerikanischen Wochenmagazin *Niles' National Register* adressierte ein Aufruf die »FRIENDS OF SCIENCE« (Espy 1842) in Kanada und in den USA sowie auf den Azoren-, Bermuda- und Westindischen Inseln und informierte, dass bald simultane Beobachtungen möglich wären, Formblätter vorbereitet seien und derzeit nur noch die Beobachter fehlen würden. Auch wenn es schon einige Zusagen gebe: »The number of observers cannot be too great« (Espy 1842: 229).

Der Absender des Aufrufs war, wie die Meteorologie insgesamt, chronisch unterfinanziert (Miller 1931). Die Finanzierung von gerade einmal einem Mitarbeiter wurde ihm gebilligt, mit dem er all die eintreffenden Daten verarbeitete. Neben den limitierten Finanzressourcen bei entgrenztem Forschungsinteresse hatten die ersten Beobachtungsnetze auch mit anderen Personalproblemen zu kämpfen, wie Fluktuation, Ausbildungsdefizite und durch anderweitige hauptamtliche Beschäftigungsverhältnisse bedingte Zeitknappheiten, die sich allesamt aus dem Voluntarismus des Beobachtungsnetzwerks ergaben.⁴ Die Meteorologie

3 Bensaude-Vincent (2001) weist zudem darauf hin, dass die Niedrigschwelligkeit der Partizipationsmöglichkeiten an Wissenschaft, sei es bloß als Rezipient populärwissenschaftlicher Bücher und feuilletonistischer Artikel oder als aktiver Amateurforscher, eine wichtige Legitimationsgrundlage der Wissenschaft im 19. Jahrhundert bot. Das heißt, dass sich hier neben der bereits thematisierten Legitimation über sachliche Aspekte wie die nationalstaatliche und imperiale Identitätsbildung (Kap. 3) auch eine über Rollen definierte Möglichkeit ergab, politischen und öffentlichen Rückhalt zu gewinnen.

4 Die *Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik* (vormals *Erdmagnetismus*) gibt an, dass noch heute die Beobachtungstermine gelten, die zur

entwickelte sukzessive eine Organisationsform der Infrastruktur, die relativ unempfindlich ist gegen Probleme dieser Art. Eine Differenzierung in eine in der *Peripherie* unproblematische Zone der Freiwilligen und Gerade-so-Qualifizierten und in eine im *Zentrum* konzentrierte Verwaltung, Bearbeitung und Koordination des Netzwerks und seiner Produkte erlaubte es, die Forschung auch dann und eben nur eingeschränkt fortzusetzen, wenn Personal wegfiel, es an Instrumenten mangelte, die Messungen ungenau waren usw.⁵ Im Zentrum etablierten sich schlichtweg Methoden, diese Mängel auszugleichen. Dazu gehörten mathematische Verfahren der Fehlerrechnung (Boumans 2015: Kap. 3) und der Ableitung (Gramelsberger 2010a: 57f.).⁶ Die Zentren wurden zu *centers of calculation* (Latour 1987: Kap. 6), in denen empirische Tatsachen nicht generiert, sondern akkumuliert, verarbeitet und um ihre verbliebenen lokalen Störfaktoren bereinigt wurden.

Der räumlichen Distanz der Zentrum/Peripherie-Differenzierung meteorologischer Beobachtungsnetze entsprach also auch eine soziale Arbeitsteilung. Da von Beobachtern erwartet wurde, dass sie bloß eine Stunde pro Tag in die Messungen und Aufzeichnungen investierten, nahmen Meteorologen an, dass keine Wissenschaft so von Laien profitieren könnte wie die Meteorologie (Anderson 2005: 7). Umgekehrt wurde es zu einer Entlastung für die Zentren, die Messungen abzugeben und sich neben der Distribution von Instrumenten und Formularen sowie der Akquise und Instruktion von Beobachtern vornehmlich der Verarbeitung der Daten zu widmen. Gerade mit Blick auf die Vorgesichte der meteorologischen Sammlung von Daten wird deutlich, dass

Zeit der klassischen Klimatologie aus »pragmatischen Gründen« festgelegt wurden. 7 und 19 Uhr lagen außerhalb der Arbeitszeiten der Beobachter. Zwar wird seit den 1980er Jahren ein Großteil der meteorologischen Daten automatisch erfasst, aber Wetterphänomene wie Gewitter erfordern nach wie vor »Augenbeobachtungen«; vgl. Zach-Herrmann (2017: 1).

- 5 Für den Umgang mit Personalfuktuation und undisziplinierten Beobachtern, siehe Vetter (2011). Während in vielen Fällen der Tod oder der Wegzug von Beobachtern einigen Mehraufwand für die Leitung im Zentrum erzeugte, erledigten sich in anderen Fällen die Probleme wie von allein: »Upon reading of Dillard's death in a local newspaper early in June, Connor [der Stationsleiter] wrote to ›Miss Dillard‹ (a hypothetical daughter) expressing his condolences but also inquiring about something surprising. ›There has been no break in the continuity of telegraph reports in consequence of Mr. Dillard's death,‹ he commented, ›and I would like to inquire who the person is that attends to the work‹« (Vetter 2011: 271).
- 6 Beispielsweise ist die Methode zur Berechnung von Abweichungen aus der Beobachtung des Problems entstanden, dass, wenn die Messungen und Instrumente uneinheitlich sind, es ist, als »if the climate of a place has changed« (Buys-Ballot 1872: 15).

es für die Meteorologie einen entscheidenden Umbruch bedeutete, ein Zentrum zu etablieren und als Organisation mehr oder weniger zu verstetigen. Bis zur Gründung von meteorologischen Beobachtungsorganisationen waren Messungen von Einzelpersonen vorgenommen worden. Sie stellten sich für spätere Analysen als weniger ertragreich heraus. Entweder waren die Daten nur lückenhaft oder nicht einheitlich erhoben und verarbeitet worden oder später nicht mehr erhalten (Hellmann 1914a). Der Direktor des *Preußischen Meteorologischen Instituts* hielt fünf Merkmale fest, die die Arbeitsweise der *Societas Meteorologica Palatina* von den bisherigen Bemühungen als der »erste gelungene Versuch der Begründung eines internationalen meteorologischen Beobachtungsnetzes« (Hellmann 1914a: 139) unterschied: (1) Sie stellte unentgeltlich Instrumente zur Verfügung, (2) vereinheitlichte die Instrumente und das Messverfahren, (3) schrieb feste Beobachtungstermine vor, (4) verarbeitete und veröffentlichte die Beobachtungen und (5) führte eine vereinfachende Symbolschrift ein (Hellmann 1914a: 147). Diese Arbeitsweise versuchten auch die neuen Beobachtungszentren im Umgang mit ihrem freiwilligen Personal zu kopieren. Dass sie die Erhebungszeiten standardisierten, genaue Anweisungen formulierten, Messinstrumente zur Verfügung stellten, Fehlerrechnungsverfahren etablierten usw. diente der Eliminierung von (subjektiver) Variation, der Sicherstellung von Komensurabilität und letztlich der Herstellung einer personen- und geographisch unabhängigen »aperspectival objectivity« (Daston 1992).

Die meteorologischen Beobachtungsnetzwerke ließen sich so weit ausbauen, wie das Zentrum über Verarbeitungskapazitäten verfügte. Um die Arbeitsteiligkeit der neuen Netzwerke zu umschreiben, griffen Meteorologen auf Metaphern zurück wie »a vast engine which sets in motion a thousand wheels« (zit. n. Anderson 2005: 99) oder »the central point, the moving power, of a vast machine« (zit. n. Edwards 2010: V). Die Verbreitung von Rechenhilfsmitteln, kartografischen Techniken und Umrechnungstabellen erlaubte eine zeit- und arbeitsschonende Verarbeitung der eingehenden Daten (Nebeker 1996). So war es möglich, dass sogar Daten in die Analysen einfließen konnten, die weder für die Öffentlichkeit bestimmt waren (wie private Wetteraufzeichnungen oder Militärprotokolle) noch für meteorologische Zwecke angelegt wurden. Eine Initiative, Daten dieser Art zu verarbeiten, ging beispielsweise vom *United States Naval Observatory and Hydrographical Office* aus, das nach einigen Namenswechseln ab 1854 unter diesem Titel firmierte. Die 1847 erstmals und bereits 1855 in siebter, erweiterter und verbesserter Auflage erschienenen »Wind and Current Charts« wurden im Wesentlichen durch Sichtung archivierter Schiffslogbüchern erstellt und sollten Seefahrern die Navigation erleichtern (Cullen & Geros 2020: 4ff.). Die Arbeit an ihnen war eine Reaktion auf die zunehmende Reisetätigkeit u.a. im kolonialisierten Indischen Ozean, wo der Monsun ein erhebliches

Reiserisiko für Verkehr und Handel barg. Später stattete die Einrichtung die Seefahrer »of every race« (Abbe 1899: 232) mit einheitlichen Logbüchern und Instrumenten aus und bat um die Dokumentation von Wind, Meeresströmung, Wassertemperatur und Luftdruck unter Angabe von Längen- und Breitengrad. Auf Grundlage der archivierten und systematisch erhobenen Logbücher wurden anschließend und fortlaufend die Karten erstellt. Als Entschädigung für den Arbeitsaufwand erhielten die Schiffsfahrer, da sie ja als »co-labourers in science« (zit. n. Cullen & Geros 2020: 6) erachtet wurden, eine Ausgabe der Kartensammlung.⁷

4.1.2 Konkurrenz und Kooperation

Das Kommunikationsnetzwerk wuchs rasant an, sodass Zentren nicht nur ihre Peripherien koordinieren mussten, sondern sich auch unter den Zentren zunehmend Kooperationsfragen stellten (Naylor 2006). Sollten sie zusammenarbeiten oder konkurrieren? Diese Frage stellte sich schon mit Blick auf den nationalen Austausch von Beobachtungsdaten und Finanzmitteln, sie erstreckte sich bald auch auf die Erwünschtheit transnationaler und internationaler Kooperation. Beispielsweise standen ab 1863 die *Smithsonian Institution* und das *Department of Agriculture* in einem personellen, finanziellen und intellektuellen Austausch zueinander; die *Smithsonian* produzierte nützliche Informationen für die Landwirtschaft, das *Department* steuerte Finanzmittel und Landwirte als Beobachter bei (Fleming 1990: Kap. 6). Allerdings emanzipierte sich das *Department* bereits um 1868 von dem Forschungsinstitut, entwickelte eigene Pläne zum Ausbau einer meteorologischen Infrastruktur und leitete die Beobachtungsdaten an die *Smithsonian* erst weiter, wenn es seine eigenen Analysen abgeschlossen hatte (Fleming 1990: 120, 150). Das meteorologische Projekt der *Smithsonian* bestand noch bis etwa 1874 fort. 1890 folgte die Angliederung des *Weather Bureau*, das 1870 als *Signal Service* gegründet worden war und die Infrastruktur der *Smithsonian* absorbiert hatte, an das *Department* (Kutzbach 1979: 65).

- 7 Da die Laienbeobachter ihr Amt ehrenhalber ausübten, bildete in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts die kostenlose Ausstattung mit Instrumenten und damit verbunden die Aussicht, eigene, lokale, möglicherweise präzisere Wettervorhersagen zu treffen, die wichtigste Motivationsressource (Dry 2009). Noch 1919, als sich die *American Meteorological Society* gründete, übten 40 Prozent der rund 600 Gründungsmitglieder eine Tätigkeit jenseits der Meteorologie aus, 30 Prozent entfielen auf Angestellte des *Weather Bureau*, zehn weitere Prozent standen in einem Arbeitsverhältnis mit anderen politischen Behörden, 20 Prozent waren im Bildungssektor (inkl. Schulen) tätig (Reichelderfer 1970: 207). Erst die Verbreitung selbstregistrierender Instrumente erübrigte größtenteils die Beteiligung von Amateurwissenschaftlern.

Bis dahin hatte sich die *Smithsonian* nicht nur als nationales Projekt hervorgetan, auch in seinen Bestrebungen war es an der transnationalen Organisation der Beobachtungssysteme beteiligt und wurde zur zentralen Figur in der internationalen Verbreitung von meteorologischem Wissen. Dafür hatte sie einen eigens für die Kooperation angelegten *International Exchange Service* aufgebaut. Die Zusammenarbeit des US-amerikanischen Forschungszentrums mit den japanischen Behörden während seines Bestehens dokumentiert beispielhaft, wie Zentren durch Konkurrenzverhältnisse in die Peripherie rückten und wie durch Kooperationsbeziehungen vormalige Peripherien zu Zentren wurden (Takarabe 2020). Im Zuge der Kolonisation von Hokkaidō sah das Kolonialbüro (*Kaitakushi*) vor, die eroberte Region mit wissenschaftlichen, auch meteorologischen Mitteln zu erschließen (Takarabe 2020: 8). Das Kolonialbüro kontaktierte zu diesem Zweck die *Smithsonian*. Ab 1871 stellte die *Smithsonian* Instrumente zu Verfügung, entsandte Meteorologen, unterstützte beim Aufbau eines Beobachtungsnetzes und publizierte Analysen (Takarabe 2020: 9ff.). Obwohl im Jahr 1887 eine Anweisung durch das Innenministerium und das 1875 gegründete Observatorium in Tokyo erging, ein eigenständiges und standardisiertes System zu adaptieren und sich von den US-amerikanischen Regeln zu emanzipieren (Takarabe 2020: 21f.), bestand die Verfahrensweise der *Smithsonian* noch bis 1888 fort. Erst ein Jahr später folgte Hokkaidō den Anweisungen aus Tokyo. Fortan rückte Tokyo ins Zentrum eines japanischen Beobachtungsnetzwerks. Nachdem Japan sich sowohl nach Taiwan als auch Nordkorea ausgebreitet hatte, schloss es sich mit den Observatorien etwa in Hong Kong, Manila und Shanghai zu einem »network of centers of calculation« (Miller 2001: 206) zusammen, kooperierte mit ihnen in einem fernöstlichen Unwetterwarnsystem und trat damit vorerst in eine Konkurrenzbeziehung zum US-amerikanischen Wetterbüro (Anduaga 2022; Williamson & Wilkinson 2017).

Folgt man einem Bericht vom Ende des 19. Jahrhunderts, angefertigt durch den Leiter des US-amerikanischen Wetterbüros (Abbe 1899), verfügten nahezu alle Erdregionen über einen Wetterdienst. Jedoch werden neben den Konkurrenzen auch die unterschiedlichen Schwerpunktsetzungen in der Wettervorhersage dazu beigetragen haben, dass die Internationalisierungsbestrebungen nur unstetig verliefen. In Mitteleuropa habe die Prognose von Gewitterstürmen im Mittelpunkt gestanden, in Mittelamerika der Regenfall und in Indien zusätzlich Trockenperioden, in Australien Trockenheit; in den USA sei die Vorhersage von Kälte- und Hitzewellen, Trockenperioden, Frost und Blitzen angestrebt worden. Lediglich die Vorhersage heftiger Windstürme und Hurrikans sei überall betrieben und Daten zu Wind, Temperatur und Regen erhoben worden, weshalb »our statistical knowledge of the condition of the atmosphere is so exceedingly incomplete« (Abbe 1899: 232). Um die

tatsächliche globale Dynamik des Wetters zu durchdringen, um einer »general meteorology of the globe« genüge zu tun, sei »the combined meteorological forces of the civilized nations of the globe« (vgl. Abbe 1899: 234) erforderlich.

Meteorologen und Klimatologen erkannten in den Neugründungen und in der Expansion der allerdings untereinander weitestgehend unabgestimmten Observatorien »das schon längst gefühlte und auch mehrfach bereits ausgesprochene Bedürfnis einer grösseren Uebereinstimmung derselben in den Ländern« (Bruhns et al. 1872: 193). Nach mehreren Anläufen seit den 1850er Jahren (Börngen & Foken 2022) gelang es 1873, insgesamt 32 Delegierte aus 20 politischen Territorien zu dem *Internationalen Meteorologen-Congress* in Wien zusammenzubringen (WMO 1973: 7). Darunter waren die Direktoren und Leitungsfiguren der nationalen Observatorien, vorwiegend aus Europa (u.a. Spanien, Großbritannien, Italien, Türkei, Dänemark, Schweiz, Schweden, Griechenland, Russland); für China und die USA kam ebenfalls jeweils ein Vertreter (*Internationaler Meteorologen-Congress* 1873: 35f.). In Anbetracht der Überschaubarkeit der Herkunftsländer scheint die Namensgebung der Konferenz etwas hochgegriffen. Wenngleich die Teilnehmer sich mit dieser Wahl der »Weltbedeutsamkeit« (Stichweh 2008c: 22) ihrer Veranstaltung selbst versicherten, artikulierten sich in ihr auch ein Anspruch, den es mittelfristig einzulösen galt: »eine übersichtliche Einsicht des Verlaufes der meteorologischen Erscheinungen über so grosse Theile der Erdoberfläche als nur möglich zu sammeln« (*Internationaler Meteorologen-Congress* 1873: 50).

Tatsächlich zeitigte der Wiener Kongress eine nachhaltige Wirkung. Er markierte den Beginn einer Verstetigung internationaler Kooperation, die sich zunächst in der Gründung der *International Meteorological Organization* (IMO) materialisierte – obgleich keine Klarheit darüber besteht, wann die Organisation sich selbst als solche erfährt (Henry 1930: Fn. 1; WMO 1973: 16) –, und 1951 in der zwischenstaatlichen *World Meteorological Organization* (WMO) mündete. Die Einrichtung eines auf Dauer gestellten internationalen Ordnungsrahmens in der Meteorologie reihte sich ein in den ab den 1870er Jahren an Beschleunigung aufnehmenden Trend zu einer ›Verorganisation‹ und Internationalisierung umweltbezogener Bestrebungen (Meyer et al. 1997b). Nach dem Wiener Kongress folgten Veranstaltungen u.a. in Rom (1879), München (1891) und Paris (1896) sowie die Wahl eines koordinierenden Komitees ab 1880 (Cannegieter 1963).

Trotz aller Ambitionen sind die Erfolge, die die IMO in den ersten Jahrzehnten bis zur Umbenennung und Anerkennung als zwischenstaatliche Organisation zu verzeichnen hatte, bescheiden ausgefallen. Beispielsweise krankte die durch den informellen, wissenschaftlichen Voluntarismus nationaler Wetterdienste gekennzeichnete Vorgängerin der

WMO, ungeachtet der Bekenntnisse, an Koordinationsfähigkeit, Verbindlichkeit und Einheitlichkeit der Datenerhebung (Miller 2001).⁸ Diese Einschränkungen sollen aber nicht über die hinter der Bestrebung stehende zentrale Einsicht hinwegtäuschen. Was vielmehr von Bedeutung ist, ist, dass es der Meteorologie nicht mehr genügen konnte, die Beobachtungen innerhalb politischer Grenzen vorzunehmen und vereinzelte transnationale Kooperationsprojekte zu schaffen. Die inkrementelle Anstrengung um eine nationale, dann transnationale und schließlich internationale Zusammenarbeit ist Bedingung und Folge einer zunehmenden Einsicht in die globale Dimension ihres Gegenstandes. Aus der Perspektive der Meteorologie, allerdings noch lange nicht der Klimatologie, hatte sich ihr Gegenstand im Zuge des Infrastrukturausbaus verändert; er hatte sich hinter die nationalen Grenzen zurückgezogen. Um ihm gerecht zu werden – das hatte der Wiener Kongress betont –, werde es Beobachtungen an »über so grosse Theile der Erdoberfläche als nur möglich« (Internationaler Meteorologen-Congress 1873: 50) geben müssen. Und auch das hatte der Wiener Kongress betont: Wie im Fall der Klimatologie ging es um die *Erdoberfläche*. Es wird noch einige Jahre dauern, bis nicht nur, aber vor allem eine physikalische Theorie der Atmosphäre endgültig und unzweifelhaft die Aufmerksamkeit von der Erdoberfläche auf den globalen Zusammenhang meteorologischer Erscheinungen lenkte (Kap. 4.2).

- 8 Die WMO versuchte diesen Problemen qua Status als zwischenstaatliche Organisation zu begegnen. Für einen Überblick siehe Edwards (2006). Die Verankerung des neuen Verbandes innerhalb der Vereinten Nationen erlaubte zwar die Idiosynkrasien der nationalen Dienste allmählich zu begrenzen, zugleich aber bedeutete der Status als UN-Organisation auch, dass die »nicht-souveränen« Kolonien ganz oder von vielen Mitgliedrechts exkludiert wurden. Erst in den folgenden Jahrzehnten konnten die Zugangshürden abgebaut, eine unabhängige Schulung für den Aufbau von Wetterdiensten dekolonialisierter, entstehender Staaten angeboten und eine dauerhafte, übergreifende und standardisierte Sammlungs- und Verarbeitungsinfrastruktur eingerichtet werden. Verzeichnete die WMO zu Beginn lediglich 30 Mitgliedsstaaten, waren es im Jahr 1963 auch dank der angelaufenen Dekolonisation 111 souveräne Staaten, die sich zu den verbindlichen Standards der Datenerhebung bekannten und formale Mitgliedsrechte ausübten (WMO 1973: 32 f.). Innerhalb der WMO werden Wetter und Klima nicht mehr als uneinheitliche Sammlung nationalstaatlicher Bruchstücke behandelt, sondern ein »*shared understanding of the world as a whole*« (Edwards 2006: 239) hergestellt, indem die Daten fortlaufend reanalysiert, korrigiert, konsistent gemacht und verknüpft werden (Edwards 2010: 20 ff.).

4.1.3 Das Schrumpfen des Raumes

Die geografische Distanz des Beobachtungsnetzes schloss einen elementaren Kommunikationszusammenhang weitestgehend aus. Die Meteorologie ist eine interaktionsarme Wissenschaft. Die meteorologische Infrastruktur erfreute sich ab Mitte des 19. Jahrhunderts an einer *Kommunikationstechnologie*, die den Informationsfluss auch dann gewährleistet, wenn der Großteil des Personals an abgelegenen Orten verstreut ist. Dem Erfordernis der Erreichbarkeit unter den Bedingungen der Abwesenheit mussten lange Zeit ausschließlich Buchdruck und Postverkehr genügen. Obgleich beispielsweise die *Ephemeriden* sich aus Beobachtungen zusammensetzen, die zur vergleichbaren (nicht zur gleichzeitigen!) Zeit vorgenommen wurden, waren die Daten nach ihrer postalischen Reise bei Ankunft in Mannheim schon nicht mehr aktuell. Das war auch nicht weiter kritisch, zumindest so lange kein Interesse an der Gleichzeitigkeit und Dynamik meteorologischer Erscheinungen bestand und die Kommunikation nicht durch verlorengegangene Post verunmöglicht wurde.⁹ Die Angewiesenheit auf vergleichsweise ›unbewegliche‹ Technologien und mit ihr die Auffassung von einer Statik meteorologischer Phänomene fand den Anfang von ihrem Ende mit der Einführung der *elektrischen Telegrafie*. Der Meteorologe Christoph Buys Ballot, der 1854 der Direktor des *Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut* werden sollte, teilte die Geschichte und Zukunft in drei Epochen ein, an deren letzter Schwelle er die Meteorologie sich zu befinden vermutete:

»Die erste beginnt mit A. v. HUMBOLDT. Sie musste vorangehen, man musste den mittleren Zustand der Atmosphäre überall kennen und wie v. HUMBOLDT es that, das Gesetzmässige dieses Zustandes in seiner Verbreitung auf der Erde musste aufgefunden werden. Der Stifter der zweiten Epoche ist DOVE, der, nachdem er lange die von A. v. HUMBOLDT bezeichnete Richtung verfolgt halte, dann auch die Abweichungen von diesem mittleren Zustande zu studiren anfang. Dieses ist noch jetzt die Aufgabe in der Meteorologie, man muss die Abweichungen vom Gesetze aufsuchen, um die Gesetze der Abweichungen zu finden. Die selbst registrirenden Instrumente und electrischen Telegraphen, müssen zusammen uns dazu behülflich sein; fleissig müssen die Beobachtungen benützt und in der Form von Abweichungen mitgetheilt werden um Zeit und Mühe zu sparen, damit bald die dritte Epoche eintreten möge, die, wo wir es

- 9 Zu den Kommunikationsproblemen der *Societas Meteorologica Palatina* vgl. Cassidy (1985: 20); Cassidy (1985: 22) zufolge lag das Primärinteresse in astrometeorologischen Zusammenhängen, die vor allem im Verhältnis zwischen Mondaktivität und Temperaturen, Luftdruck, Geburten, Krankheiten und Toden vermutet wurden, weshalb Verzögerungen verkraftbar waren.

versuchen können meteorologische Begebenheiten voraus zu sagen!«¹⁰
(Buys-Ballot 1850: 629)

Die ersten Telegrafienlinien waren gerade fertiggestellt und das erste Unterseekabel noch nicht eröffnet, da wähten sich Meteorologen bereits vor einer Zeitenwende. Hatte Doves Interesse an vergangenen, temporären Abweichungen bereits die Zeit an Relevanz gewinnen lassen (vgl. Kap. 3.4.1), war nun die Rede von der Voraussage der Ereignisse und Abweichungen. Die Abkapselung einer zeitsensiblen Meteorologie von der räumlich orientierten Klimatologie nahm ihren Lauf und wurde durch die rasante Verbreitung der Telegrafie katalysiert. Nach der Mehrfachentdeckung der Telegrafie in London und New York im Jahr 1837 folgten die ersten Linien zwischen London und Slough 1843 und von Baltimore nach Washington ein Jahr später. Ab 1851 konnten die ersten Nachrichten über das Unterseekabel zwischen Dover und Calais versandt werden. Noch in den 1850er Jahren nahmen Telegrafienlinien zum Mittelmeer und nach Nordamerika sowie 1865 nach Indien ihren Betrieb auf (Wenzlhuemer 2011). Bis zur Jahrhundertwende und kurz bevor die kabellose Telegrafie allmählich flächendeckend zur Anwendung kam (Kern 1983: 68f.), war bereits jeder Kontinent an das globale Kommunikationsnetz angeschlossen.¹¹

Die Telegrafie stellte einen neuen Kommunikationskanal zur Verfügung, der nicht mehr auf Transport- und Verkehrswege angewiesen war (Lübbe 1996: 134f.). Es mag trivial erscheinen, aber nicht mehr in einen Zug steigen, eine Strecke durchlaufen oder per Pferd sein Ziel erreichen zu müssen, d.h. auf *physische Mobilität* angewiesen zu sein, um eine Nachricht zu übermitteln, und stattdessen *technisch vermittelt in Echtzeit* zu kommunizieren, hatte weitreichende Konsequenzen für die Auffassung von Raum und Zeit. Hatte die Beschleunigung des Verkehrs die Widerständigkeit des Raumes so reduziert, dass seine Maße nicht nur in zurückgelegter Strecke oder geografischer Entfernung angebbar waren, sondern auch in der (gesparten) Zeit, die es benötigt, um ihn zu durchschreiten (Koselleck 2000: 160), hat die Telegrafie der »annihilation of space through time« (Harvey 1990: 232 et passim) eine ganz neue Bedeutung gegeben. Sie verlegte nicht bloß einen beträchtlichen Teil der

- 10 Die Erfindung der ersten selbstregistrierenden Instrumente nahm zeitgleich mit der Verbreitung der Telegrafie in den 1840er Jahren ihren Lauf. Dazu gehörte etwa ein elektromagnetisch betriebenes Instrument, das über ein Barometer, Thermometer und Hygrometer verfügte, an einer Uhr angeschlossen war und automatisch 1.008 Beobachtungen pro Woche, also etwa alle zehn Minuten, registrierte (Anderson 2005: 92 f.).
- 11 Zum Ausbau und zur Verdichtung der Telegrafie zwischen 1870 und 1900 vor allem in Europa, aber auch u.a. in Indien, Russland, USA und Teilen von Nordafrika vgl. Wenzlhuemer (2007b).

Kommunikation von den Transportwegen in einen ›immateriellen‹, von physikalischen Widerständen ›befreiten‹ Raum (Wenzlhuemer 2007a), sie erschloss auch neue Kommunikationsräume: »Die Transportrevolution brachte die Menschen zur Welt, die Transmissionsrevolution bringt dagegen die Welt (virtuell) zum Menschen« (Rosa 2005: 167). Ein beträchtlicher Teil der Welt lag nun potenziell ›vor der Tür‹, Kommunikationspartner und ihr lokales Erleben standen global zur Verfügung und es entstand eine gleichzeitig geteilte Gegenwart disparater Räume.

Die Möglichkeiten der Telegrafie für die Meteorologie lagen auf der Hand (zum Folgenden allgemeiner Werron 2014: 260f.). (1) Um Messungen vorzunehmen, musste man zwar auch ohne Telegrafie nicht vor Ort sein, aber mit der neuen Kommunikationstechnologie schien es, *als ob* die Peripherie im Nahumfeld des Zentrums lag. Verkräftbar war dann auch, dass die Wahrnehmungskomponente unmittelbarer Beobachtung durch die technische Vermittlung ausfiel, da sie durch die Standardisierung der Datenerhebung ausgeglichen wurde. (2) Was zuvor Tage, Wochen und Monate andauern konnte, vollzog sich nun innerhalb weniger Augenblicke; eine Vielzahl einzelner Messungen verschiedenster Wetterlagen erreichten das Zentrum, noch bevor sie sich verzogen hatten. Auf die Auskünfte über *verschiedenartige* und *zahlreiche* Peripherien konnte in *wenigen* Zentren innerhalb *kürzester* Zeit zugegriffen werden. (3) Doch der Telegraf ermöglichte den Anschluss nicht nur beliebig vieler Peripherien, sondern führte auch zu einer *Multiplikation des Empfängerkreises*. Die Informationen mussten nicht mehr nur in ein Zentrum zusammenlaufen, in dem die Daten verarbeitet und in aufbereiteter Form publiziert wurden. Vielmehr konnten sowohl mehrere Zentren in Kontakt zueinander treten als auch die Beobachtungen an mehrere Empfänger in den Peripherien adressiert werden, die ihrerseits eigene Analysen anstellen konnten (Bergman 2016).

Zum ersten Mal schien es möglich, große Mengen an Wetterinformationen innerhalb kürzester Zeit über tausende Kilometer zu empfangen, die Bewegung und Entwicklung von Wetterlagen in Echtzeit zu beobachten und zu prognostizieren, oder anders: *schneller als das Wetter zu sein*. Kurz nach der Verlegung der ersten Leitungen bringt ein Vortrag vor der *British Association for the Advancement of Science* das Kalkül auf den Punkt (vgl. auch Anderson 2005: 41):

»The ordinary rate at which atmospheric disturbances are propagated does not seem to exceed twenty miles per hour; so that with a circle of stations extending about 500 miles in each direction, we should in almost all cases be enabled to calculate on the state of the weather for twenty-four hours in advance.« (Ball 1849: 13)

Die Einführung dieser neuen Kommunikationstechnologie markierte den Beginn der *Wettertelegrafie* (Fleming 1990: Kap. 7) und der Möglichkeit,

mit Daten zu arbeiten, die nicht bereits Tage, Wochen und Monate veraltet waren, als sie an ihren Bestimmungsort gelangten. Direktoren und Leiter von meteorologischen Einrichtungen stellten sich vor, wie es wäre, ein »bird's eye view of the atmosphere« (Stewart 1869: 103; nahezu wortgleich FitzRoy 1863: 103) zu erlangen »– as if an eye in space looked down on the *whole* North Atlantic *at one time*« (FitzRoy 1863: 102), »such as it might appear to the inhabitants of the moon« (Stewart 1869: 102).

Elementarer denn je wurde das Problem der Standardisierung und Koordinierung, um die Möglichkeiten dieser Technologie voll ausschöpfen zu können. Wenn, wie im vergangenen Abschnitt skizziert, es sachlich gute Gründe gab, die Beobachtungssysteme auszubauen und zu vernetzen, dann wurden sie mit der Telegrafie um zeitliche Gründe ergänzt. Bereits im Vorfeld des Wiener Kongresses hatte Buys Ballot (1872) einige »Suggestions on a Uniform System of Meteorological Observations« zirkulieren lassen. Um ein möglichst breites Publikum zu erreichen, hatte der Niederländer, wie er im Vorwort erklärt, bewusst Englisch als Publikationssprache gewählt. Als zentrales Problem der Vereinheitlichung diskutierte er ausführlich auch die Frage, welche zeitliche Koordinierung wünschenswert wäre (Buys-Ballot 1872: 17ff.). Zwei Optionen schwebten ihm vor. Entweder man orientiere sich an lokaler Zeit und erhebe zeitlich versetzt an jeder Station die Daten zu einer festen, an allen Orten selben Uhrzeit (also z.B. immer um 7 Uhr), gewann also *synchrone* Beobachtungen. Bis dato war dies die gängige Methode. Eisenbahnstationen, Kirchen und Rathäuser bildeten zentrale Kontakt- und Orientierungspunkte in den Städten und boten sich daher auch als Referenz für die jeweilige Lokalzeit an, die sie an dem Sonnenstand ablasen (Zerubavel 1982). Oder es gelinge, eine standardisierte Zeitrechnung einzuführen und die Messungen gleichzeitig durchzuführen, also *simultane* Beobachtungen anzustellen. Neben den Eisenbahngesellschaften, die vornehmlich den Transport ihrer Passagiere und Güter koordinieren wollten, gehörte auch die Meteorologie zu den Förderern und Forderern einer einheitlichen Zeitmessung.

Buys-Ballot (1872: 56) gab dieser Methode den deutlichen Vorzug, da man auf diese Weise zu einem »view [...] of the simultaneous phenomena all over the globe« gelangen könne. Ein Jahr später stellte der Delegierte der USA auf dem Wiener Kongress einen Antrag, in dem er um die Zustimmung (noch nicht Umsetzung) zu simultanen Beobachtungen warb. Er erachtete »die sachliche Begründung desselben für überflüssig, weil die Wichtigkeit von Simultanbeobachtungen wohl ohne Weiteres allgemein zugegeben werde« (Internationaler Meteorologenkongress 1873: 27). Der Antrag wurde einstimmig angenommen. Nur zwei Jahre später ging aus dieser Abstimmung der *Bulletin of International Simultaneous Observations* hervor, der unter der Leitung des

US-amerikanischen Wetterdienstes bis 1889 weltweite, gleichzeitig gemessene und aufbereitete meteorologische Beobachtungen veröffentlichte (Fleming 1998: 42f.). Mit Beginn der Publikation der Beobachtungsreihe im Jahr 1875 spielte fortan die Meteorologie eine zentrale Rolle in der Standardisierung der Zeit (Bartky 1989). Der Chefmeteorologe des Wetterdienstes, Cleveland Abbe, wandte sich in diesem Jahr zunächst an einen Verein, der sich auf die Vereinheitlichung von Messverfahren und Maßeinheiten spezialisiert hatte, die *American Metrological Society*, die daraufhin eine Arbeitsgruppe für Standardzeit gründete. Erst Ende der 1880er folgte der »Report of Committee on Standard Time«, in dem sie sich für die »adoption of a uniform standard throughout the world« (zit. n. Bartky 1989: 37) aussprachen. Im Jahr 1882 luden die USA auf Initiative Abbes und weiterer wissenschaftlicher Gesellschaften zu einer internationalen Konferenz über die Vereinheitlichung der Zeitmessung ein (Bartky 1989: 40).

Vorausschauend hatte Buys-Ballot einige Jahre zuvor erkannt, dass die Aussichten auf eine Standardisierung der Zeit äußerst düster sind: »It is the old question, if Rome or Carthage shall impose their sceptre on the world« (Buys-Ballot 1872: 20). Der umfangreichen Darstellung der Historikerin Vanessa Ogle (2015) zufolge sollte es tatsächlich noch viele weitere Jahrzehnte andauern, bis in den 1950er Jahren die Standardzeit rund um den Globus größtenteils adaptiert wurde, weil es einerseits lokale Widerstände gab,¹² weil sich andererseits Rom und Karthago, in diesem Fall: Paris und London, um die Zentralstellung in dem avisierten System der Zonenzeit stritten (vgl. auch Kern 1983: Kap. 1). Langer Rede kurzer Sinn: Nicht nur partizipierte die Meteorologie an der globalen Vernetzung durch die Verbreitung der Telegrafie und nicht nur wirkte sie an der Einführung der Weltzeit als einer »Bedingung der Möglichkeit weltweiter Kommunikation« (Luhmann 1972: 90) an der »faktischen« Globalisierung mit, allmählich begann sie auch die soziale wie die natürliche Welt in Begriffen globaler Vernetzung zu denken. Zeit und Raum der sozialen Welt sollten organisiert werden, um den globalen Zusammenhang der natürlichen Welt zu erfassen.

4.2 Die Akademisierung der Schule des Lebens

Im vergangenen Teilkapitel lag der Schwerpunkt auf der Koordination von Raum und Zeit und damit einhergehend auf dem sich erhärtenden Verdacht, dass Wetterphänomene einer großräumigen Betrachtung bedürfen. Mit der Verbreitung der Telegrafie schien es im Bereich des

12 Maurer (1997: 32) charakterisiert die Verbreitung der westlichen Zeitmessung als eine »Form der heimlichen Kolonialisierung«.

Möglichen, nicht mehr retrospektiv das Wetter zu dokumentieren, sondern auch seine zukünftige Entwicklung vorherzusagen. Die folgenden Analysen widmen sich den anfänglichen Problemen, eine wissenschaftsbasierte Wetterprognose zu etablieren (4.2.1), der zunehmenden Einsicht in die Theoriebedürftigkeit der Meteorologie (4.2.2) und schließlich dem Einzug einer an die Bedürfnisse der Meteorologie angepassten physikalischen Theorie der globalen atmosphärischen Zirkulation, die den Anspruch auf universale Gültigkeit einzulösen versprach (4.2.3). In diesem Zusammenhang meint Universalität zweierlei. Erstens beabsichtigte die Theorie, die Wettervorhersage zu formalisieren, auf ein wissenschaftliches Fundament zu stellen und dem Bereich des Erfahrungswissens zu entziehen, sprich: personenunabhängige Gültigkeit zu garantieren (vgl. Heintz & Werron 2011). Im Rahmen dieser Arbeit ist noch wichtiger, dass zweitens erstmals einem breiteren wissenschaftlichen Publikum eine Theorie zugänglich gemacht wurde, die die Globalisierung des meteorologischen und klimatologischen Kommunikations- und Beobachtungsnetzwerks um eine eruierte *Terminologie des Globalen* komplementierte. Die Theorie war in dem Sinne universal, als sie sich von ihrem lokalen Entstehungszusammenhang löste, mit dem Anspruch auftrat, nicht »nur von örtlicher Bedeutung« (Heidke 1926: 349) zu sein, und nicht nur globale Gültigkeit, sondern auch die Beschreibung des Globalen behauptete: Sie war eine globale Theorie des Globalen.

4.2.1 Wissen, Glaube, Aberglaube

Als die ersten staatlichen Wetterdienste ihre Wettervorhersagen herausgaben, hatte es bereits einen Publikationsmarkt für die Deutung und Prognose von Wetterlagen und noch viel länger eine folkloristische Beschäftigung mit ihnen gegeben. Als relevanter Konkurrent für eine wissenschaftliche Wetterprognose stellte sich der sogenannte Almanach dar (Anderson 2005: Kap. 2).¹³ Eine Kombination aus neuen und günstigen (Bild-)Druckverfahren, Alphabetisierung und Steuersenkungen auf Papier hatte den Almanach ab den 1830er Jahren zu einem populären Zeitschriftensegment im englischsprachigen Raum gemacht. Almanachs erschienen periodisch und veröffentlichten Beiträge zu Themen von allgemeinem Interesse. Neben Artikeln zu astronomischen, statistischen, historischen, folkloristischen, wirtschaftlichen, sportlichen und gärtnerischen Themen stellten Kalender eine zentrale Komponente in den Zeitschriften dar. Sie datierten und verflochten öffentliche Ereignisse, gerichtliche Sitzungen, das akademische Jahr, astronomische und

13 Locher (2009) beschreibt eine ähnliche Konkurrenzsituation zwischen Meteorologie und Astrologie für das Frankreich der gleichen Zeit.

jahreszeitliche Zyklen und stellten eben auch Wetterprognosen für viele Monate im Voraus an.

Das Verhältnis zwischen populärer Wetterprophetie und wissenschaftlicher Meteorologie war von Beginn an und blieb bis Anfang des 20. Jahrhunderts ambivalent. Von Seiten der Öffentlichkeit wurde die Meteorologie mit dem Vorwurf der Scharlatanerie konfrontiert (vgl. auch Anderson 2005: 291 mit weiteren Verweisen). Beispielsweise musste sich ein Inspektor des Londoner *Meteorological Office* um die Beruhigung der angespannten Stimmung (Ley 1882) kümmern, nachdem besorgte Bürger, darunter ein Bischof in einem Brandbrief in der *Nature*, angesichts der desaströsen Folgen einer ausgebliebenen Sturmwarnung den Wetterdienst der Wetterprophetie und des »absolute breakdown of weather science« bezichtigten und ihren Unmut über den »discouraging«, »very strange« und »serious« (Carlisle 1882: 4) Zustand der Meteorologie äußerten. Wo Meteorologen die Gelegenheit zur publizistischen Beteiligung an den Almanachen bekamen, bemühten sie sich um die stillschweigende Verdrängung der spekulativen *Prophetien* und warben für eine wissenschaftlich informierte *Prognose*, die sich allerdings noch in ihrer Entwicklung befinden solle (Anderson 2005: 61ff.).

Doch statt offensiver gegen die Wetterprophetie vorzugehen und ihre Unwissenschaftlichkeit ganz grundlegend zu entlarven oder ihr doch wenigstens keine Aufmerksamkeit zu schenken, versuchten sogar einige Meteorologen bis ins 20. Jahrhundert ihr vielfach etwas Produktives abzugewinnen, d.h. sie zu verwissenschaftlichen. Immer wieder erwiesen Meteorologen der lokalen Expertise der Amateurbeobachter, der Lebenserfahrung der Bauern und Seeleute und dem nichtakademischen Studium meteorologischer Phänomene ihre Reverenz (Anderson 2005: 180ff.). Der in den Jahren 1894 und 1895 amtierende Präsident der *Royal Meteorological Society* publizierte beispielsweise in drei Auflagen eine mehr als 200-seitige »Collection of Proverbs, Sayings, and Rules Concerning the Weather« (Richard 1898). Die Meteorologie, begründete er die Publikation, »is very far from having reached the phase of an exact science« (Richard 1898: IX), aber bis dahin solle die Sammlung als Aufforderung verstanden werden, die Wetterfaustregeln auf ihren Wahrheitsgehalt zu überprüfen. In den USA widmete ihnen das Einführungsbuch »Elementary Meteorology« sogar eine ausführliche Diskussion (Davis 1894: 329ff.). Unbrauchbar seien zwar kalendarisch festgelegte Wetterregeln, »of much value« seien hingegen Ableitungen über das zukünftige Wetter aus Nebel und Wolken und »some countenance« (Davis 1894: 330) sei unter bestimmten Bedingungen einem Sprichwort über die Entwicklung von Zyklonen zuzugestehen. Fließende Übergänge sah noch im Jahr 1914 der Direktor des *Königlich Preussischen Meteorologischen Instituts* zwischen Wissen, Glauben und Aberglauben (Hellmann 1914b). Den Aberglauben könne man nicht vom Wissen unterscheiden, da man

Theorien, die später entkräftet wurden, »Jahrzehnte, ja Jahrhunderte lang geglaubt hat«, weshalb »es nämlich zwischen Wissen, Glauben und Aberglauben oft keine scharfen Grenzen gibt« (Hellmann 1914b: 631, 637).

Es sind diese Jahre, in denen die Meteorologie allmählich ein so großes, ein vielleicht zu großes Selbstbewusstsein aufbaute, dass sie konfrontativer mit den Wetterweisheiten umzugehen begann. Der Direktor des US-amerikanischen Wetterbüros nahm zu Beginn des 20. Jahrhunderts die Wetterprophetie so sehr als Konkurrenz wahr, dass er sich in eine öffentliche Kontroverse mit ihr begab und die Wissenschaftlichkeit seines Ansatzes dadurch zu beweisen versuchte, dass er mit zweifelhaften Methoden über das Wetter in einem Monat zu spekulieren begann (Pietruska 2011). In »The Drama of Weather« des einstigen Präsidenten des koordinierenden Komitees der IMO werden alltagsweltliche und pseudowissenschaftliche Wetterweisheiten einem Faktencheck unterzogen. Ironischerweise ist es spätestens dieses, ein populärwissenschaftliches Buch, das entschieden die »charlatans« (Shaw 1933: 65) zurückweist – namentlich werden Almanachs genannt – und Wetterweisheiten als Relikte längst überwundener Zeiten entlarvt (Shaw 1933: 60).

Nur langsam beugte sich die Meteorologie dem Bekenntnis zu naturwissenschaftlicher Theorie, Methode und Ausbildung *und* der Abgrenzung gegen Quacksalberei, um sich als wissenschaftliche Disziplin zu etablieren (vgl. auch Wilbers et al. 2021). Aber wie kommt es dazu, dass die Meteorologie so lange zurückhaltend gegenüber ihren publizistischen Konkurrenten und alltagsweltlichen Bauernregeln war, um sie erst in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts zurückzudrängen? Zur Beantwortung dieser Frage lohnt sich ein Blick in die Praxis der Wettervorhersage, wie sie Meteorologen in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts betrieben.

Der Begriff *forecast* ist nicht älter als etwas über eineinhalb Jahrhunderte. Anfang der 1860er führte ihn das britische *Meteorological Department of the Board of Trade* ein (Anderson 2005: 15), das 1854 zum Zweck der Koordination meteorologischer Seedaten und mit der Aussicht auf sicheres Geleit des Schiffsverkehrs eingerichtet wurde (Burton 1986: 151f.). Der Leiter der Einrichtung, der ehemalige Marineoffizier Robert FitzRoy, unterschied einen *forecast* von einer *prediction* und der ohnehin vorbelasteten *prophecy* mit dem Verweis auf die Wissenschaftlichkeit des Ansatzes: »the term forecast is strictly applicable to such an *opinion* as is the result of a scientific combination and calculation« (FitzRoy 1863: 171). Hinter einem *forecast* stecke nicht eine Einzelperson, sondern feste Verarbeitungsregeln, eine in der Entwicklung befindliche meteorologische Theorie und ein Beobachtungsnetz, das beinahe täglich (Sonntag blieb frei) zu festen Zeiten von bis zu 27 Orten telegrafisch seine Beobachtungen mitteilt.

Begonnen hatte die meteorologische Wettervorhersage lediglich als Sturmwarnung für Küstenregionen und den Schiffsverkehr. Nachdem die Beobachtungen eingetroffen waren, wurde eingeschätzt, ob und welche Regionen von einem drohenden Sturm betroffen sein könnten, und die betroffenen Küsten wurden angewiesen, bestimmte optische Signale sichtbar an einem Mast zu hissen (Burton 1986: 161f.). Wenige Jahre später kam die vollständige Wettervorhersage hinzu. Auf Basis rudimentärer Karten, experimenteller Instrumente wie dem Wetterglas¹⁴ und der telegrafisch transferierten Beobachtungen wurden die ersten *forecasts* schon eine Stunde nach Eingang der Daten für ambitionierte 48 Stunden ausgestellt (FitzRoy 1863: 171; Dry 2009). Die ›theoretische‹ Grundlage bildeten Daumenregeln, wonach etwa Wetterlagen sich immer ostwärts bewegen oder bestimmte Zyklonenarten typischerweise maximal vier Tage anhalten oder die Zyklonen auf Höhe Großbritanniens eine warmfeuchte und eine kalttrockene Seite aufweisen (Burton 1986: 164). Es waren erfahrungsbasierte Annahmen über lokale Regelmäßigkeiten, die der Wettervorhersage zugrunde gelegt wurden.

Die Pionierarbeit am *Meteorological Department* kam vorzeitig im Jahr 1865 zum Erliegen. Streit entbrannte nicht über die Adäquatheit der zugrundeliegenden Theorien, sondern über die Person des *forecasters* (Anderson 1999). Für die Öffentlichkeit war die Wettervorhersage eine *persönliche Kompetenz*. Immerhin trat der *forecaster* in unmittelbare Konkurrenz zum bereits etablierten Medium des Almanachs, darunter der prominente *Zadkiel's Almanac*, der mit dem gleichnamig pseudonomisierten Herausgeber eng verbunden wurde und der auf astrologischer Grundlage das Wetter Monate im Voraus bestimmte. Nach Jahren des publizistischen, wissenschaftlichen und finanziellen Widerstands nahm sich der ehemalige Marineoffizier das Leben. In der Folge wurde eine Untersuchungskommission unter der Leitung des Generalsekretärs der *British Association for the Advancement of Science* eingerichtet, die ihm den wissenschaftlichen, sozialen und leiblichen Tod persönlich zurechnete, um die Meteorologie von dem Vorwurf der Wetterprophetie und Scharlatanerie fernzuhalten (Anderson 2005: 122ff.). Der Bericht bemängelte an der bisherigen Praxis der Wettervorhersage, dass weder Notizen gemacht noch Rechnungen vorgenommen wurden, die Ableitungen innerhalb einer halben Stunde ausschließlich gedanklich vollzogen wurden und es sich bei den zugrundeliegenden Annahmen offenbar um exklusives Wissen gehandelt habe, das nicht gebracht wurde in eine »intelligible form of expression, [...] capable of being communicated in the

14 Dabei handelte es sich um ein mit Campher, Kaliumnitrat, Ammoniumchlorid, Ethanol und Wasser gefülltes Glasrohr, in dem die Kristallisationsvorgänge der chemischen Komponenten die Wetterentwicklung angezeigt haben sollen (Kaempfe et al. 2012).

shape of instructions« (Galton 1866: 20). Aber selbstverständlich, so die Kommission, »we do not wish for a moment to compare the efforts of the Department with the predictions of the ordinary weather prophets« (Galton 1866: 34). Im Nachgang der Ermittlungen wurde das *Meteorological Department* auf Empfehlung der Kommission in die wissenschaftliche Trägerschaft der *Royal Society* übergeben und in *Meteorological Office* umbenannt. Nun sollte es sich auf seine Kernaufgaben (i.e. die statistische Erfassung und Untersuchung des Wetters) beschränken und statt Wetterprognosen nur noch meteorologische Informationen öffentlich zugänglich machen (Anderson 2005: 127ff.).¹⁵

4.2.2 Methode ohne Theorie

Flankiert durch den Ausbau des Telegrafennetzes begünstigte das Scheitern der Ein-Mann-Prognose die Verbreitung einer Methode (Monmonier 1999: 46), die fortlaufend weiterentwickelt gut hundert Jahre zum Zweck der Wettervorhersage Anwendung fand (Gramelsberger 2017: 58). Mit den ersten *synoptischen Wetterkarten* war zwar schon seit den ersten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts experimentiert worden, aber das lückenhafte Beobachtungsnetz, die langen Wegstrecken und methodische Unklarheiten ließen ihren Eingang in das meteorologische Tagesgeschäft nur zögerlich verlaufen (Burton 1986: 164). Die Produktion der ersten tagesaktuellen und auf Grundlage telegrafisch übermittelter Informationen konstruierten Wetterkarten wurde im Jahr 1851 bereits nach zwei Monaten eingestellt (Anderson 2005: 174). Beginnend mit wenigen meteorologischen Einrichtungen wie dem französischen *Observatoire de Paris* (Davis 1984) oder dem niederländischen *Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut* (Monmonier 1999: 44) fand die Wetterkarte erst in den 1870ern und 1880ern weltweite Verbreitung (Sheynin 1984: 54; Anduaga 2020: 343f.). Zur Jahrhundertwende kann der Chefmeteorologe des US-amerikanischen Wetterbüros in einer Bestandsaufnahme festhalten, dass »every civilized nation of the globe« (Abbe 1899: 222) über meteorologische Dienste verfügt, sodass inzwischen vier Millionen Quadratmeilen Europas, dreieinhalb Millionen Quadratmeilen der USA, sechs Millionen Quadratmeilen Indiens und des Indischen Ozeans, die Westindischen Inseln, Mexiko und der Nordatlantik sowie Teile

15 Inzwischen dürfte neben der Wettervorhersage auch FitzRoy als rehabilitiert gelten. Das Hauptgebäude eines 1990 gegründeten und an das *Met Office* angegliederten Klimaforschungsinstituts liegt auf der *FitzRoy Road* im britischen Exeter. Entgegen dem Willen des Namensgebers der Straße wurde das Institut aber unter dem Titel *Hadley Centre for Climate Research and Prediction* (nicht *Forecast*) ins Leben gerufen.

Ostafrikas und Australasiens von Wetterkarten abgedeckt werden (Abbe 1899: 230).

In Kombination mit der Telegrafie lag der Vorteil der synoptischen Karten auf der Hand: Sie boten eine arbeitstechnische *Simplifikation*, indem sie – entsprechend der etymologischen Ableitung vom altgriechischen *synoptikós* – eine unmittelbare *Zusammenschau* einer Vielzahl von Echtzeitdaten über einen großräumigen Bereich erlaubten (Abercromby 1885: 1). Gleichwohl erforderte die Verarbeitungsprozedur mehrere Arbeitsschritte und Angestellte. Beispielsweise waren um 1900 am US-amerikanischen *Weather Bureau* rund sechs Personen bei der Erstellung der Wettersvorhersage beteiligt.¹⁶ Eine Person saß am Telegrafen, dekodierte die eingehenden Nachrichten und teilte sie mündlich den anderen mit (Namias 1983: 747). Die Daten erreichten das *Bureau* innerhalb von 30 bis 40 Minuten, nachdem Luftdruck, Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Regen oder Schneefall und Bewölkung an rund 200 Stationen in den USA und auf den Westindischen Inseln um 8 Uhr morgens Washingtoner Zeit registriert worden waren (zum Folgenden Moore 1910: 217ff.).¹⁷ Vier weitere Mitarbeiter notierten arbeitsteilig die verlesenen Daten auf mehrere Blankokarten. Einer davon erstellte eine Karte, die den Temperaturunterschied zum Vortag abbildete, ein weiterer tat das Gleiche mit den Luftdruckveränderungen. Ein dritter Mitarbeiter visualisierte auf zwei Karten zum einen die Luftfeuchtigkeit und zum anderen die Wolkenverhältnisse. Ein vierter konstruierte eine Karte, die Temperatur, Luftdruck, Windrichtung und -geschwindigkeit, Regen- oder Schneefall sowie die Wolkenbildung an jeder Beobachtungsstation kombinierte. Diese Karten wurden dann dem *forecaster* übergeben, dem sie dienen als »bird's-eye view of the weather conditions over the United States as they were an hour before, and also of the changes that have taken place in these conditions during the preceding 24 hours« (Ward 1899: 49).

Auf Basis der synoptischen Karte wurde es möglich, Schlussfolgerungen über die Beobachtungen anzustellen, d.h. *vergangene und gegenwärtige Bestandsaufnahmen als Entwicklungen in die Zukunft zu extrapolieren*. Diese Skrupellosigkeit kennzeichnete die ersten täglichen Wetterberichte noch nicht. Die ersten fast (!) tagesaktuellen und auf simultanen Beobachtungen basierenden Wetterberichte erschienen bereits 1849, aber sie waren auf Grundlage von Daten erstellt, die zunächst per Zug übermittelt werden mussten, »so that the weather of

16 Für eine ausführliche Schilderung der Kartenerstellung und -deutung am *Meteorological Office* siehe Gaster (1896); für die Arbeit an der *Deutschen Seewarte* siehe van Bebber (1891).

17 Während der US-amerikanischen Kolonialzeit verfügte das *Weather Bureau* über 25 Beobachtungsstationen allein auf den Westindischen Inseln; für eine Übersicht vgl. Pietruska (2016).

the day previous, at one time, all over the country and parts of Scotland are publicly known« (Glaisher 1897: 134). Der Initiator erstellte zwar Karten, diese dienten jedoch nur dem privaten Studium (Marriott 1903: 128). Stattdessen erschienen *bulletins*, kurze Mitteilungen in tabellarischer Form und mit qualitativen Beschreibungen der Wetterlagen (»fine«, »cloudy«, »very fine«) an den zugehörigen Messstationen vom Vortag (»AT NINE O'CLOCK YESTERDAY MORNING« (zit. n. Marriott 1903: 123)). Nun aber wurden die tagesaktuellen Momentaufnahmen und diejenigen des Vortags mobilisiert, um zukünftige Entwicklungen abzuschätzen. Indem Meteorologen beide Karten miteinander verglichen (beispielsweise übertragen auf zwei übereinander gelegte transparente Papiere), konnten sie den bisherigen Verlauf der Wetterlage rekonstruieren und buchstäblich weiterschieben (Gramelsberger 2010a: 111).

Die Wetterkarte veränderte die Meteorologie nicht nur dadurch, dass sie als arbeitstechnische Innovation die Zusammenschau meteorologischer Daten simplifizierte und kausale Schlussfolgerungen über die Wetterentwicklung zuließ. Sie legte auch die Schwachstellen der Meteorologie offen. Zum einen machte die Wetterkarte ihre eigenen geografischen Grenzen sichtbar. Gemeinsam mit der internationalen Vernetzung nationaler Beobachtungssysteme eröffnete die Wetterkarte eine neue Perspektive auf meteorologische Erscheinungen. Die geografisch verstreuten Beobachtungen, auf deren Grundlage sie erstellt wurde, lenkten die Aufmerksamkeit auf den potenziell grenzenlosen Raum, in dem die einzelnen Wetterlagen eingebettet sind. Sie bildete nur einen Ausschnitt, ein politisches oder geografisches Territorium ab, das, so die zunehmende Erkenntnis, in ihrem größeren Zusammenhang betrachtet werden müsse. Die synoptische Wetterkarte erfasste Wetterlagen wie Hurrikans oder Hochdruckgebiete (Monmonier 1999: 215) auf einer Skala von rund 1.000 bis 2.500 Kilometern (Gramelsberger 2010b: 233) und wies zugleich über diese und sich hinaus.¹⁸ »[D]ie Erkenntnis bricht immer mehr Bahn«, schrieb Hann (1906: 83), dass die lokalen Wetterlagen nicht losgelöst sind von einer die gesamte Erde umspannenden Atmosphäre. Nach dem Ende des oben erwähnten *Bulletin of International Simultaneous Observations* fanden sich immer wieder Unternehmungen (Rigby 1965), die Atmosphäre kartografisch zu studieren, darunter die

18 Anderson (2005: 248 f.) rekonstruiert den interessanten Fall einer zeitweiligen Konkurrenz zwischen den nationalen Wetterdiensten, die das Rätsel um das Verhältnis zwischen lokalen Wetterlagen und globaler Atmosphäre verstärkte. Ende der 1870er zeigten US-amerikanische Wetterdienste ein solches Selbstbewusstsein, dass sie die lokalen Beobachtungsdaten mit den Logbüchern der aus Übersee ankommenden Schiffe kombinierten und Sturmwarnungen per Telegrafie nach Großbritannien versandten. Das Londoner *Meteorological Office* hingegen wies die Annahme zurück, dass Stürme über eine so große Distanz erhalten bleiben könnten.

ab dem 01. Januar 1914 bis zum Ausbruch des Krieges vom US-amerikanischen Wetterdienst veröffentlichten täglichen synoptischen Karten für die Nordhemisphäre (Shaw 1914), von 1884 bis 1914 ein Gemeinschaftsprojekt synoptischer Wetterkarten für Nordwesteuropa der *Deutschen Seewarte* und dem *Danmarks Meteorologiske Institut* (Schröder & Wiederkehr 1992: 52) und eine tägliche Wetterkarte für den atlantischen Ozean während des *International Polar Year* (1882–1883) unter der Leitung des Londoner *Meteorological Office* (Abbe 1899: 234).

Zum anderen regulierte die Wetterkarte das Verhältnis von Wissenschaft und Öffentlichkeit auf eine neue Weise. Im Gegensatz zum undurchsichtigen Ad hoc-Räsonieren der 1860er Jahre erzeugte die Wetterkarte samt ihren objektivierenden Pfeilen, Symbolen und Linien eine *Suggestion der Transparenz*, indem sie einen vermeintlich unmittelbaren Einblick in die Arbeit der Meteorologen gab (Locher 2009). Sie wurde mit der Absicht eines »educational influence« publiziert, »to convince the public that weather changes go on in obedience to natural laws and that there is no chance or astrology about it« (Abbe 1899: 241). In ihr kristallisierten sich die vielen Beobachtungsstationen und Messgeräte, die Handwerklichkeit und Wissenschaftlichkeit meteorologischer Arbeit (Monmonier 1988). Eine Wetterkarte, beispielsweise in den USA der Jahrhundertwende (Abb. 2), versammelte neben den verschiedenen Symbolen die zugrundeliegenden Beobachtungsdaten, eine Legende, die Beschreibung der Wetterlage im Vergleich zum Vortag und eine verbalisierte Vorhersage.

Jeder bekam im Grunde zu sehen, was sich die Meteorologen zur Grundlage ihrer Vorhersage nahmen, konnte die aktuelle mit der Karte vom Vortag abgleichen und am Folgetag prüfen, ob die Vorhersage so eingetroffen war. Meteorologen begannen dieses Transparenzfenster als Problem zu erkennen. Immerhin gab es verschiedene Umgangsmöglichkeiten mit den Karten und den zugehörigen sprachlichen Erläuterungen und Vorhersagen. Laien könnten nun auf Basis der wissenschaftlichen Karten eigene Prognosen, womöglich bessere anstellen, andere könnten bloß auf die Karten schauen und sich mehr auf das tagesaktuelle Geschehen verlassen als auf die Vorhersage (Ward 1894: 107). Dass es nun nicht nur eine interessierte Öffentlichkeit gab, sondern auch eine die mitlernte, »teachers and scholars« (Taylor 1905: 475), drängte umso mehr die Relevanz einer professionellen verbalen Deutung (*synopsis*) auf, die die Kausalschlüssel nachvollziehbar, auch und insbesondere im Fall der Fehleinschätzung, macht.

Eine überzeugende, geschweige denn eine wissenschaftlich satisfaktionsfähige Begründung für ihre Vorhersagen stand Meteorologen aber offensichtlich nicht zur Verfügung. Die Transparenz, die die Veröffentlichung der analysierten Karten und beobachteten Wetterbedingungen bot, offenbarte auch die Intransparenz der Wettervorhersage (Anderson 2005: 201). Die Suggestivkraft der Karte war unzureichend. In den Zeitungen sammelte sich Spott an. Neben kritischen offenen Briefen, wie

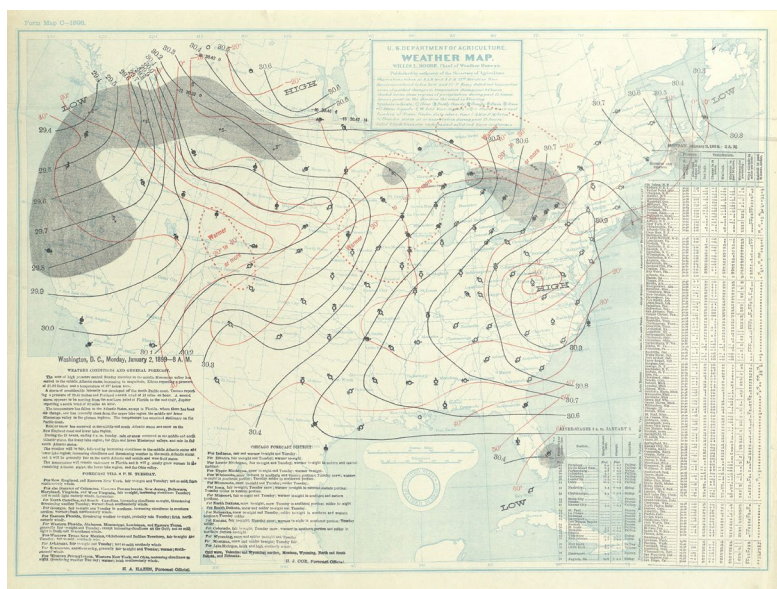


Abbildung 2: Wetterkarte des US-amerikanischen Wetterbüros vom 02.01.1899
 Digitalisiert vom Data Imaging Project der National Oceanic and Atmospheric Administration, verfügbar unter <https://library.oarcloud.noaa.gov/docs/lib/htdocs/rescue/dwm/1899/18990101.pdf> (abgerufen am 15.06.2025).

dem oben zitierten, fanden sich auch Karikaturen, die Zweifel an der Plausibilität der Wetterkarten anzeigten (Anderson 2005: 205ff.). Die britische Satirezeitschrift *Punch* veröffentlichte beispielsweise einen Cartoon, der unter dem Titel »Our Whether We Like It or Not Chart« (Anonymous 1881) die Wetterkarten und die Verknüpfung medizinischer und klimatischer Phänomene gleichermaßen ins Lächerliche zog. Die Satire enthält die typischen Merkmale einer Wetterkarte – Linien und Pfeile – und zeigt an, welche Gebrechen – etwa Bronchitis, Windpocken, Asthma, Rheuma oder Hungergefühl – die Einwohner in den einzelnen Regionen der britischen Inseln zu befürchten hätten. Unterhalb findet sich die gewohnte Analyse, die verzerrt wurde durch die regional spezifizierte Angabe pseudowissenschaftlicher Therapiemethoden wie Rettungsringe für die von der Influenza betroffenen Südeingländer. Cartoons dieser Art zeigten, dass die Rezeption der Wettervorhersage in der Öffentlichkeit nicht in der Hand der Meteorologie lag (Anderson 2005: 205).

Noch 1959 klagte ein Schüler der sogenannten *Bergener Schule* (s.u.), dass die synoptische Meteorologie zu zweckmäßig vorgegangen war (Bergeron 1980 [1959]). Da sich der sogenannte Eulerische gegen den Lagrange-Ansatz durchgesetzt hatte (ausführlicher zu deren Konkurrenz Anduaga 2020), habe die synoptische Methode ab den 1860ern ihre

eigene Entwicklung behindert und eine Meteorologie geschaffen, in der »[a]nyone could learn to draw circular or oval shaped isobars« und die wissenschaftlich unbefriedigende, »monotonous and ›easy‹ routine work« (Bergeron 1980 [1959]: 447f.) durchführen konnte. Das ist nicht nur ein retrospektiver Blick auf die Lage der vorhersagenden Meteorologie. Auch Zeitgenossen waren sich der Grenzen der theoretischen Basis bewusst. Meteorologen sprachen von einem »empirical process, that is to say, we utilize our experience« (Abbe 1899: 232). Da die Methode, so ein schwedischer Meteorologe, »rein empirisch« sei, sei »ein Fortschritt der Prognosekunst« nur »durch Sammeln und Vergleichung ähnlicher Fälle« (zit. n. Gramelsberger 2010a: 111) zu erzielen. Dass man von »Erfahrung« und »Kunst« sprach, ist ein Ausdruck für die Einsicht, dass zwar jeder die Karten erstellen könnte, aber die korrekte Deutung nur wenigen vorbehalten war. Entgegen dem naturwissenschaftlichen Ideal galt in der Meteorologie *Wetterwissen als personales Wissen*. Dass man Atmosphärenphysik studiert hat, ließ ein Meteorologe des US-amerikanischen Wetterbüros die Leser des *Scientific American* wissen, mache einen noch lange nicht zu einem guten *forecaster*, der über Jahre hinweg Erfahrungen gesammelt hatte, die es ihm ermöglichen, »intuitively and quickly weighing the forces indicated on the weather map« (zit. n. Monmonier 1999: 10). Diese Einsicht führte dazu, dass in der Regel die Vorhersagen von der Person mit der längsten Diensterfahrung erstellt wurden (Turner 2006: 147), und das konnte sogar so weit gehen, dass die Rolle des *forecasters* mit der ausübenden Person assoziiert und dessen Aufgabe durch dieselbe Person über mehrere Personalwechsel im Direktorium hinweg ausgefüllt wurde. Beispielsweise übte der erste Chefmeteorologe des US-amerikanischen Wetterbüros ab 1871 für 46 Jahre sein Amt aus (Greely 1916); der *forecaster* des britischen *Meteorological Office* diente schon unter seinem Vorgänger, FitzRoy, bis 1909, ohne dass sich an der ›Theorie‹ etwas Grundlegendes geändert hätte (Walker 2012: 128f., 220); bis zu seiner tödlichen Erkrankung 1907 war der 1879 berufene Abteilungsleiter an der *Deutschen Seewarte* in Hamburg für die Wettervorhersage zuständig (Deutsche Seewarte 1909).

Die synoptische Wetterkarte war eine Arbeitserleichterung und ein einfaches Hilfsmittel, mit dem die Wetterentwicklung extrapoliert werden konnte. Aber sie bot keine theoretische Brille an, durch die gesteuert wurde, was man auf der Karte suchen musste, nach welchen Regeln Zusammenhänge kausal zu analysieren waren oder welche Variablen ein- und ausgeschlossen werden mussten. Gewiss wurden allerlei erfahrungsbewährte Daumenregeln, Richtwerte und Leitsätze entwickelt (Anduaga 2020), darunter die nach ihrem Urheber benannte und noch heute unumstrittene *Buys-Ballot-Regel*. Aber die Methode der Wetterkarte war so unzuverlässig, dass eine fehlerhafte Vorhersage schlimmere Konsequenzen haben konnte als die Bedrohung, die eigentlich vom Wetter hätte ausgehen sollen – nur die Mutmaßung über einen möglichen Tornado

konnte solch eine Massenhysterie auslösen, dass nicht nur die Tornadovorhersage um die Wende zum 20. Jahrhundert, sondern auch die Begriffsverwendung bis 1938 untersagt wurde (Pietruska 2018: 545f.).

Zugleich waren die Ausgangsbedingungen denkbar schlecht für einen Versuch, die offengelegten Schwachstellen zu beseitigen. Dafür musste zunächst der Platz einer rein theoretischen, nicht praxisorientierten Meteorologie zugestanden werden. Ein wesentliches Hindernis dafür war, dass die Meteorologie (wie auch die Klimatologie) einen praktischen Nutzen haben, d.h. vor allem militärischen und (land-)wirtschaftlichen Zwecken dienen sollte – das US-amerikanische *Weather Bureau* firmierte in seinen Gründungsjahren unter dem Namen »Division of Telegrams and Reports for the Benefit of Commerce« –, und dies bedeutete wiederum, dass sie Wettervorhersagen erstellen sollte (Harper 2008: 12). Gewiss gab es Bemühungen, die theoretischen Lücken zu schließen. Da aber ein Großteil der hauptamtlichen Meteorologen an Einrichtungen beschäftigt war, die politisch unterstellt waren, waren sie auch zu schlecht ausgebildet, als dass die mathematischen und physikalischen Gleichungen hätten anschlussfähig sein können (vgl. Harper 2008: 2, 21f.).¹⁹ Beginnend in den 1850ern Jahren hatte ein US-amerikanischer Meteorologe spätestens in den 1880ern eine mathematische Theorie atmosphärischer Zirkulation vollständig ausgearbeitet (Gramelsberger 2017: 51). 1885 wurde diese durch die Publikation des »Lehrbuchs der Meteorologie« dem deutschsprachigen Publikum vorgestellt, das sich in einer »neuen Ära« (Sprung 1885: III) sah. Diese sehr optimistische Diagnose entsprach jedoch nicht der weit verbreiteten Praxis. Die *Dynamische* oder *Theoretische Meteorologie* in ihren ersten Fassungen wurde im englischsprachigen Raum kaum rezipiert und wo sie Gegenstand von Diskussionen war, – vor allem im deutschsprachigen Raum zur Jahrhundertwende – blieb sie dem Großteil verschlossen (Gramelsberger 2017: 54ff.). Im letzten Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts blickt der Chefmeteorologe des *Weather Bureau* auf die vergangenen 25 Jahre Dynamischer Meteorologie, auf die Leistungen der Theoretiker und auch auf seine Bemühungen, meteorologische Theorie an den Universitäten zu verankern und bedauert die bisherige Entwicklung: »[T]he professional meteorologist has too frequently been only an observer, a statistician, an empiricist, rather than an mechanician, mathematician, and physicist« (Abbe 1891: 23). Nur von einem weiteren Professor habe er gehört, der es ihm gleichtue.

19 In den USA verfügte das *Weather Bureau* noch in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts nicht einmal über Forschungsmittel (Harper 2008: 21 f.). Die Ausbildung zum »Junior Observer« am *Weather Bureau* umfasste in den 1920er Jahren einen einjährigen Kurs in Physik auf Oberstufenniveau; Aufstiegsmöglichkeiten etwa zum *forecaster* boten sich mit den Erfahrungswerten (Bates 1989: 594).

Die Wissenschaftsphilosophin Gabriele Gramelsberger (2017: 54) begründet die mangelnde Anschlussfähigkeit physikalischer Theorien mit den zu großen Differenzen zwischen der Meteorologie und dem mathematisierten und globalen Ansatz der Physik, der – wie sie mit dem ersten Inhaber eines deutschen Lehrstuhls für Theoretische Meteorologie (ab 1962!) feststellt – seiner Zeit voraus war. Um die Jahrhundertwende hatte man die Beobachtungsdaten aus zahlreichen Weltregionen, aber eine an meteorologische Bedürfnisse angepasste Theorie, die sowohl personenunabhängig anwendbar war als auch den Zusammenhang der Wetterphänomene erklären konnte, fehlte.

4.2.3 Eine globale Theorie des Globalen

Erst in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts begann die Meteorologie sich physikalisch zu fundieren und thermo- und hydrodynamische Gesetze zu adaptieren. 1904 legte der norwegische Physiker Vilhelm Bjerknes ein Programm in Grundzügen vor, das die Meteorologie zu einer *exakten Wissenschaft* machen sollte und »die Wettervorhersage nach der rationellen dynamisch-physikalischen Methode« (Bjerknes 1904: 7) versprach. Dies bedeute, dass die Meteorologie *Physik der Atmosphäre* werde (Bjerknes 1914; vgl. auch Gramelsberger 2009). Wenn es ihr gelinge, das Wetter zu erklären wie zu prognostizieren, dann dürfe sie sich zurecht als exakte Wissenschaft verstehen. Zwei Voraussetzungen seien zu erfüllen:

- »1. Man muß mit hinreichender Genauigkeit den Zustand der Atmosphäre zu einer gewissen Zeit kennen.
2. Man muß mit hinreichender Genauigkeit die Gesetze kennen, nach den sich der eine atmosphärische Zustand aus dem anderen entwickelt.« (Bjerknes 1904: 1)

Hinsichtlich der ersten Voraussetzung zeigte er sich zuversichtlich; die notwendigen Daten würden durch den Ausbau des Beobachtungsnetzes bald vorliegen. Das eigentliche Problem sah er in der mangelnden Anbindung der Meteorologie an die Physik. Aufbauend auf den Arbeiten führender theoretischer Meteorologen und Physiker schlug er vor, sieben Variablen mithilfe von sieben korrespondierenden thermo- und hydrodynamischen Gleichungen zu berechnen, um die Entwicklung der Atmosphäre zu jedem Zeitpunkt bestimmen zu können. Als Intervalle zwischen einzelnen Rechenschritten schlug Bjerknes (1904: 6) eine Stunde vor, »[d]enn nur ausnahmsweise werden die Luftmassen im Verlaufe 1 Stunde längere Strecken als einen Meridiangrad zurücklegen«.

Zwar waren damit die Weichen für eine physikalisch fundierte Wettervorhersage gestellt – und noch heute bilden die Gleichungen die

Grundlage von Wetter- und Klimamodellen (Gramelsberger 2010a: 118f.). Die Ansprüche wurden jedoch schnell von der Realität eingeholt. Zur Anwendung der Gleichung boten sich zwei Möglichkeiten an: Entweder die Gleichungen wurden auf quantitative, numerische Weise gelöst. Oder man griff auf den bekannten grafischen Zugang zurück, bei dem die Wetterentwicklung mithilfe zweier Wetterkarten extrapoliert werden (Gramelsberger 2010b). Eine Präferenz lag deutlich bei der exakten, d.h. numerischen Lösung der Gleichungen. 1922 unternahm der britische Mathematiker Lewis F. Richardson einen Versuch, der im Ergebnis die mathematische Vorhersage des Wetters als aussichtslos erscheinen ließ. Am Ende seiner Berechnungen notierte er, dass es ihn sechs Wochen gekostet habe, die Gleichungen zu lösen, und dass es voraussichtlich 64.000 Personen bedarf, »to race the weather for the whole globe« (Richardson 1922: 219). Nur wenige Jahre nach der Einführung des ersten Autos aus Fließbandproduktion stellte er sich eine »forecast-factory« vor, in der arbeitsteilig und spezialisiert auf einzelne Gleichungen und Regionen das Weltwetter berechnet wird:

»After so much hard reasoning, may one play with a fantasy? Imagine a large hall like a theatre, except that the circles and galleries go right round through the space usually occupied by the stage. The walls of this chamber are painted to form a map of the globe. The ceiling represents the north polar regions, England is in the gallery, the tropics in the upper circle, Australia on the dress circle and the antarctic in the pit. A myriad computers are at work upon the weather of the part of the map where each sits, but each computer attends only to one equation or part of an equation. The work of each region is coordinated by an official of higher rank.« (Richardson 1922: 219)

Die numerische Lösung der Gleichungen erforderte einen Rechenbedarf, der bei weitem nicht bis zum Eintritt der zu prognostizierenden Wetterlage geleistet werden konnte. Der Versuch stellte ein abschreckendes Exempel dafür dar, das zukünftige Wetter mathematisch zu bestimmen (Nebeker 1995: 81).²⁰ Entsprechend war die neue Theorie wieder auf die grafische Methode zurückgeworfen. Wie das Experiment von 1922 nachträglich illustrierte, musste der Ansatz für den praktischen Gebrauch deutlich simplifiziert werden. Die händischen Berechnungen wurden durch allerlei Rechenhilfen wie Umrechnungstabellen, Diagramme (z.B. Nomogramm) und Rechenschieber ersetzt (Edwards 2010: 87; Nebeker 1995: 56, 99ff.). Die von dem norwegischen Physiker Bjerknes begründete *Bergener Schule* entwickelte die Wetterkarte weiter und ergänzte sie um »grafische Berechnungsmethoden« (*graphical calculus*). Auf

20 Zum technischen Hintergrund und Aufbau ausführlich Lynch (2006); für eine Darstellung für physikalische und mathematische Laien siehe Nebeker (1995: Kap. 6).

unterschiedlichen Karten wurden die Werte jeweils für die Wetterbewegungen eingezeichnet. Um es kurz zu machen: Das Subjektivitätsproblem wurde nicht behoben. Die Bergener Theorie *strebte* lediglich *an*, den Stellenwert des Erfahrungswissens durch die Explikation der physikalischen Prozesse zu reduzieren (Fleming 2016: 41). Sie unterstellte, eine personenunabhängige Theorie vorgelegt zu haben, die dem Universalitätsanspruch gerecht werden konnte, weil sie nicht auf »empirischen« Ad hoc-Hypothesen und Faustregeln basierte, sondern unabhängig von der individuellen Ausführung und der Lebenserfahrung dem wissenschaftlichen Kenntnisstand entsprach und physikalisch gesättigt war. Es dauerte bis zu der Einführung des Computers und seinem Versprechen auf die Lösung des Rechenaufwands, dass der numerische Ansatz nochmal aufgenommen werden sollte.

Der eigentliche Gewinn der Bergener Schule, wie der norwegische Ansatz seit den 1910ern hieß, lag also nicht darin, die Subjektivität der Wettervorhersage vermindert zu haben (Fleming 2016: 41). Vielmehr war die Theorie für die Meteorologie so von Bedeutung, weil sie physikalische Gesetze entsprechend der Bedürfnisse der Meteorologie übersetzt, angepasst und operationalisiert hat (Garber 1976: 63) und an einen Verdacht anschließen, ihn erhärten und fundieren konnte: das Problembewusstsein für die *globale Dimension atmosphärischer Prozesse*. Dies geschah primär dadurch, dass die Theorie den Blick von der Erdoberfläche weglentkte und ihn stattdessen auf den atmosphärischen Austausch, d.h. auf die *Dreidimensionalität* atmosphärischer Prozesse richtete (Heymann 2009: 177f.). Während die Meteorologie und die Klimatologie in den 1870er Jahren auf dem Wiener Kongress sich die Erschließung der gesamten Erdoberfläche als mittelfristiges Ziel auserkoren, die Klimatologie *per definitionem* sogar die unbewohnten Gebiete aus ihrem Gegenstandsbereich ausgeschlossen und Klima mit Bezug zu einer »Erdstelle« (Hann 1883: 3) bestimmt hatte, kritisierte Bjerknes (1904: 1, 7), dass »alle Daten über den Zustand der höheren Luftschichten fehlen«, und forderte als »Hauptaufgabe der beobachtenden Meteorologie [...], regelmäßig gleichzeitige Beobachtungen von allen Teilen der Atmosphäre zu schaffen, an der Erdoberfläche wie in der Höhe, vom Lande wie vom Meere«.

Bis dahin bildete die synoptische Karte primär ein zweidimensionales Bild des Wetters ab, das sich lediglich durch bodennahe Beobachtungen zusammensetzte. Nun entwickelte die Bergener Schule eine Theorie, die auch dem vertikalen Geschehen Rechnung tragen wollte.²¹ Auf

21 Die Bergener Schule entwickelte nicht die einzige Theorie zur Berechnung zukünftigen Wetters. Auch im Habsburgerreich unternahm ein Professor für Geophysik im ersten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts einen mathematisch und physikalisch anspruchsvollen Versuch. Im Unterschied zum Bergener

Grundlage der Gleichungen sollte die freie, global zirkulierende Atmosphäre analysiert werden. Die Theorie sprach von »general atmospheric circulation« (Bjerknes 1920), »polar air particle, travelling from pole to tropics« (Bjerknes & Solberg 1922: 16), von den »Bewegungen sämtlicher Punkte der Atmosphäre« (Bjerknes 1904: 3), von einer »uns umgebende[n] physische[n] Welt« (Bjerknes 1900: 1).

In diesen Jahren las man allüberall von der Relevanz einer globalen Betrachtung meteorologischer Phänomene. Hann (1906: 82), seinerzeit Herausgeber der *Meteorologischen Zeitschrift*, in der auch Bjerknes seinen programmatischen Aufsatz veröffentlicht hatte, erklärte zwei Jahre später in derselben Zeitschrift, »daß das Heil für den Fortschritt der Meteorologie nicht allein in dem genauesten Studium der lokalen Vorgänge zu finden sein wird, die sich auf dem beschränkten Raume abspielen«, und dass »die Beziehungen zwischen den Vorgängen in der Atmosphäre bei uns zu jenen, die gleichzeitig zu entfernteren Teilen der Erde herrschen«, ja sogar zu den »gleichzeitigen meteorologischen Zustände[n] in den Tropen« nicht mehr ignoriert werden können. Mit Verweis auf eine Studie über den meteorologischen Zusammenhang zwischen Süd- und Nord-Hemisphäre schließt er, dass nun allmählich »mit der ›Kirchturmpolitik‹ in der Meteorologie erfolgreich aufgeräumt« (Hann 1906: 83) werde. Köppen (1921: 292) mahnte an, »sich beim Aufbau der Theorie nicht zu sehr vom Standpunkte Europa [...] beeinflussen zu lassen, sondern stets die ganze Erdoberfläche im Auge zu behalten und jede Theorie an den Tatsachen auch der anderen Zonen, vor allem der heißen, zu kontrollieren«. Andere unterstrichen, dass die Einführung der Bergener Theorie und in ihrem Gefolge die *Dynamische Meteorologie* eine Zäsur markierte. Der ehemalige Präsident der IMO unterschied die zeitgenössische Meteorologie von der vergangenen mit dem Beginn der »close investigation of the movements of air over the surface of Norway« (Shaw 1932: 398).

Informiert durch die Bergener Theorie wurde für die Vorhersage-Methode das gezielte Sammeln von Beobachtungsdaten in der Vertikale von zentraler Bedeutung. Neu war das meteorologische Interesse an höheren Luftschichten zwar nicht. Nachdem es vereinzelt seit dem 18. Jahrhundert diverse Experimente mit temporären Bergbesteigungen und permanenten Bergstationen gegeben hatte (Lüdecke 2018), wurden verstärkt in den letzten zwei Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts systematische und koordinierte Messungen durchgeführt, zunächst auf bemannten Ballonfahrten und später mithilfe von Fesselballons, Drachen und »autonomen«

Ansatz berücksichtigte er jedoch lediglich niedrige Luftschichten (Cressman 1996: 21). Da er nicht auf die einfachere grafische Lösung auswich, dauerte zudem die Berechnung in Teamarbeit zwei Wochen an (Gramelsberger 2017: 56).

Ballonsonden, die mit selbstregistrierenden Instrumenten ausgestattet waren und am Ende des 19. Jahrhunderts eine Höhe von bis zu 18 Kilometern erreichten (DuBois et al. 2002: 3ff.) und im Kontext der kolonialen Infrastruktur in zahlreichen Weltregionen (Brönnimann & Stickler 2013) sowie »an jedem ersten Donnerstag des Monats, in verschiedenen Staaten Europas« (Jelinek 1905: 110) eingesetzt wurden. Aber erst um die Jahrhundertwende wurde unter der Führung der Meteorologie die Aerologie ins Leben gerufen, die ihre Forschung in der eigens dafür geschaffenen Zeitschrift *Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre* veröffentlichte (Wille 2017).

Da Ballons und Drachen aber erst einmal eingeholt und ausgelesen werden mussten (wenn sie nicht Monate lang verschollen waren; vgl. Jeon 2010: 121), nur gezielt eingesetzt werden konnten (das Wetterbüro verfügte 1922 beispielsweise nur über 15 Stationen), war die neue Dynamische Meteorologie auf die *indirekte Aerologie* angewiesen. Diese stellte einen Versuch dar, die mangelnden instrumentellen Beobachtungsdaten durch genaue visuelle Beobachtung des Verhaltens von Wind und Wolken zu kompensieren und ein einheitliches, systematisiertes Verfahren der Himmelsbeobachtung zu entwickeln (Friedman 1993: 164ff.). Dasselbe galt auch für den *forecaster*. Dieser war angewiesen, während der Erstellung der Wettervorhersage das Himmelsgeschehen zu beobachten und bei seiner Analyse einfließen zu lassen. Mehr als gelegen kam der Dynamischen Meteorologie, dass ihre Entstehung mit dem Ausbau des zivilen und militärischen Luftverkehrs koinzidierte. Spätestens in den 1920er Jahren wuchs parallel zur Verbreitung der Dynamischen Meteorologie auch auf Seiten der Politik ein Bedarf an Informationen über höhere Luftschichten (Bates 1989: 593f.). Trotz der für die Messungen widrigen Umweltbedingungen (z.B. Hitze und Vibration) in den Flugzeugen (Jeon 2010) kam es zu einer wechselseitigen Begünstigung von Meteorologie und Luftverkehr (Henry 2020: 759).²² Die Bergener Schule überbrückte die Lücke zwischen den praktischen Interessen der Politik an der Wettervorhersage und dem vermehrten Problembewusstsein für die globale Dimension meteorologischer Prozesse.

Anfangs standen die US-amerikanischen Einrichtungen der Bergener Theorie ablehnend gegenüber. »All meteorological events of the temperate zone, great and small, are derived from the general atmospheric circulation described above«, versicherte Bjerknes (1920: 524) die globale Gültigkeit seiner Theorie. Aber am Wetterbüro stieß er auf Skepsis. Dieser verlieh ein Mitarbeiter im *Monthly Weather Review* drei Jahre später Ausdruck: »The generalizations established in Norway [...] can

- 22 Erst die Radiosonde und später Radar und Satelliten versprachen zuverlässige und permanente Höhendaten; vgl. zu deren Geschichte, Bedeutung und Verbreitung DuBois et al. (2002); Serafin (1996); Purdom & Menzel (1996).

not be regarded as final and proved, particularly as regards the details of the structure of cyclones in other countries than Norway» (Woolard 1923: 648). Ein schwedischer Meteorologe, der in Norwegen die Bergener Theorie gelernt hatte, kam 1926 ins *Weather Bureau*, um die Lehre zu verbreiten und zu beweisen, dass die norwegische Theorie auch auf das Wetter der USA übertragen werden könnte (Turner 2006: 148f.). Da sich die Angestellten des Wetterbüros nicht umstimmen ließen, ging er auf Bitte eines von der Theorie überzeugten Navy-Leutnants und Meteorologen an das *Massachusetts Institute of Technology*, um die Bergener Theorie dem Marinepersonal zu lehren (Bates 1989). Also fuhr das Wetterbüro mit seinen alten Methoden fort. Derweil verbreitete sich die Dynamische Meteorologie im Allgemeinen und die Bergener Theorie im Besonderen an den Universitäten (Harper 2006: 195f.). Während 1919 gerade einmal acht von 433 Ausbildungseinrichtungen mehr als zwei Kurse in Meteorologie angeboten hatten, wurden im Zuge des Zweiten Weltkrieges 8.000 Meteorologen und 20.000 Beobachter im Rahmen neu geschaffener meteorologischer Studiengänge und Promotionsprogramme ausgebildet und hauptsächlich in Bergener Theorie unterrichtet (Koelsch 1996; Harper 2008: 7, 73).

Durch Publikationen wurde die Theorie zwar schon in vielen Weltregionen rezipiert, aber erst durch das gezielte interaktionale Engagement (v.a. im Kontext von Auslandsreisen, Lehre und Tagungen)²³ fand der Ansatz der Bergener Schule spätestens ab den 1930ern weltweite Verbreitung, darunter in Neuseeland (Henry 2020), Russland, England und mit dem Ausbruch des Krieges auch in Deutschland (Fleming 2016: 49f., 70, 50). Die Vertreter der Bergener Theorie versuchten unter Beweis stellen, dass die Theorie nicht nur in Norwegen galt, sondern dass sie eine universale Theorie der globalen Zirkulation ist.

Bevor im nächsten Teilkapitel die Folgen der Verbreitung einer physikalischen Theorie meteorologischer Vorgänge für die Klimatologie diskutiert werden, wird man an dieser Stelle ein Zwischenfazit ziehen können. Die Kombination aus einem wuchernden Beobachtungsnetz, internationaler Zusammenarbeit, einer vermehrten Sensibilität für globale Zusammenhänge, einer Abwendung von geografischen und lokalen Eingrenzungen, einer zunehmenden Einsicht in die ›Unwissenschaftlichkeit‹ der Meteorologie und einem Aufstieg der Luftfahrt begünstigte die Anschlussfähigkeit einer globalen Theorie des Globalen. Während der Ausbau der meteorologischen Infrastruktur den Weg für eine Gesamtbetrachtung meteorologischer Zusammenhänge frei machte, bot die Terminologie der weltweiten Zirkulation einen neuen Deutungsrahmen. Waren die Bemühungen um internationale Kooperation Ausdruck für die Einsicht in die Grenzenlosigkeit meteorologischer Phänomene,

23 Zum missionarischen Eifer der Bergener Schüler vgl. Friedman (1993: 196 ff.).

offenbarte die Dynamische Meteorologie am schärfsten die Artifizialität von gesellschaftlich geordneten Räumen. Dass die meteorologischen Erscheinungen nicht auf der Erdoberfläche zu suchen waren, sondern sich buchstäblich über den Köpfen der Meteorologen abspielten, dass sie sowohl die Lufthoheit der Nationen nicht respektierten als sie sich auch jenseits dessen abspielten, besiegelte endgültig die Auffassung über die *Atmosphäre als globales System* (Fortak 2001: 376). Dies ist eine Entwicklung, die sich zunächst in der Meteorologie abgezeichnet hatte und anschließend von der Klimatologie fortgeführt wurde.

4.3 Die Verzeitlichung des Raumes

Das 18. und 19. Jahrhundert hatte eine gewaltige Fülle an Daten hervorgebracht, die nicht mehr ohne weiteres zu einem kohärenten Bild zusammengeführt werden konnten. Universalgelehrte wie Humboldt bildeten spätestens in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts eine Ausnahme (Weingart 2001: 119f.). Während Anfang des 19. Jahrhunderts, wie sich auch aus einer Analyse meteorologischer Lehrbücher feststellen lässt (Emeis 2006), die Meteorologie verschiedene Forschungsansätze zusammenzuführen vermochte, ist die Jahrhundertwende von der Ausdifferenzierung der Fachdisziplinen geprägt. Der einstige Zusammenhalt der kosmischen Physik wich bald der disziplinären Differenzierung (Heymann 2022: 73; Hupfer 2017: 437; Richter 2020: 6). Teil dieses Prozesses war, dass die Meteorologie sich in zwei Disziplinen spaltete. Während die Meteorologie begann, sich dynamischen Prozessen und der erklärenden Physik anzunähern, wiederum Physiker sich zunehmend mit meteorologischen Problemen beschäftigten, war die Frage, in welche Richtung sich die Klimatologie bewegen sollte, seit dem ausgehenden 19. bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts weitestgehend offen. Sollte sie ihre Identität in Abgrenzung zur Meteorologie bestimmen oder sollte sie ihr nachahmen? Im ersten Fall drohte ihr eine Verwechslungsgefahr mit der Geografie, der ja zweifelsohne in Hinsicht der Ausbildung und der Berufsbezeichnung viele Klimatologen angehörten. Im anderen Fall hätte sie viele Grundprinzipien und Identitätsmarker zu verlieren, so etwa den Bezug zum Menschen, die Kopplung des Klimabegriffs an geografische Positionen und nicht zuletzt die Festlegung auf klimatische Stabilität, auf der ein Großteil ihrer Theorien über die Konstitution von Gesellschaften aufbaute. Die nachfolgenden Analysen widmen sich dieser Richtungsentscheidung, weil sie zunächst für den Klimabegriff, später dann auch für die Gesellschaftsbeschreibungen mit weitreichenden Konsequenzen verbunden war. Sie beginnen mit der Diskussion um die Zugehörigkeit und Eigenständigkeit der Klimatologie (4.3.1), gehen über zur Spaltung der Klimatologie in einen geografischen und einen

physikalisch informierten Zweig (3.3.2) und beleuchten schließlich, wie sich innerhalb der physikalischen, sogenannten Dynamischen Klimatologie eine ›vernaturwissenschaftliche‹, an den globalen Zusammenhängen und zeitlichen Verläufen interessierte Betrachtungsweise des Klimas herausgebildet hat (3.3.3)

4.3.1 *Klimatologie, Meteorologie, Geografie*

Am Ende des 19. Jahrhunderts war die Wetterkarte zu *dem* zentralen und anerkannten Distinktionsmerkmal der Meteorologie geworden. In Deutschland stand der Direktor der *Bayerischen Meteorologischen Zentralstation* kurz vor seiner Wahl zum Präsidenten der *Deutschen Physikalischen Gesellschaft* (ab 1885) und erklärte die Meteorologie zur »Physik der Atmosphäre« (Bezold 1892). Ihm zufolge emanzipiere die Wetterkarte die Meteorologie im engeren Sinne als physikalisch informierte Disziplin gegenüber den Methoden der Klimatologie und erlaube nun »das Wetter im strengen Sinne des Wortes zum Gegenstande des Studiums [zu] machen, und erst von dieser Zeit an trägt die Meteorologie, die früher vorzugsweise nur Klimatologie war, ihren Namen mit vollem Recht« (Bezold 1892: 1). Weniger als zwei Jahrzehnte früher stand die Meteorologie dem Direktor des Londoner *Kew Observatory* schlechter da. Er attestierte ihr einen niedrigen Status und empfahl einer wissenschaftspolitischen Kommission, die Unterstützung der Klimatologie zu reduzieren und sich stattdessen der vollen ideellen und finanziellen Förderung der Meteorologie zuzuwenden, in der Hoffnung, dass sie zur Physik aufschließe (Anderson 2005: 243f.). Doch bereits in den 1880ern scheint sich allmählich das Blatt gegen die Klimatologie zu wenden (Coen 2018: 8, 11). Ein Habsburger Klimatologe befand, dass, selbst aus dem Zentrum der Klimatologie gesehen,

»die gegenwärtige Richtung der Meteorologie solchen statistischen Arbeiten nicht günstig ist. Das Klima ist vor dem Wetter zurückgetreten, die synoptischen Karten sind die Grundlage der eifrigsten Studien geworden; weniger das dauernde im Wechsel der meteorologischen Erscheinungen, das uns durch Durchschnittszahlen repräsentiert wird, als die Veränderung selbst und ihre Gesetze werden untersucht.« (Supan 1881: 1)

Die Klimatologie beobachtete sehr genau, dass die Meteorologie ›wissenschaftlicher‹ wurde und dass sie mit dem Anspruch auftrat, meteorologische Erscheinungen sowohl zu erklären als auch zu prognostizieren. Und was hatte die Klimatologie vorzuweisen? Der Geograf Alexander Supan stellte diese ernüchternde Diagnose ausgerechnet in den Jahren an, als sich die Klimatologie konsolidierte und ihre Aufgabenbeschreibung

programmatisch im »Handbuch der Klimatologie« (Hann 1883) fest-schrieb. Kaum ein Schriftstück der klassischen Klimatologie dokumen-tiert auf so bezeichnende Weise den Zwiespalt, mit dem sich die Kli-matologie in den letzten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts konfrontiert sah, wie das »Handbuch der Klimatologie«. Darin formulierte Hann (1883: 2), seinerzeit Direktor der Wiener *Centralanstalt für Meteorolo-gie und Erdmagnetismus*, dass die Klimatologie zwar »nur ein Teil der Meteorologie« und eine »Abgrenzung [...] dieser Disciplinen [...] nicht möglich« sei, aber sich gleichwohl diskriminierende Aufgaben formulie-ren ließen. Während die Meteorologie »ihrem Wesen nach theoretisie-rend« sei, indem sie atmosphärische Erscheinungen »zergliedert« und die »kausalen Zusammenhänge« auf Basis physikalischer Gesetze ent-schlüssele, sei die Klimatologie »ihrer Natur nach mehr beschreibend« (Hann 1883: 2f.). In einem ähnlichen Sinn unterschied sein Vorgänger Carl Kreil (1865: 4) die »historisch und beschreibend« vorgehende Kli-matologie von der »forschend und erklärend« verfahrenen Meteorolo-gie. Trotz dessen »wird auch der Klimatologe auf Nachsicht rechnen können« und sogar erwarten dürfen, dass man ihm »dankbar sein müs-se, wenn er die streng gezogene Grenze überschreitend, manche Idee ans Tageslicht fördert, die zur Aufklärung eines dunklen Gebietes nützlich sein kann« (Kreil 1865: 4f.).

Eng mit dieser Ambivalenz verbunden war eine grundsätzliche Neu-gierde an Wirkungszusammenhängen, die das »Handbuch« im Rahmen des humboldtschen Ideals und zugleich darüber hinaus formulierte. Hann (1883: 3) zufolge liege es im Aufgabenbereich der Klimatolo-gie, die Zusammenhänge »aller atmosphärischen Erscheinungen« zu beschreiben. Dass die Klimatologie *alle* atmosphärischen Erscheinun-gen untersuche, wird die zeitgenössischen Rezipienten zum Stutzen ge-bracht haben. Humboldt (1845: 340) hatte der Klimatologie im »Kos-mos« noch jene Erscheinungen zugewiesen, »die unsere Organe merklich afficiren«, wie das »Handbuch« ebenfalls bemerkt, nur um zum dritten Mal zu wiederholen, dass der Klimabegriff »in einem allgemeineren frei-eren Sinne [...] nicht unstatthaft« (Hann 1883: 5) sei. Denn nicht auszu-schließen sei, dass sich jene Phänomene, die vom gegenwärtigen Stand-punkt aus gesehen keinen Einfluss ausüben, als einflussreich erweisen. Als »Hilfswissenschaft der Geographie« könne man zwar bei der enge-ren Definition bleiben und sich den Gegenstand »von einem ausserhalb derselben liegenden Gebiete aus« (Hann 1883: 5) festlegen lassen, aber dann laufe man Gefahr, Phänomene auszuklammern, deren möglicher Einfluss noch unbekannt sei. Wieder ist es eher sein Vorgänger und weni-ger Humboldt, dem Hann hier folgt. Dieser hatte nicht nur den vermeint-lich irrelevantesten Variablen, die »bei dem jetzigen Stande [...] noch unwesentlich« (Kreil 1865: 2) erachtet werden mögen, etwas abgewin-nen können. Auch Unstimmigkeiten sollten nicht als solche verworfen

werden. Der vermeintliche Messfehler könne sich bei näherer Begutachtung eines Tages als »helles Licht auf ein bisher ganz in Dunkelheit vergrabenes Gemach der Wissenschaft« (Kreil 1865) erweisen. Gleichwohl überantwortete er weitergehende Überlegungen der Meteorologie, weil »ihr Einfluss auf die organische Natur [...] nicht ersichtlich zu machen ist« (Kreil 1865: 310). Von dem Vorschlag unbeeindruckt ist auch in nachfolgenden Handbüchern der »enthumanisierte« Klimabegriff nicht mehr zur Geltung gekommen. Die »Klimalehre« (Köppen 1899) bezieht sich genauso wenig auf die allgemeinere Definition wie deren überarbeitete, erweiterte und etwa ein viertel Jahrhundert später unter dem Titel »Die Klimate der Erde« (Köppen 1923) erschienene Neuausgabe. In beiden heißt es wortgleich:

»Diese Bezugnahme auf den Menschen spielt sogar in der Abgrenzung der Klimatologie seit jeher eine Rolle, indem nur diejenigen meteorologischen Bedingungen, die das organische Leben in der Natur, insbesondere unsere eigenen Organe, direkt beeinflussen, als Bestandteile des Klimas anerkannt werden [...].« (Köppen 1899: 8, 1923: 2)

Dass Hanns Klimabegriff verhalte, entging auch der Konkurrenz nicht. Die Meteorologie registrierte, dass sich die Klimatologie in der realen Forschungspraxis eher an dem humboldtschen Klimabegriff mit Bezug zu Körper, Geist und Leben des Menschen orientierte, statt Hanns Definition zu folgen. In einem meteorologischen Lehrbuch erläutert der Leiter des US-amerikanischen Wetterbüros, dass Hanns enthumanisierter, »purely physical« Klimabegriff zwar dem »real standpoint of a majority« entspricht, »in practice« (Moore 1910: 259) aber verfolge man das Studium des Klimas im Verhältnis zu Menschen. Ein Klima, das von Menschen nicht (zeitweilig) bewohnt oder bewohnbar ist, wie die Atmosphäre oder das Meer, falle im praktischen Vollzug der Forschung außerhalb des Gegenstandsbereichs der Klimatologie.

Das »Handbuch« stand mit seiner Definition allein auf weiter Flur. Es wich von der bis dahin gängigen Klimadefinition deutlich ab, um einen Weg für die Klimatologie zu suchen, nicht mehr im Status einer Hilfswissenschaft innerhalb einer großen kosmischen Physik zu verbleiben, wie sie sich die Koryphäe des Feldes erdacht hatte. Nur über diesen Weg könne die Klimatologie den Rang »einer wissenschaftlichen Disziplin« beanspruchen und einfordern, dass auch die Meteorologie »klimatologischer Kenntnisse bedarf« (Hann 1883: 2f.). Und doch relativiert das »Handbuch« seine selbstgesetzten Ansprüche wieder selbst. Solche potenziellen Einflussfaktoren sollen zwar in deskriptiver Hinsicht berücksichtigt werden, sie sollen sich aber »gar nicht geltend in der Behandlung des begründenden Teiles« (Hann 1883: 6) machen, in dem die physikalische und meteorologische Erklärung zum Zuge kommt. Hanns und Kreils Inkonsistenzen – enthumanisierter Klimabegriff vs. Klimabegriff,

der auch potenzielle Einflussfaktoren berücksichtigt; beschreibende Klimatologie vs. manchmal erklärende Klimatologie – lassen sich hier nicht auflösen. Die Halbherzigkeit, mit der die Klimatologie sich gegenüber der Meteorologie und der Geografie positionierte, lässt sich stattdessen eher als Befund für eine faktische Unentschlossenheit der Klimatologie interpretieren, die aus der undurchsichtigen und stürmischen Situation in ihrem wissenschaftlichen Umfeld resultierte. Diese Unklarheit sollte letztlich noch viele Jahrzehnte bestehen bleiben.

Es waren nicht nur Meteorologen, die sich inzwischen selbstbewusster positionierten sowie ihre Identität in Abgrenzung zur Klimatologie und in Übereinstimmung mit der wissenschaftlich und außerwissenschaftlich anerkannten Physik bestimmten. Auch im weiteren allgemeinen wissenschaftlichen Diskurs gerieten die Wissenschaften, die sich ihre Aufgaben und Gegenstände noch in der Tradition Humboldts definierten, immer häufiger unter Beschuss. Anlässlich der Fertigstellung der Humboldt-Denkmäler nebst der Universität, die seit der Nachkriegszeit Humboldt-Universität heißt, erinnerte der Mitbegründer der *Physikalischen Gesellschaft zu Berlin* und damalige Rektor der Universität in einer Rede an das intellektuelle Schaffen der Namensgeber der Statuen (vgl. auch Stichweh 1984: 208). Unverkennbar sei Alexander von Humboldts Beitrag, die Wissenschaft »gewöhnlichen Menschenkindern verständlich zu machen« (Du Bois-Reymond 1883: 36). Gleichwohl herrschten unter Laien einige Missverständnisse über die Leistungen. Dies betreffe vor allem das Unwissen darüber, dass Humboldt »nicht auf der letzten Höhe stand« und dass seine Forschung am »Mangel an physikalisch-mathematischem Verständniss« (Du Bois-Reymond 1883: 19f.) litt. Seine Arbeit sei bestimmt durch »Feststellung und Anschauung des Thatsächlichen« zulasten der Bemühung, »die Erscheinungen über eine gewisse Grenze hinaus zu zergliedern und sie auf die letzten erkennbaren Gründe zurückzuführen« (Du Bois-Reymond 1883: 20):

»Die blosse Aufzählung, auch in grossen Massen, dessen, was so sein Blick umspannte, und was er in den geringsten Einzelheiten sich gegenwärtig hielt, oder doch in jedem Augenblick heranzuziehen wusste, würde ermüdend sein. Es war eben der Kosmos; nur ist, in jenem höchsten Sinne, der Kosmos kein wissenschaftlicher Begriff. [...] Der Kosmos, das geschmückte und geordnete Naturganze, ist ein ästhetischer Anthropomorphismus.« (Du Bois-Reymond 1883: 20)

Nicht bloß kritisiert der Rektor den Hang zur Ästhetik und den Einsatz von Anthropomorphismen. Auch auf die Spannungslinie zwischen dem Beobachtungs- und Darstellungsprinzip des Totaleindrucks und der Aufschlüsselung ursächlicher Zusammenhänge, an der das »Handbuch« im selben Jahr ambivalent bleibt, macht er aufmerksam. Humboldt sei hinter der »wissenschaftlich zergliedernden Culturperiode«

zurückgeblieben und ihm sei daher eher ein »künstlerisch betrachte[n]« (Du Bois-Reymond 1883: 20) Stil zuzurechnen. Den Erkenntnissen »der theoretischen Naturforschung« (Du Bois-Reymond 1883: 35) sei damit jedenfalls nicht genüge getan worden. Die Rede ist ein einziger Angriff auf die Wissenschaften, die, wie die Klimatologie, »lebhaft« Beschreibungen anfertigten, Metaphern nutzten, ihre Sinne als Instrumente verstanden, sich selbst noch in der Tradition Humboldts definierten.

Angesichts der regionalen Orientierung, der Fokussierung auf die Bewohner der Klimata und des weitgehenden Verzichts auf physikalische Theorie ist auch wenig verwunderlich, dass die Geografie sich die Klimatologie zu eigen machen wollte. In einem Aufsatz zur »Klimakunde als Zweig länderkundlicher Forschung« (Lautensach 1940) wird der Vorschlag unterbreitet, den Kontakt der Klimatologie zur Meteorologie ganz zu kappen und ihren Gegenstandsbereich einzugrenzen. Die Klimatologie müsse ihre Forschung lediglich auf die Phänomene begrenzen, die – und soweit bestehen hier keine dramatischen Uneinigkeiten – einen Einfluss auf den Menschen ausüben. Man könne jedoch »ohne jeden Schaden« – und hier sei einerseits an die differenzierungsskeptische Umschreibung der Bewegungen von Luftmassen (Kap. 3.4.3) und andererseits an die Theorie atmosphärischer Zirkulation erinnert (Kap. 4.2.3) – auf die »Berechnung von Mittelwerten des Luftdrucks und deren Analyse« (Lautensach 1940: 398) verzichten. Die Klimatologie sei zwar »nicht mehr eine Teilwissenschaft«, aber immer noch »eine Hilfswissenschaft der Geographie« (Lautensach 1940: 394). Dabei handelt es sich nicht um eine neutrale Einordnung, wie auch ein Kommentator bemerkte, sondern um eine »Herabdrückung der Klimatologie«. »Meteorologie und Geographie«, insistierte er die »Arbeitsteilung« lobend, »brauchen beide die Klimatologie« (Hettner 1941: 224f.).

Letzterer ist es auch, der einige Jahre zuvor die Klimatologen dazu anhielt, nicht nur Mittelwerte zu berechnen und Extremwerte auszuweisen, sondern auch »die Art des Wetters, de[n] Verlauf der Witterung« (Hettner 1924: 118) zu berücksichtigen: »Es ist manchmal, als ob die ganze moderne Entwicklung der Meteorologie spurlos an ihnen vorübergegangen wäre« (Hettner 1924: 118). Besonders ernüchternd ist diese Diagnose, da es seitens der Klimatologie tentative Versuche gegeben hatte, sich der Meteorologie anzunähern. So verfasste Hann nicht nur das »Handbuch der Klimatologie«, sondern auch das »Lehrbuch der Meteorologie«. Im *Monthly Weather Review* wird es zwar für den Umfang und die Breite der behandelten Themen gewürdigt (Bigelow 1902). Jedoch attestiert die Besprechung dem »Lehrbuch« auch eine mangelnde Berücksichtigung der mathematischen und physikalischen Bewegungsgleichungen und Theorien atmosphärischer Zirkulation. Stattdessen finde sich darin vor allem eine »static meteorology as distinct from dynamic meteorology« (Bigelow 1902: 298). Eine gerade mal angemessene Behandlung

wichtiger mathematischer Diskussionen finde sich im Anhang des Buches. Noch einige Jahre später erschien Hanns Verständnis von Meteorologie als ein solches Ärgernis, dass ein Vertreter der Bergener Theorie es in den 1940ern tadelte: »In this way, like an Aristotle of Meteorology, Hann in some respects tied down the study of the weather processes in Europe for half a century, 1875–1925« (Bergeron 1941: 254). Wo die Präferenzen der Klimatologie lagen, selbst wenn sie einen Blick über das selbstgesteckte Programm wagte, ist offenkundig. Und das einzige, was die Klimatologie vorerst zu bieten hatte, war ihr Dienst als »dry-as-dust book-keeping branch of meteorology« (Lamb 1959: 299) »– no more and no less« (Lamb 1982: 11).

4.3.2 Die Spaltung der Klimatologie

Wie sich an den Jahreszahlen der Publikationen ablesen lässt, verschärfte sich der Ton gegenüber der Klimatologie, je länger ihre Unentschlossenheit, mitunter auch ihre als unzeitgemäß wahrgenommene Forschungspraxis anhielt. Immerhin hatte sich innerhalb der ersten drei Jahrzehnte des 20. Jahrhunderts in der Meteorologie die Auffassung vollständig durchgesetzt, wonach die Atmosphäre einen dreidimensionalen Raum *über* der Erdoberfläche aufspannt, in dem sich Luftmassen und Wetterlagen über weite Strecken dynamisch bewegen, die mithilfe von an meteorologischen Gesichtspunkten adjustierten physikalischen Gesetzen zu beobachten, zu erklären und vorherzusagen sind. Diese Umstellung schlägt sich in einer Restrukturierung der *Prestigedifferenzen* (Stichweh 1979) zwischen Meteorologie und Klimatologie nieder. Solange die Meteorologie an Erklärungen krankte, Wetterprognosen auf Erfahrungswissen stützte, Wissen, Glaube und Aberglaube nicht zu unterscheiden wusste und theoriefreie Kartenzeichnerei betrieb, blieb die Meteorologie ein Feld mit allenfalls vielversprechenden Aussichten. Als sich einerseits eine robuste, an die Meteorologie angepasste und aus der prestigereichen Physik entlehnte Theorie entwickelte und andererseits sich ihr Anwendungspotenzial zeigte, kommt es zu einer *innerwissenschaftlichen* Aufwertung der Meteorologie. Auch im Fall der *Außenwahrnehmung* ist der Nutzen der Meteorologie evident: Für die Sicherheit des Schiffsverkehrs, der Luftfahrt, der Landwirtschaft und der zivilen Bevölkerung werden die präventiven Unwetterwarnungen unerlässlich und auch für politische Planung und Kriegsführung erweisen sich die theoriegeleiteten Wettervorhersagen während des Ersten, spätestens Zweiten Weltkrieges als Obligatorium – die Landung in der Normandie erfolgte auf Geheiß einer Wettervorhersage Bergener Art am 06. statt am 05. Juni 1944 (Fleming 2004b).

Zeitgleich findet die Klimatologie dieselbe Situation als eine zu ihrem Nachteil verkehrte *gesellschaftliche Umweltlage* vor. Das akademische

Zentrum der Klimatologie, der deutschsprachige Raum, war nach dem Ersten Weltkrieg zerfallen und international isoliert (darüber klagend Köppen 1921: 291). Spätestens Mitte des 20. Jahrhunderts büßte die Klimatologie zunehmend auch in den Vereinigten Staaten an Anerkennung ein (Coen 2018: 235). *Innerwissenschaftlich* werden diese Entwicklungen in der Klimatologie als Krisensituation erlebt. Grundsätzlich waren die Ausgangsbedingungen ja dieselben: Ein weitverzweigtes Beobachtungsnetz, relativ vergleichbare Daten, Messungen aus höheren Luftschichten und potenziell anwendbare Theorien aus der unmittelbaren disziplinären Nachbarschaft. Der Meteorologie die physikalisch informierte Behandlung dynamischer Prozesse zu verantworten und sich stattdessen nur auf die statistische, sprachliche und kartografische Darstellung von Klima im Verhältnis zum Menschen zu beschränken, brachte der Klimatologie innerwissenschaftlich »Häme und einen zweifelhaften Ruf« (Heymann 2022: 73) ein. Zu eindeutig war geworden, dass die Stimme, mit »der die Natur zu uns redet« (Dove 1837: 3), verstummt war. Hatten schon in den letzten Jahrzehnten Klimatologen mit Bedauern feststellen müssen, dass sich die Meteorologie von der Klimatologie emanzipierte und allmählich zur Physik der Atmosphäre aufstieg, war die Situation im zweiten Drittel des 20. Jahrhundert umso dramatischer. Ginge es nach der Geografie, sollte die Klimatologie eine Vorarbeiterin der Landeskunde werden. Entweder die Klimatologie, stellten Klimatologen fest, bleibe eben »statistical meteorology« (Thornthwaite 1948: 55) und »mere book-keeping« (Hare 1957: 87) oder sie tue es der Meteorologie gleich und steige zu einer erklärenden, »exakten« Wissenschaft auf, indem sie all ihre Forschungsbefunde in mathematischen Formeln ausdrücke »– which means never« (Parr 1945: 222).

Die Klimatologie oder das, was nach dem Ersten Weltkrieg von ihr übrig geblieben war, blieb bis in die 1930er Jahre an dem Scheideweg zwischen Geografie und Meteorologie stehen. Erst im zweiten Drittel des 20. Jahrhunderts spaltete sich die Klimatologie in einen Zweig, der in der Geografie aufging, und in einen zweiten Zweig, der sich der Meteorologie zuwandte (Heymann 2009: 190f.). Die geografische Klimatologie trieb den bisherigen Ansatz noch weiter und geriet förmlich in einen Verräumlichungsrausch. Sie erfand die *Kleinklimatologie* kleinräumiger Klimata etwa der Städte und Berge (Coen 2006) und widmete sich in deutlicher Abgrenzung zur Physik der Atmosphäre dem *Mikroklima* der »bodennahen Luftschicht« (Geiger 1942) in einer Höhe von bis zu zwei Metern. Sie stand in der Nachfolge der unter Kapitel 3.4 behandelten klimatologischen Differenzierungstheorie und führte das Programm einer Systematisierung und Klassifizierung fort. Geografische Klimatologen skalierten das Klima ausgehend von den in den ersten Klimakarten entworfenen Klimagürteln und Klimazonen auf immer kleinteiligere Einheiten herunter. In einem Aufsatz über »Die räumliche

Differenzierung klimatologischer Betrachtungsweisen« (Weischet 1956) kommt ein Unbehagen über die Auswüchse des Verräumlichungsrauschs zum Ausdruck. Darin wird die Inflation der »vielen Wortprägungen wie ›Stadtklima, Ortsklima, Sonderklima, Piccoloklima, Miniaturklima, Kurortklima‹ u.a. mehr« (Weischet 1956: 110) kritisiert. Die Begriffe seien als allgemeine Terminologie unbrauchbar, es komme zu Überschneidungen, erkennbar sei eine »Begriffsverwirrung«, wieder zirkuliere ein neuer Begriff (›Geländeklimatologie‹) und die verfügbaren und neuen seien »neben- und durcheinander« (Weischet 1956: 109f.) im Gebrauch: »Die Verwirrung darüber, was ›Lokal-, Klein-, Kleinst-, Mikro-, Meso- oder Makroklima‹ streng bedeutet, ist nach wie vor groß« (Weischet 1956: 110). Hatte die Anhäufung von Daten in der Meteorologie zu der Ambition geführt, übergreifende Theorien zu entwickeln, ist im Fall der Klimatologie zu beobachten, dass sie umgekehrt ihre Generalisierungen partikularisierte, ihre Klassifikationen weiter differenzierte und den Überblick über ihre Systematisierungen verlor.

Dagegen entwickelte sich allmählich ein Zweig der Klimatologie, der immer offener, heftiger und häufiger gegen die klimatologische Tradition opponierte und den Anschluss zur Physik und Meteorologie suchte. Auch unter den führenden Klimatologen des ausgehenden 19. Jahrhunderts wurden bald Abgesänge auf die Klassiker des Fachs angestimmt, weil sie »nämlich durch eine schöne Sprache und Anführung einzelner Fälle mit großen Zahlentabellen zu überzeugen [suchten], ohne weder einen strengeren mathematisch-physikalischen Beweis, noch eine statistische Untersuchung« (Köppen 1921: 291) vorzulegen. Zu »einseitig vorgegangen« (Hettner 1924: 117) sei die Klimatologie, diagnostiziert ein Aufsatz über »Methodische Zeit- und Streitfragen«. Demnach fixieren sich die klimatologischen Arbeiten zu sehr auf die Mittel- und Extremwerte und vernachlässigen, dass die zugrundeliegenden Witterungen und Wetterlagen sehr unterschiedlich sein und trotzdem denselben Mittelwert aufweisen können. 1936 bricht das neu herausgegebene »Handbuch der Klimatologie« unter neuer Federführung mit der seit der ersten Ausgabe für ein halbes Jahrhundert bestehenden Definition des Klimabegriffs und führt »auch den Zeitfaktor, also das Auftreten von Klimaänderungen und Klimaschwankungen« (Heyer 1963: 2; vgl. auch Schüpp 1974: 73), ein:

»Unter Klima verstehen wir den mittleren Zustand der Atmosphäre über einem bestimmten Erdort, bezogen auf eine bestimmte Zeitepoche, mit Rücksicht auf die mittleren und extremen Veränderungen, denen die zeitlich und örtlich definierten atmosphärischen Zustände unterworfen sind.« (zit. n. Heyer 1963: 2)

Mit zeitlicher Distanz nehmen die Problematisierungen der frühen Arbeiten der Klimatologie zu, die blinden Flecken werden deutlich eingrenzbar

und es entsteht eine neue Klimatologie, die sich selbst auch als neu im Unterschied zum Alten erlebt. Der *statistische* Zugang der *klassischen* Klimatologie, wie sie rückblickend bezeichnet wird (Flohn 1954: 12; Kaufmann 1956: 135; Jacobs 1946: 306), wird eng assoziiert mit einer *statischen* Auffassung des Klimas, die nun einer dynamischen Auffassung der *modernen* Klimatologie gegenübersteht (Flohn 1954: 12): »[S]tatic climatology [...] is more or less identical with climatological statistics« (Conrad 1946: 200). Beispielsweise wird die Untersuchung der Abfolge von Witterungen den mittleren Zuständen vorgezogen (Flohn 1954: 12f.) und die Deutung von dynamischen Prozessen als statistische Anomalien als irrige Verwechslung problematisiert (Hare 1955: 153). Einschneidend wirkten dabei die ersten Beiträge zur Grundlegung einer *Dynamischen Klimatologie*, die – bemerkenswerterweise – deutschsprachig erschienen sind und – wenig überraschend – von Vertretern der Bergener Schule verfasst wurden. Zunächst unter dem Titel »Richtlinien einer dynamischen Klimatologie« (1930) als abgedruckter Vortrag veröffentlicht und dann als Zusammenfassung ins Englische übersetzt (1931) erreichte das Programm ein breites Publikum (Rayner et al. 1991). Binnen weniger Jahre fand der neue Ansatz Zulauf von Seiten der Klimatologie und scharrte bald eine Reihe von namhaften Anhängern um sich, darunter Kenneth Hare in Kanada und Hermann Flohn in Westdeutschland. Beindruckt von der Naturwissenschaftlichkeit, letztlich dem Prestige der Meteorologie (vgl. Stichweh 1979: 91) zeigte sich dieser Zweig bereit, die Klimatologie auf ein physikalisches Fundament zu stellen und den Weg zu einer »erklärenden Klimatologie« (Flohn 1954: 17) zu wagen.

4.3.3 *Nach- statt Nebeneinander*

Was sich nun in den nächsten drei Jahrzehnten seit der Veröffentlichung der ersten programmatischen Beiträge zur Dynamischen Klimatologie vollzieht, kann als *Verzeitlichung des Raumes* beschrieben werden, an deren Ende die *Nivellierung des Raumes* und die beginnende Konzeptualisierung des Klimas als *singuläres, globales und zeitlich konstituiertes Klimasystem* steht. Den historischen Übergang von einer räumlichen Orientierung in den Wissenschaften hin zu einer zeitlichen lässt sich mit Wolf Lepenies (1978a) entlang zweier Tendenzen nachvollziehen: Zum einen drängt sich seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts ein immer deutlicher hervortretender *Erfahrungsdruck* auf; in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts stehen aus zahlreichen Weltregionen wie aus höheren Luftschichten über mehrere Jahrzehnte reichende empirische Daten zur Verfügung, die immer weiter anwachsen, sich nicht mehr mit den üblichen Methoden verwerten lassen und nach neuen Verarbeitungssystemen und Darstellungsformen verlangen. Hinzu kommt zum

anderen ein *Empirisierungszwang*, der sich ausdrückt in dem Bedarf, mithilfe von Instrumenten, Methoden, Verarbeitungssystemen und Technologien die Erfahrungen einzuschränken und zugleich zu potenzieren. In der Konsequenz werden »[a]lte, aus der Naturgeschichte stammende räumlich konzipierte Klassifikationssysteme« (Lepénies 1978a: 18) von historischen oder allgemeiner: entwicklungstheoretischen Ansätzen abgelöst. Der Raum tritt zugunsten der Zeit als Ordnungsmuster zurück. Folgt man sowohl Lepénies als auch den Diskussionen insbesondere seit der Einführung der Bergener Theorie wird das Problem deutlich, das in der Klimatologie zutage trat. Demnach erschöpften sich die analytischen Potenziale, *räumliche Variationen* zu berücksichtigen, im Vergleich zu der *Variabilität, deren Auftreten noch möglich ist*.

Dem Übergang von einer primär am *räumlichen Nebeneinander* zu einer primär am *zeitlichen Nacheinander* (ferner Simmel 1890: 141ff.) interessierten Klimatologie ging zuallererst die – auch von Köppen erkannte, aber ignorierte (Kap. 3.4.2) – *empirische Erkenntnis* in die *Artificialität* räumlicher Klassifikationssysteme voraus. »Die Begründung auf bestimmte Zahlenwerte ist immer künstlich« (Hettner 1924: 119), kritisierte ein Klimatologe die herkömmlichen Klimaklassifikationen. Diese würden Regionen voneinander trennen, die Ähnlichkeiten aufwiesen, und andere ungleichartige Regionen nach einem Muster zusammenführen, das nicht nachvollziehbar sei. Er resümiert:

»Aber man soll dieser zahlenmäßigen Bestimmung keine zu große Bedeutung beimessen; weder die Natur noch der Mensch im praktischen Leben richten sich nach bestimmten Dezimalzahlen, sondern nach dem Zusammenspiel und der Aufeinanderfolge der Witterungserscheinungen.« (Hettner 1924: 120)

Zugleich wird immer problematischer, dass ein räumliches Analyseraster seinen Zweck verfehlt, d.h. es sein Generalisierungs- und Abstraktionspotenzial verliert, wenn für jede räumliche Ausprägung eine zusätzliche Skala (z.B. Stadt- oder Ortsklima) eingeführt oder gar eine eigene Klimazone (Hamburger oder Buxtehuder Klima) abgegrenzt wird. Dies wird daran sichtbar, dass der Spielraum, in dem es noch akzeptabel und zulässig ist, den Raum einzuteilen, deutlich beschränkt wird und daher die Klassen so breit definiert werden, dass möglichst viele individuelle Ausprägungen unterschiedslos einfließen können. Diesen Schluss zieht beispielsweise eine Klimaklassifikation von 1957. Sie kommt auf zehn Klimata Europas und befindet mit Verweis auf frühere Klassifikationen, dass sich die Einteilung »im herkömmlichen Rahmen hält« (Brunnschweiler 1957: 193). Sie kommuniziert also deutlich mit, dass Klassifikationen nicht mehr beliebig erweitert werden können, sofern sie ein adäquates und kanonisch festgelegtes Abstraktionsniveau erreichen wollen.

Noch wichtiger war die Entdeckung von Regionen, die sich den Klassifikationen nicht fügten. Ihre Auszeichnung als »climatic anomalies« oder als »Earth's Problem Climates« (Trewartha 1961), wie eine titelgebende, breit rezipierte und in vierfacher Auflage erschienene Auseinandersetzung mit klassifikatorischen Abweichungen hieß, war der Ausdruck für die schwindende Überzeugungskraft der Klassifikationssysteme. »Die größte Gefahr für die Systematik aber droht von den Anomalien« und den »Monstren der Erde« (Lepenies 1978a: 63), weshalb die Abweichungen ausgesondert und einer eigenen Klasse untergeordnet werden. Die Monografie erkennt zwar schon »world patterns«, »operation of the great planetary controls«, »relatively similar climatic conditions« und »harmony with general world pattern« an, aber sie problematisiert zugleich die »departures«, »the unusual, the atypical« (Trewartha 1961: 3ff.). An den Reaktionen lässt sich ablesen, dass bereits zum Erscheinungsdatum die zugrundeliegende Idee eigentlich nicht mehr auf der Höhe der Zeit war (Dixon & Herbert 2018). Sehr ungläubig schreibt etwa ein Rezensent: »Professor Trewartha evidently believes that there really are such entities as ›problem climes,‹ and that contrasted with these there is a dominance of ordinary climates« (Blumenstock 1962: 145). Er stößt sich mit Verweis auf Bergener Theoretiker (und inzwischen einige andere) daran, dass die »general circulations of the atmosphere and the ocean« (Blumenstock 1962: 145) noch nicht durchdrungen sei, aber schon Abweichungen von ihr zu identifizieren sein sollen. Daher sei die Lektüre vor allem nur deshalb zu empfehlen, weil die Fehlerhaftigkeit der Perspektive als Negativbeispiel zu eigenständiger Forschung anrege (Blumenstock 1962: 146).

Neben der empirischen Einsicht in die Artifizialität räumlicher Grenzen war Anfang der 1960er also ein weiterer wichtiger Schritt für die Verzeitlichung des Raumes bereits genommen worden, nämlich die Entstehung zeitsensibler *theoretischer* Innovationen. Nicht unähnlich dem Vorgehen, Abweichungen auszusondern, um den klassifikatorischen Ansatz beibehalten zu können, handelte es sich bei einigen theoretischen Anpassungen der Klimatologie an die Meteorologie noch um Rettungsversuche der Klassifikationssysteme. Einen solchen Versuch stellte die Einführung *genetischer* im Unterschied zu *effektiven* Klimasystematiken dar. Effektive Klassifikationen (wie sie in Kap. 3.4 skizziert wurden) grenzen Klimata anhand ihrer Wirkung etwa auf die Vegetation oder Bodenbeschaffenheit ab, während der genetische Ansatz auch die »physikalischen Ursachenzusammenhänge in Rechnung stellt« (Flohn 1957: 161). Wie in der Meteorologie hatte die Ausweitung der Beobachtungen von der »flachen« Erde auf höhere Luftschichten auch in der Klimatologie einen bleibenden Eindruck hinterlassen, die Aufmerksamkeit auf die atmosphärische Zirkulation gelenkt und eine »dreidimensionale Betrachtung des Klimas« (Heyer 1963: 23, vgl. auch 221) hervorgerufen.

Genetische Klassifikationen versuchten nun räumliche Klimata anhand kausaler Prozesse in der globalen Atmosphäre zu bestimmen. Dies änderte grundlegend die Definition des Klimabegriffs:

»[D]as Klima einer Örtlichkeit ist das Resultat der Häufigkeit und der Wirksamkeit von Luftmassen, welchen sie im Jahresverlauf ausgesetzt ist. Das Hauptgewicht dieser Definition liegt auf dem durch Luftmassenänderung bedingten Wechsel im Wettergeschehen, weniger auf einem ›normalen Ablauf‹ oder gar auf einem zum mindesten in den gemäßigten Breiten imaginären ›mittleren Zustand‹.« (Brunnschweiler 1957: 167)

Damit wurde über die bereits tentativ hinzugefügte Erweiterung um zeitliche Abweichungen und Schwankungen hinaus der Variabilität gegenüber der Stabilität ein deutlicher Vorzug gegeben. Flohn (1950: 158), ein Pionier auf diesem Gebiet, schätzte einen solchen genetischen Ansatz 1950 noch »als Ergänzung zu der in der ganzen Welt noch immer meist verbreiteten (effektiven) Klimaeinteilung« ein. Nur sieben Jahre später galt ihm der effektive Ansatz als »unbefriedigend«, und als »mehr oder minder künstliches System«, wohingegen ein genetischer Ansatz notwendig sei, wenn die Klimatologie an den Stand der Physik und der Meteorologie anschließen und »sich nicht als Hilfswissenschaft auf ein Abstellgleis schieben lassen will« (Flohn 1957: 161f.). Während der zeitlichen Dynamik nun ein höherer Stellenwert zukommt, tritt der Raum zurück. Der genetische Ansatz fokussierte auf die Veränderungen in der »allgemeine Zirkulation«, die in den regionalklimatologischen Maßstäben »gar keine Rolle spielen« (Flohn 1957: 173).

In den 1950er Jahren begann die Dynamische Klimatologie deutlich selbstbewusster aufzutreten und sich gegen Vorurteile zu wenden. »On the whole, English-speaking meteorologists«, referierte ein Klimatologe 1957 vor der WMO, »have become hostile to the idea that climatology has any scientific content« (Hare 1957: 87). Inzwischen jedoch wurde immer deutlicher, dass solche Atteste jeglicher Grundlage entbehren und die Praxis der Dynamischen Klimatologie nicht lediglich im Haushalten von Daten einzelner Regionen bestehe. Entsprechend verortet er die Klimatologie nicht in der Geografie (auch wenn es klimatologisch interessierte Geografen gebe), sondern in der Meteorologie: »[I]t is a particular approach to the general meteorological problem, a particular pair of spectacles through which the atmosphere may be surveyed« (Hare 1957: 88). Auch der Klimatologie gehe es nun um die globalen Veränderungen in der Atmosphäre.

Solche deutlichen Worte richteten die physikalisch informierten Klimatologen nicht nur an die Meteorologie. Auch innerhalb der Klimatologie grenzten sie sich ab. Neuerscheinungen, die dynamischen Aspekten Rechnung trugen, wurden dies zugutegehalten (Landsberg 1957b). Jene, die noch die ›klassischen‹ Ansätze pflegten, werden für die mangelnde

Berücksichtigung von »general climatic fluctuations« (Landsberg 1957a: 500) getadelt. Eine ausführliche Sammelrezension betrachtet die »Klimatologie im Lichte der neueren Lehrbücher« (Kaufmann 1956) und macht die Behandlung dynamischer Aspekte zu einem zentralen Beurteilungskriterium. Von den acht besprochenen Büchern werden drei für genetische Ansätze und die Diskussion atmosphärischer Zirkulation hervorgehoben, die anderen seien »für das Hergebrachte«, wären »wenig befriedigend« oder »[tragen] jedoch den neuesten Entwicklungen kaum mehr Rechnung« (Kaufmann 1956: 133f.). Selbst die Feldforschung der Klimatologie, wo sie vereinzelt immer noch praktiziert wurde, erschien im Laufe der 1940er und 1950er Jahre als kurioser Atavismus. Ein im Publikationsorgan der *Royal Meteorological Society* abgedruckter Vortrag hebt die wissenschaftlichen Errungenschaften der skandinavischen Klimatologie auf eine sehr eigentümliche Weise hervor. Dort würden die Klimatologen in der »tradition of the Northmen of centuries past« noch arbeiten (Manley 1944: 218). Häufig werde übersehen, dass »the men of the north« nicht nur Kämpfer waren, sondern auch Händler und Abenteurer: »their art, skill, craftsmanship and science as farmers and seafarers go back over three thousand years« (Manley 1944: 218).

All diese Entwicklungen – das ›Aufschauen‹ zur Meteorologie, die Abgrenzung gegen geografische Ansätze, die Adaption einer genetischen Betrachtungsweise, die Festlegung neuer Definitionen, der Aufbau neuer physikalischer Theorien und die Problematisierung ihrer Nichtberücksichtigung, die Unterscheidung von dynamischem Neuen und statischem Alten – lassen sich lesen als Hinweise auf die Herausbildung einer Klimatologie im zweiten Drittel des 20. Jahrhunderts, die einen andersartigen Gegenstand vor Augen hatte, wenn sie über Klima sprach, als es noch Anfang des 20. Jahrhunderts der Fall war. Die Ausweitung der Beobachtungsnetze, die Einführung zeitsensibler Theorien und nicht zuletzt die Ausdehnung auf höhere Luftschichten bildeten eine wichtige Voraussetzung dafür. Während in der klassischen Klimatologie nur andeutungsweise ein Problembewusstsein für die dynamischen Aspekte des Klimas entstanden war (Kap. 3.4.3), dominiert Mitte des 20. Jahrhunderts die globale und zeitsensible Perspektive aus der Meteorologie auch die Klimatologie. Mit dem hydro- und thermodynamischen Ansatz ist ein grundlegender Perspektivwechsel verbunden, nämlich einer, der dem *Werden* gegenüber dem *Sein* einen Vorzug gibt (vgl. Prigogine 1992), dem Wechsel gegenüber dem Andauernden, den Gesetzen der Veränderung gegenüber den gleichförmigen Mittelwerten. Während geografische Klimatologen noch mit der Zeit fremdelten und unter »Weltklimatologie« »[e]igenes Erleben und Erkundung der Wirkung des Klimas« (Knoch 1942: 246) verstanden, tritt in der Dynamischen Klimatologie die Idee eines zeitlich konstituierten globalen Klimasystems im Gefolge einer Theorie der allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre schrittweise

und eindeutiger in den Vordergrund. Begrifflich hat sich die Klimatologie bis dahin zwar noch nicht auf ›das globale Klimasystem‹ festgelegt, aber sie ist schon in den 1950er Jahren ›nah‹ dran. Die Denkweise hat sich jedenfalls weitestgehend durchgesetzt. Man interessierte sich nun für die »Dynamik der allgemeinen Zirkulation« (Flohn 1950: 155), die »zusammenhängenden Windsysteme[...]« (Flohn 1957: 168) und das »Zirkulationssystem« (Brunnschweiler 1957: 180), für das »over-all global energy budget« (Wexler 1957: 144), den »Gesamthaushalt des Planeten Erde« und den »Wärmehaushalt der freien Atmosphäre« (Möller 1950: 362, 364). Erst in den 1960ern werden die »global system changes« des »global climate« (Fletcher 1968: 4) allmählich problematisch. Bis dahin blieb eine Frage zu klären: Wohin mit dem Menschen?

5 Zwischenbetrachtung: Dezentrierung des Menschen?

»Der Mathematiker sucht einen Beweis, dass es für ein Problem eine Lösung gibt. Mich interessiert nicht, ob es einen Beweis gibt. Mich interessiert: Ist die Lösung zu etwas nützlich?«

– Reto Knutti¹

Es sind faszinierende Worte, mit denen ein schweizerischer Klimaphysiker in einem großen Medienhaus zitiert wird. Ein ganzes Portrait widmet die *Neue Zürcher Zeitung* den Beweggründen für sein öffentliches Engagement, den biografischen Umbrüchen und der gesellschaftlichen Rolle Reto Knuttis. Und dann ist da diese Selbstverpflichtung auf die Produktion einer »Lösung«, die als erste Qualitätsanforderung hat, nicht plausibel, wahr oder falsifizierbar zu sein, sondern »nützlich«. Es ist eine Aussage, der die Klimatologen und Meteorologen des 19. Jahrhunderts und der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts wohl uneingeschränkt zugestimmt hätten. Heutzutage gilt das sicherlich nicht für alle Forschenden im Klimafeld, aber immer noch für einige. Manch eine Kontinuität in der Geschichte der Klimaforschung ist dann doch verwunderlich. Ich will diese Zwischenbetrachtung dafür gebrauchen, entlang der in Kapitel 2.5 vorgeschlagenen Untersuchungsdimensionen (Gesellschaftskategorien, Zeit, Raum, Darstellungsformate, Holismus, Reduktionismus, Variation) ein Schlaglicht auf einige zentrale Entwicklungen bis zur Mitte des 20. Jahrhundert zu werfen, die größtenteils zeitgleich verlaufenen und verflochtenen Geschichten der Klimatologie und der Meteorologie in ein Verhältnis zueinander zu setzen und den kurzen Moment einer »vernaturwissenschaftlichen« Klimatologie zu diskutieren. In den 1950er Jahren hatte sich eine Klimatologie herausgebildet, die ohne den Menschen ausgekommen wäre.

Das 19. Jahrhundert der humboldtschen Wissenschaften war geprägt durch einen hohen Grad an interdisziplinärer Offenheit. Gewiss verstanden sich Meteorologie und Klimatologie als Disziplinen oder mindestens Subdisziplinen, wobei es in diesem Fall unter den Beteiligten keinen Konsens gab, welche von den beiden nun die andere inkludierte. Die Gegenstände, ob sie nun als meteorologische, klimatologische oder atmosphärische Elemente bezeichnet wurden, leistete keine Abgrenzung. Sowohl Klima als auch Wetter wurden als wahrnehmbare und erlebbare Phänomene angenommen. Auch die Arbeitsweise war kein hinreichendes

1 Zitiert in Hardegger (2021).

Distinktionsmerkmal. Obwohl Klimatologen von sich behaupteten, keine Theorie zu betreiben, standen ihre Klimabeschreibungen den Daumenregeln und Erfahrungswerten der Meteorologie in nichts nach. Bei beiden Theorievarianten handelte es sich letztlich um räumlich und zeitlich limitierte, zum Teil persönlich eingefärbte Aussagen über Klima und Wetter. Die Klimakarten wie die Wetterkarten waren auf Basis von meteorologischen Beobachtungen erstellt, die einen über einen längeren, die anderen über einen kürzeren Zeitraum, die einen über eine größere, die anderen über eine kleinere Fläche. Die Klimatologie mobilisierte die Körper, um das Klima zu messen, die Meteorologie nutzte die Sinne, um das Wetter zu beobachten und die Messdaten abzulesen. Die Klimatologie und die Meteorologie genossen im Verbund das Ansehen als ›kaiserliche und königliche‹ Wissenschaften und waren Teil des Staatsapparats, beide Forschungsfelder waren in imperiale Projekte eingebunden, erfüllten staatstragende Funktionen, bewarben ihr Wissen mit dem Verweis auf den Umwelteinfluss und stellten gesellschaftlich nützliches Wissen zur Verfügung. Aber nur die Klimatologie hatte den Menschen auch als Problemstellung. Was die Klimatologie von der Meteorologie unterschied, war, dass sie nicht nur Wissen *für* die Gesellschaft produzierte, sondern gesellschaftliche Relevanz mit Wissen *über* die Gesellschaft assoziierte. Oder wie Knutti formuliert: »Die vier grössten Umweltprobleme sind: Der Mensch ist dumm, faul, egoistisch und kurzichtig. [...] Ich betreibe seit 25 Jahren Klimaforschung und seit 15 Jahren sehr viel Öffentlichkeitsarbeit« (im Gespräch mit Leutenegger 2022: 83).

Ausgangspunkt aller klimatologischen Forschung war ein *holistischer* Klimabegriff, der die Gesamtheit klimatologischer Erscheinungen an einem bestimmten Ort, die Gesamtheit der Klimaverhältnisse auf der Welt und die Gesamtheit des menschlichen Lebens und Zusammenlebens einschloss. Klimatologen sollten einen Totaleindruck von der Welt erfassen und darstellen. Das bedeutete für die Forschungspraxis, dass zum einen eine Kombination aus verschiedenen methodischen Zugängen zur Erschließung des *Raumes* gefordert war. Denn die Welt verstand die Klimatologie als *zeitlich* invariables, natürliches Laboratorium, dessen Bedingungen man durch Wahl und Wechsel des Standorts variieren konnte. Klimatologen waren nicht nur dazu angehalten, möglichst viele numerische Beobachtungen von möglichst vielen Teilen der Welt zu sammeln. Sie sollten auch ihre Observatorien und Institute verlassen, ins Feld gehen und ferne Erdregionen erkunden. Das Klima war nach der Überzeugung der Klimatologen am Leibe erfahrbare, es schrieb sich in die Menschen und ihre Beziehungen ein. An der körperlichen Reaktion erfuhr man, ob das Klima abträglich und menschenfeindlich war oder ob es günstige Aussichten und lebensspendende Verhältnisse bot. Durch die Feldforschung im Rahmen ziviler

Forschungsreisen und kolonialer Expeditionen oder die quantitative Sammlung von Beobachtungen generierte die Klimatologie einen enormen Datenbestand über die weltweiten klimatischen Verhältnisse und ihre Beziehung zum Menschen.

Zum anderen verlangte die Forderung nach einem Totaleindruck verschiedene *Darstellungsformate*, in denen die Daten verarbeitet und die klimatologischen Theorien abgebildet werden. Neben detaillierten, hochaufgelösten, dichten Klimabeschreibungen, in denen die Verschränkung von sozialer und natürlicher Welt simuliert wurde, stellte die Klimakartografie ein Darstellungsformat dar, das eine Repräsentation der Welt herstellte und darstellte und daher in besonderer Weise die Ansprüche zu erfüllen galt. Auf mehreren, übereinander geschichteten Abstraktionslagen vereinigte sie nicht nur disparate Daten, sondern auch Annahmen über den Zusammenhang zwischen der Gesamtheit der klimatologischen Erscheinungen, der Klimaverhältnisse und der menschlichen Beziehungen. Die gesamte Welt geriet in den Blick der Klimatologie.

In Klimakarten als eine naturwissenschaftlich konditionierte Differenzierungstheorie der Gesellschaft materialisierten sich auch eine Vielzahl von *Gesellschaftskategorien*, die zuvor im Rahmen der kolonialen Klima- und Gesellschaftsstudien erprobt und verbreitet wurden. Sofern das 19. Jahrhundert in noch nie dagewesener Weise »eine Epoche organisierter Erinnerung und zugleich gesteigerter Selbstbeobachtung« (Osterhammel 2010: 26) war, so hat die Klimatologie durch ihre Bände, Zeitschriften und Archive füllenden numerischen Beobachtungen von klimatischen und gesellschaftlichen Verhältnissen, durch Kartografie, Feldforschung und vergleichende Länderstudien wesentlich dazu beigetragen. Auch wenn ihre Beschreibungen über die Kulturen, Zivilisationen, Rassen und Bewohner der Kontinente vielen Erdregionen aufgezungen wurden, so lässt sich das Gesellschaftsmodell der Klimatologie, die in *räumlichen Klima-Nischen begrenzte Gesellschaft*, doch als Gesellschaftsbeschreibung interpretieren, die von Beginn an einen globalen Generalisierungsanspruch erhob. Die Erde bestand nach Ansicht der Klimatologie aus lauter Klima-Parzellen. Die erste und wichtigste Unterscheidung war, ob das Klima bewohnt oder zumindest zeitweilig bewohnbar war. Menschenfeindliche Regionen wie Meere oder höhere Luftschichten fielen aus dem Untersuchungsrahmen. Aber alles andere galt zunächst einmal als soziale Klima-Nische. Im Laufe der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts zementierte sich in der Klimatologie die Vorstellung, dass die Welt räumlich in eine Vielzahl an Klima-Containern differenziert ist, in denen Gesellschaften hervorgebracht, geformt und gegeneinander als sozio-geografische Einheiten abgegrenzt werden. Und so unterschiedlich die Gesellschaften und ihre klimatischen Verhältnisse waren, die klimatische Begrenzung der Gesellschaften vereinheitlichte

sie. Die Einheit der Welt bestand in ihrer klimatischen Differenzierung. Die Gesellschaft wurde Gegenstand der Klimatologie, weil das Klima die gesellschaftlichen Verhältnisse so sehr zu beeinflussen, weil das Klima eine so naheliegende Erklärung für die Unterschiedlichkeit der Gesellschaften zu liefern, weil das Klima ein so überzeitliches, übergreifendes und übergreifiges Phänomen zu sein schien, dass es aus Sicht der Klimatologie nur fahrlässig gewesen wäre, die klimatische Begrenzung von Gesellschaften nicht zu behandeln.

So gesehen war der Klimabegriff der klassischen Klimatologie nicht nur holistisch, sondern auch hochgradig *reduktionistisch* angelegt. An die Stelle all der Erklärungsmöglichkeiten für die Beschaffenheit und Unterschiedlichkeit von Gesellschaften setzte sie einen Ansatz, der die soziale Welt lediglich unter klimatischen Gesichtspunkten las. Als polyvalentes Konzept ließ sich Klima als unabhängige Variable setzen und in Abhängigkeit von seiner räumlichen Variation die Verschiedenheit der Kulturen, Sitten und Gebräuche, der Wirtschaftsformen, Arbeitsleistung und zivilisatorischen Errungenschaften, ja selbst die Gründe für die Geschlechterdifferenzierung studieren. Die Gesellschaften der Klimatologie waren äußerst handlungsunfähige soziale Einheiten.

War die menschliche Erfahrung mit dem Klima Erhebungsinstrument und Untersuchungsgegenstand der Klimatologie, so galt sie der Meteorologie als Kontamination ihrer Naturwissenschaftlichkeit. Das Erfahrungswissen war ein notwendiges Übel, das man möglichst zeitnah zu entthronen – die Position des *forecasters* war praktisch eine Lebenszeitstelle – erhoffte. Die Schwelle zwischen dem, was man mit Recht als wissenschaftliches Wissen bezeichnen konnte, und den Bauernregeln, Wetterprophetien und den Spruchweisheiten war zu niedrig. Dass es ein derart eklatantes Missverhältnis zwischen personenunabhängigem, wissenschaftlichem Anspruch und meteorologischer Praxis gab, begünstigte die rasche Verbreitung der Wetterkarte als leicht erlernbare, routinisierbare und zugängliche Methode der Vorhersage. Man brauchte nur einen, der die Beobachtungen verlas, vier weitere, die die Karten zeichneten und einen sechsten Mitarbeiter, der die Karten miteinander verglich und die Veränderungen zum Vortrag in die Zukunft extrapolierte. Die Wetterkartenmethode war überzeugend und niedrigschwellig, allerdings so niedrigschwellig, dass sie auch in den Augen der Öffentlichkeit ob ihrer Wissenschaftlichkeit hinterfragt werden konnte. Die Wetterkarte war eine Methode, die ohne wissenschaftliche Theorie nicht taugte. Neben der Begrenztheit des Wissens über die Kausalbeziehungen der Wetterentwicklung offenbarte die Wetterkarte eine zweite wichtige Grenze: ihre eigene. Sie bildete einen artifiziellen, politischen Rahmen ab, wies aber über sich hinaus. Es erschien unplausibel, dass Wetterphänomene plötzlich über den Vereinigten Staaten oder Großbritannien auftauchten. Waren sie

nicht in einen größeren, womöglich globalen Bewegungszusammenhang eingebettet?

Die Wetterkarte als methodische Innovation stellte eine innerwissenschaftlich angestoßene *Variation* des Zugangs zu meteorologischen Phänomenen dar. Zeitgleich wurde sie flankiert durch eine gesteigerte Vernetzung, Abstimmung und Kontaktverfestigung. Das späte 19. und das beginnende 20. Jahrhundert sind gekennzeichnet durch mehrere Internationalisierungs- und Standardisierungsschübe, die Herausbildung internationaler Organisationen sowie die Entstehung neuer Kommunikations- und Beobachtungstechnologien. Einschneidend war die Verbreitung der Telegrafie als Technologie, die Kommunikation von ihrer materialen ›Schwerfälligkeit‹ befreite und den Raum auf eine geteilte Gegenwart zusammenschumpfen ließ. Meteorologische Informationen aus entfernten Regionen mussten nicht erst befördert werden, sondern standen augenblicklich zur Weiterverarbeitung bereit. Unmittelbar provozierte die Verfügbarkeit einer technologisch hergestellten Gleichzeitigkeit distanzierter Räume die Frage nach einer einheitlichen, globalen Zeitmessung. Die angelaufene internationale Zusammenarbeit, die in der Gründung eines internationalen Verbunds für die Koordination, Standardisierung und Kooperation meteorologischer Forschung mündete, bot einen Rahmen, in der dieses Anliegen auf fruchtbaren Boden fiel. Die Meteorologie sollte eine der ersten Förderinnen der Standardzeit werden.

Um das *holistische* Bedürfnis nach einer vollständigen Erfassung aller weltweiten meteorologischen Informationen zu befriedigen, entstanden allüberall neue Wetterdienste und Messstationen, tausende Laien und Amateurwissenschaftler wurden als Beobachter rekrutiert und an das Kommunikationsnetz angeschlossen, die Infrastruktur wurde stetig sowohl ausgebaut als auch verdichtet. Und das war erst der Anfang. Neben den innerwissenschaftlichen Bemühungen um den Ausbau des Beobachtungsnetzes ist insbesondere der außerwissenschaftlichen (politischen, militärischen und kommerziellen) Rückendeckung zuzurechnen, dass die Meteorologie nach einigen wenigen Messungen aus höheren Luftschichten im 19. Jahrhundert ihr Beobachtungsarsenal zwischen den ersten Jahrzehnten und der Mitte des 20. Jahrhunderts zunächst um Flugzeuge, dann Radiosonden und schließlich Satelliten erweitern konnte, wodurch ihr eine, so formuliert es der Klimatologe Flohn (1951: 210), »Eroberung der *dritten Dimension*« gelungen sei.

Der Impetus für die Extension des Beobachtungssystems zu einer veritablen planetaren Infrastruktur ging nicht zuletzt von einer *Variation* im Bereich der Theoriebildung aus. Die Einsicht in die Begrenztheit der Wetterkarte, das Schrumpfen des Raumes, das Wachstum meteorologischer Daten war Bedingung und Folge eines zunehmenden Problembewusstseins für die globale Dimension atmosphärischer Prozesse. Die Bergener Theorie bot erstmals ein an meteorologische Bedürfnisse

angepasstes physikalisches Vokabular an, das Wetterphänomene in globalen Kategorien beschrieb und zugleich globale Gültigkeit beanspruchte. So wie sie nicht nur an ihrem Entstehungsort zu gelten beglaubigte, löste sie meteorologische Erscheinungen aus ihrem geografischen Kontext und bettete sie in die überräumliche, dynamische Evolution der atmosphärischen Zirkulation ein.

Die auf ein physikalisches Fundament gestellte Meteorologie erfreute sich mehr denn je gesellschaftlicher Unterstützung, während die kriegsgezeichnete Klimatologie an inner- wie außerwissenschaftlicher Anerkennung einbüßte. Im zweiten Drittel des 20. Jahrhunderts spaltete sie sich auf in einen geografisch und einen physikalisch informierten Zweig. Die geografische Klimatologie wurde eine marginalisierte, irrelevante Subdisziplin der Geografie. Physikalisch interessierte Klimatologen versuchten hingegen auf den Stand der Meteorologie aufzuschließen. Neben dem gesellschaftlichen Anerkennungsverlust wurde die *Variation* im klimatologischen Zugriff angetrieben durch Faktoren institutioneller Art (Prestigedifferenzen) und interdisziplinärer Art (Diffusion und Rezeption wissenschaftlichen Wissens). So erfuhr der Klimabegriff in diesen Jahren eine Modifikation, die eine Neubewertung des Verhältnisses von *Zeit* und *Raum* ausdrückte und sich auf die Formel einer *Verzeitlichung des Raumes* zuspitzen lässt. Die Dynamische oder, wie sich nun in Abgrenzung zur klassischen Klimatologie bezeichnete, moderne Klimatologie beschritt den von der Meteorologie vorausgezeichneten Weg und definierte das Klima nun nicht mehr mit Bezug zum Raum, sondern zur Zeit. Im Gefolge der Meteorologie, die die zeitliche Dynamik, die globale Zirkulation, letztlich die Grenzenlosigkeit atmosphärischer Erscheinungen in den Vordergrund stellte, verlor die räumliche Systematisierung deutlich an Überzeugungskraft. Phänomene drängten sich auf, die sich nicht der Klassifikation der Klimata einfügen wollten. Die anfänglichen Versuche, sie als Anomalien auszuheben, galten bald als Verzweiflungstaten eines überkommenen Denkens in räumlichen Kategorien. An die Stelle eines Weltbilds, das auf Stabilität, Überzeitlichkeit und ein räumliches Nebeneinander aufbaute, trat ein Weltbild, in dem Variabilität, Überräumlichkeit und zeitlichem Nacheinander ein Primat zukam. Die genetische Perspektive ließ mehr Offenheit für Zustände zu, die das Klima möglicherweise noch annehmen könnte, als eine Sichtweise, die lediglich eine Variation von räumlichen Gleichzeitigkeiten vorsah. Damit ebnete die Klimatologie den Weg zu einer Betrachtung des Klimas als ein globales, singuläres und zeitlich konstituiertes System. Jetzt blieb nur noch eine Frage zu beantworten: Hatte die Gesellschaft Platz in einer physikalischen Theorie des globalen Klimasystems?

Für die Zeitgenossen war eine Dezentrierung des Menschen nicht nur denkbar, sie war sogar geboten. Mit der Neufassung des Klimas

als dynamisches Phänomen im zweiten Drittel des 20. Jahrhunderts verschob sich der Blick von den Geografen des Klimas auf die Genese atmosphärischer Prozesse in der Höhe. Klima wurde zu einer weltumspannenden und im Zeitverlauf evolvierenden Singularität. In dem Maße sich bereits die Dynamische Klimatologie formalisierte, »vernaturwissenschaftlichte« und an das durch die Physik verkörperte, naturwissenschaftliche Ideal anglich (vgl. Stichweh 2004: 164f.), »enthumanisierte« sie sich und drängte den unmittelbaren Gesellschaftsbezug in den Hintergrund (Heymann 2019). Einige Wissenschaftler, darunter etwa der Direktor des US-amerikanischen Wetterbüros, schwelgten in der Hoffnung, dass die Frage nach dem gesellschaftlichen Wohlergehen in den Hintergrund treten würde. Im Jahr der Beförderung des ersten US-amerikanischen Erdsatelliten in die Erdatmosphäre verkündete er in einem »Statement« (Reichelderfer 1958), dass der Meteorologie eine Zukunft bevorstehe, in der sie wesentliche Fortschritte im Verständnis höherer Luftschichten erzielen würde. Sauer stieß ihm auf, dass Meteorologie und Klimatologie durch die Gleichsetzung von Gesellschaftsrelevanz und Gesellschaftsbezug behindert worden waren: »But weather and climate have always had a special place in man's mind and it was normal that meteorology came to have the more limited meaning« (Reichelderfer 1958: 313). Nun aber werde man sich einem breiteren Zugang widmen. Er ließ nicht die Gelegenheit aus, nachzuschieben, dass die laufenden Pläne für den Ausbau der Meteorologie auch gesellschaftliche Nützlichkeit vorsehen, nur würde sie sich eben nicht mehr aus dem enggesteckten – gesellschaftsbezogenen – Rahmen ergeben. Ihm schwebte eine Forschung vor, deren gesellschaftliche Relevanz nicht über den unmittelbaren Gesellschaftsbezug definiert war, sondern durch die Enthüllung der physikalischen Gesetzmäßigkeiten atmosphärischer Prozesse – ganz ohne Gesellschaft. Auch Flohn (1954: 11) wies »mit Entschiedenheit« eine »menschbezogene, anthropozentrische Einengung« des Klimabegriffs zurück. Stattdessen müsse man akzeptieren, das Klima und Wetter »selbstständige Teile unserer Umwelt« sind und es sie schon gab, als »der Mensch noch nicht vorhanden war« (Flohn 1954: 12). Der Gesellschaftsbezug sei nur ein Ausschnitt eines viel größeren Phänomens.

Dass der Faktor Mensch prominent ins Zentrum geraten sollte, lag für eine prospektive Klimaforschung keineswegs auf der Hand. Letztlich kam es anders. Innerhalb der drei Jahrzehnte nach den Hoffnungsbezeugungen stieg die Frage nach der Rolle der Gesellschaft im Klimasystem zu den zentralen Problemstellungen der Klimaforschung auf. In dem Moment, als ein rein naturwissenschaftlicher Klimabegriff am Horizont erschien, der statt des Menschen die Dezentrierung des Menschen zum Ausgangspunkt wählte, erregte eine Theorie Aufmerksamkeit, die den Menschen nicht bloß zurück ins Blickfeld holte, sondern ins Zentrum

rückte.² Die Klimaforschung positionierte sich im Laufe der 1970er und 1980er Jahre als unverzichtbare und für den gesellschaftlichen Fortbestand nützliche Produzentin von Gesellschaftswissen.

- 2 Ich weiche hier deutlich von der Position in der Anthropozän-Debatte ab, wonach das planetare Denken den Menschen dezentriert und zu einer Fußnote in der Geschichte der Erde gemacht habe. Meiner Lesart nach übertrifft diese Position jeden Anthropozentrismus. Das beginnt mit der Vorstellung, dass die Menschheit als Kollektivsubjekt die Welt innerhalb planetarer Grenzen navigieren könne, geht über ein Schlagwort wie ›Good Anthropocene‹, dem die Annahme zugrunde liegt, dass man die Fähigkeit des Menschen, den Planeten umzugestalten, ins Positive wenden könnte, und zieht sich bis zur Grundauffassung, dass man eine *geologische* Epoche nach dem Menschen bezeichnen müsste. Die Ablehnung dieser Modeerscheinung steht im Übrigen nicht im Widerspruch zur allgemein geteilten Überzeugung, dass die Umweltprobleme gelöst werden müssen. Im Gegenteil: Die Probleme sind so anspruchsvoll und tiefgreifend, dass Geschichtsphilosophie und effekthascherische Semantik den Problemen nicht nur nicht gerecht werden, sondern sie auf maßlose Weise relativieren.

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 undenkbare 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

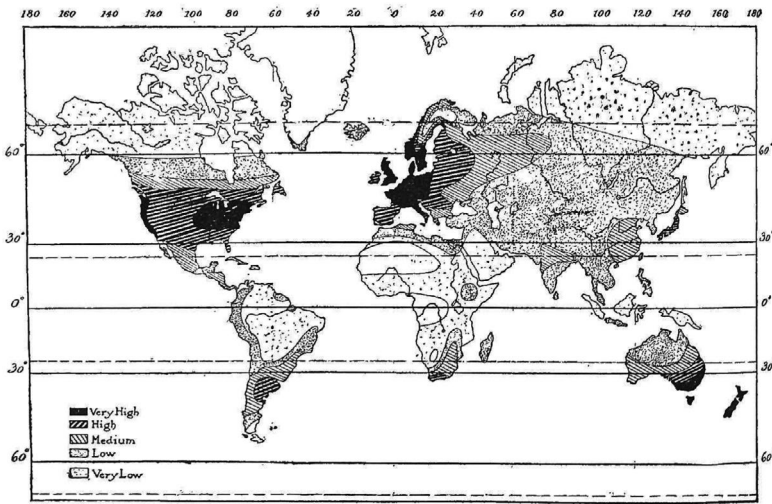


Figure 31. The Distribution of Civilization

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).

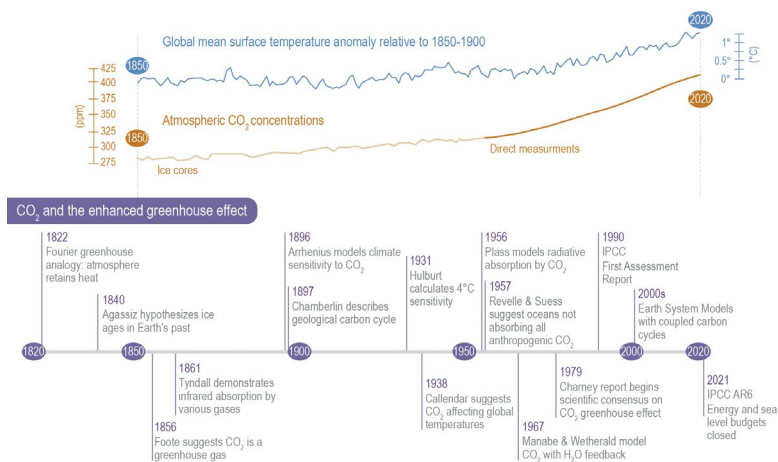


Abbildung 4: Selbsthistorisierung der Klimaforschung: Meilensteine, Treibhausgase, Temperaturen

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, unverschuldet 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 unbeabsichtigter 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.

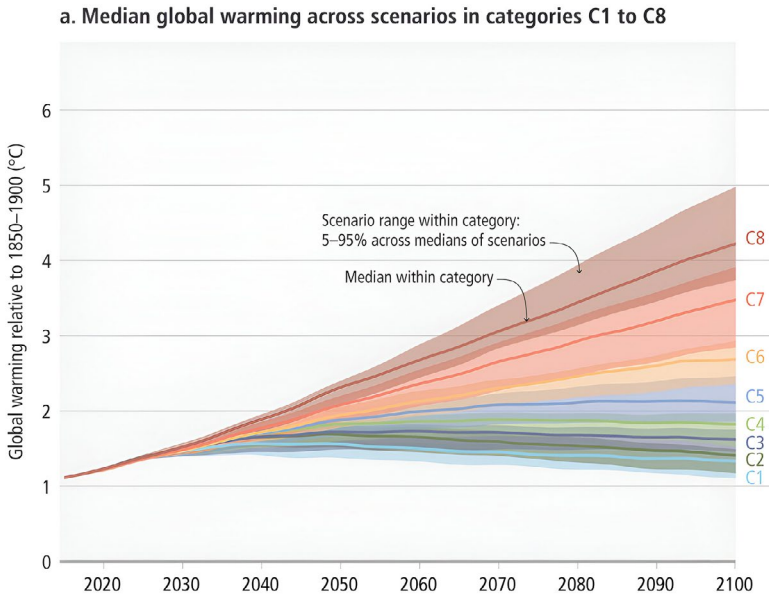


Abbildung 5: Möglichkeitshorizont gesellschaftlicher Klimazukünfte
Aus: IPCC 2022: 22

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 & Hunebøl 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 erwog 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 radikalisieren 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 Gegenstandsreich ausweitete, arbeitete sie ebenso daran, ihr Wissen über die temporale 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

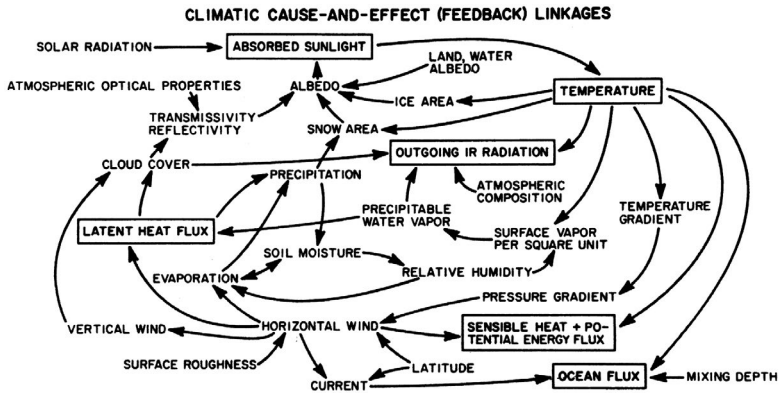


Abbildung 6: Gesellschaft im Klimasystem I: »Atmospheric optical properties«
 Aus: Kellogg & Schneider 1974: 1164

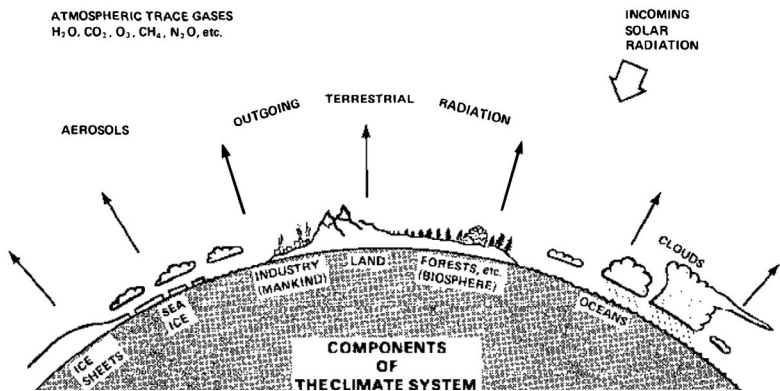


Abbildung 7: Gesellschaft im Klimasystem II: »Industry (mankind)«
Aus: Kellogg 1979a: 64

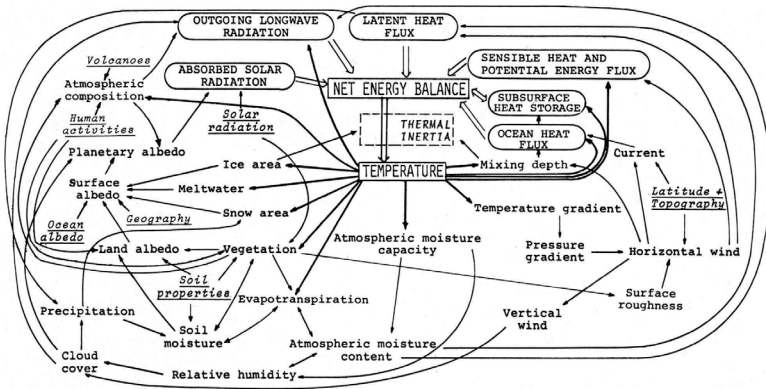


FIG. 1. Climate feedback diagram.

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

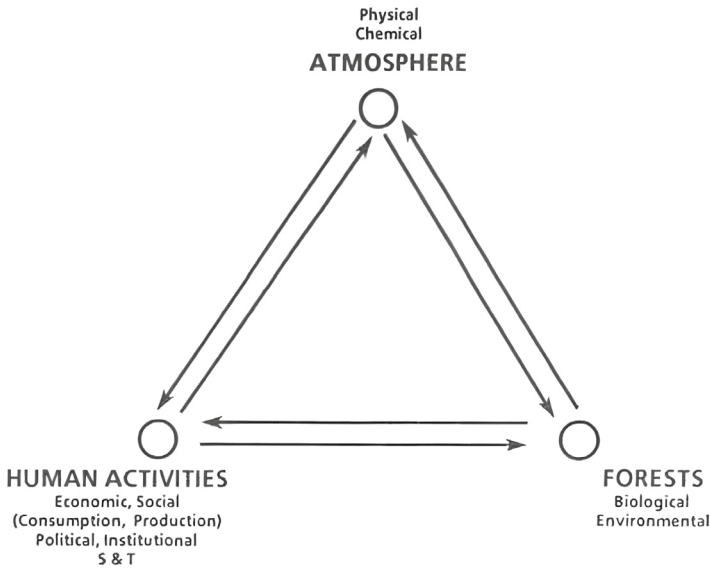


Figure 1.
Components of the three principal interacting subsystems in the forests and atmospheric change issue.

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 CO_2 -Emissionen zu rechnen. Setze sich dieser Trend so fort, wäre Mitte des 21. Jahrhunderts die Verdopplung des atmosphärischen CO_2 -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 CO_2 -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 CO_2 -Emissionen abhängig machte oder andersherum: ein Vorschlag, der verdeutlichte, wie der Anstieg von CO_2 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 verfuhrten 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 Untersuchungsrastrer 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)

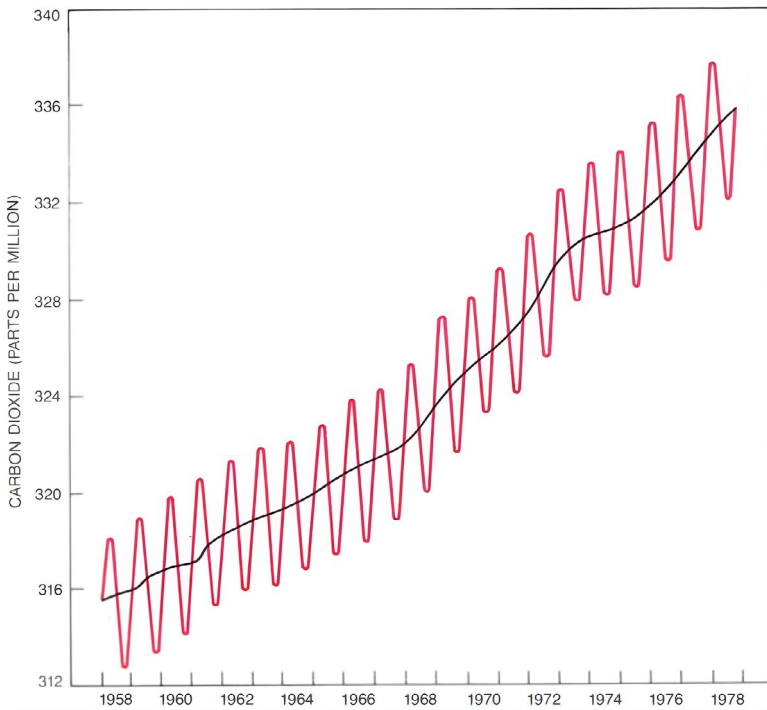


Abbildung 10: Gesellschaft als CO₂-Aggregat
Emissionen (1958–1979) geglättet (schwarz) und mit saisonalen Schwankungen (rot)
Aus: Revelle 1982: 39

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 CO₂-Gehalt in der Atmosphäre ohne menschliches Zutun? Wie hoch wurde der CO₂-Gehalt durch die Verbrennung von fossilen Brennstoffen? Wie viel CO₂ verblieb wie lange in der Atmosphäre? Wenn der CO₂-Gehalt niedriger oder höher als angenommen war, was bedeutet das für die Deutung der neuen Zeit? Inwiefern ändern sich die Annahmen über den vorindustriellen CO₂-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

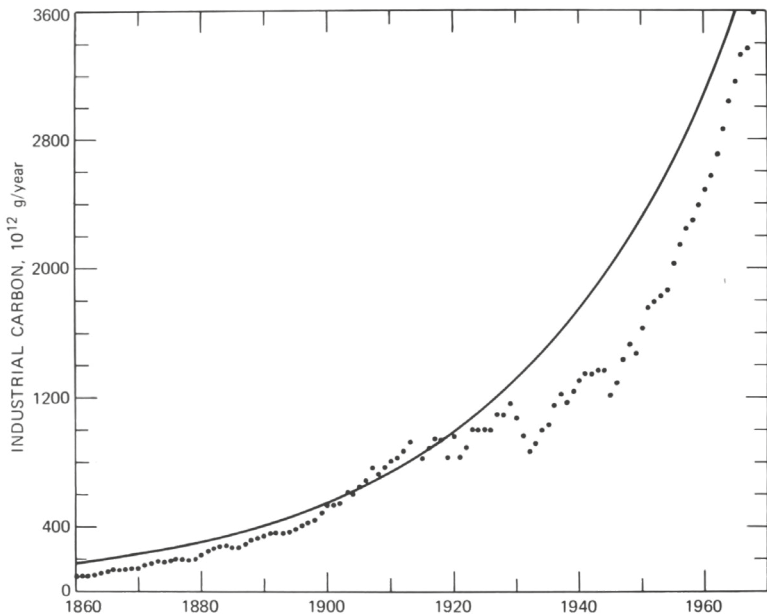


Abbildung 11: Klimawissenschaftliche Geschichtsschreibung: Gesellschaftliche Stabilisierung und klimatische Destabilisierung
Historische Emissionsdaten (1860–1969) als Exponentialfunktion (durchgehend) und als Jahreswerte (gepunktet)
Aus: Bacastow & Keeling 1973: 90

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 knüpfen 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.

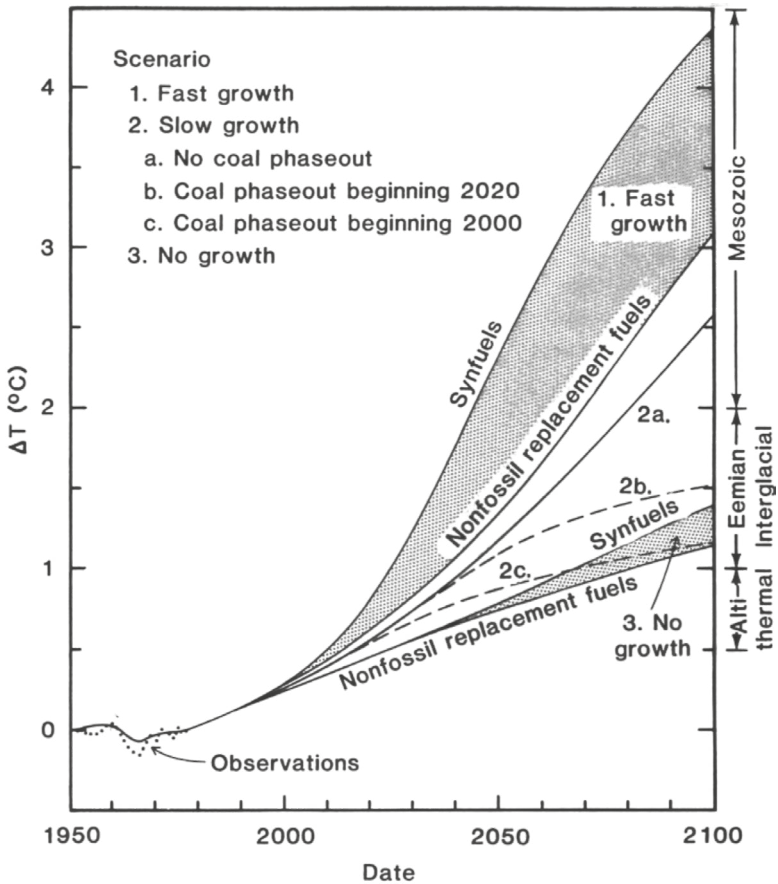


Abbildung 12: Gesellschaftliche Klimazukünfte zwischen rasantem Wachstum und NoGrowth

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.

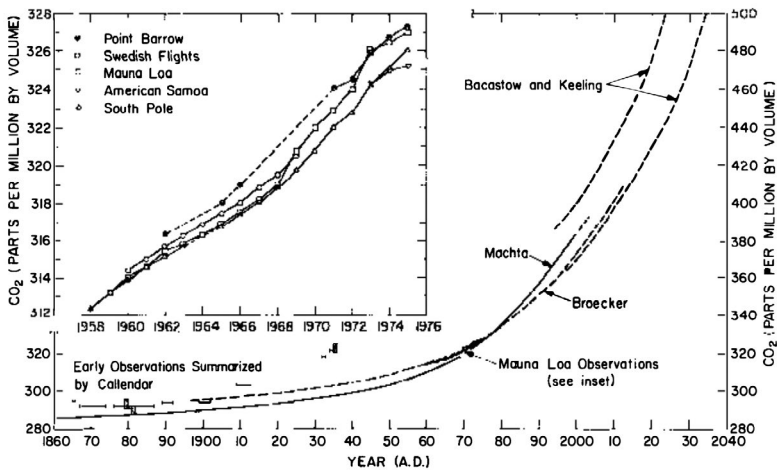


Abbildung 13: Geburt und Grenze der Gesellschaft (290–500 ppm)

Aus: Kellogg 1979a: 36

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 Proxies 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 & Schwere 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 ›erfundene‹ 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 Grenzwert/e?

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 »*zulässige 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, bräuchte 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 co-operation« (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 Indifferenten 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 CO₂-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 vorauszuberechnen, 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 CO₂-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 Ölindustrrie, 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 »Selbstbeschreibungpluralität« (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 Publika 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.

Literatur

- Abbe, C., 1889: Is Our Climate Changing? *Forum* 6: 678–688.
- Abbe, C., 1891: A New University Course. *The Atlantic Monthly* 67: 16–25.
- Abbe, C., 1899: The Aims and Methods of Meteorological Work. Especially as Conducted by National and State Weather Services. Baltimore: Johns Hopkins Press.
- Abbe, C., 1911: [Rezension zu:] Handbuch der Klimatologie. Von Dr. Julius Hann. *Science* 34: 155–156.
- Abbott, A., 2001: Chaos of Disciplines. Chicago, London: University of Chicago Press.
- Abbott, A., 2004: Methods of Discovery. Heuristics for the Social Sciences. New York, London: W.W. Norton & Company.
- Abbott, A., 2014: Digital Paper. A Manual for Research and Writing with Library and Internet Materials. Chicago, London: University of Chicago Press.
- Abelson, P.H. & T.F. Malone, 1977: Foreword. S. VII–IX in: Geophysics Study Committee (Hrsg.), Energy and Climate. Washington: National Academy of Sciences.
- Abend, G., 2022: Making Things Possible. *Sociological Methods & Research* 51: 68–107.
- Abercromby, R., 1885: Principles of Forecasting by Means of Weather Charts. Issued by the Authority of the Meteorological Council. Second Edition, Revised. London: J.D. Potter, Edward Stanford.
- Abercromby, R., 1888: Seas and Skies in Many Latitudes or: Wanderings in Search of Weather. London: Edward Stanford.
- Achermann, D., 2013: Die Eroberung der Atmosphäre. Wetterbeeinflussung in Süddeutschland zur Zeit des Kalten Krieges. *Technikgeschichte* 80: 225–240.
- Achermann, D., 2020: Vertical Glaciology: The Second Discovery of the Third Dimension in Climate Research. *Centaurus* 62: 720–743.
- Adam, B., 2005: Das Diktat der Uhr. Zeitformen, Zeitkonflikte, Zeitperspektiven. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Adam, B. & C. Groves, 2007: Future Matters. Action, Knowledge, Ethics. Leiden, Boston: Brill.
- Adamson, G.C.D., 2015: Private Diaries as Information Sources in Climate Research. *WIREs Climate Change* 6: 599–611.
- Adloff, F., 2022: Gesellschaftlicher Kollaps und Kollapsologie. S. 339–347 in: Y. Ibrahim & S. Rödder (Hrsg.), Schlüsselwerke der sozialwissenschaftlichen Klimaforschung. Bielefeld: transcript.
- Agarwal, A. & S. Narain, 1991: Global Warming in an Unequal World. A Case of Environmental Colonialism. New Delhi: Centre for Science and Environment.
- Agrawala, S., 1998: Context and Early Origins of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climatic Change* 39: 605–620.

- Alexander, J.C., 1982: Theoretical Logic in Sociology. Volume 1: Positivism, Presuppositions, and Current Controversies. Berkeley, Los Angeles: University of California Press.
- Allan, B.B., 2017: Second Only to Nuclear War: Science and the Making of Existential Threat in Global Climate Governance. *International Studies Quarterly* 61: 809–820.
- Alt, E., 1916: Die Physik des Klimas. S. 423–503 in: E. Dietrich & S. Kaminer (Hrsg.), Handbuch der Balneologie, medizinischen Klimatologie und Balneographie. Band 1. Leipzig: Georg Thieme.
- Anderson, B., 2006: Imagined Communities. Reflections on the Origin and Spread of Nationalism. London, New York: Verso.
- Anderson, K., 1999: The Weather Prophets: Science and Reputation in Victorian Meteorology. *History of Science* 37: 179–216.
- Anderson, K., 2005: Predicting the Weather. Victorians and the Science of Meteorology. Chicago, London: University of Chicago Press.
- Andersson, J., 2018: The Future of the World. Futurology, Futurists, and the Struggle for the Post-Cold War Imagination. Oxford: Oxford University Press.
- Anduaga, A., 2020: Politics, Statistics and Weather Forecasting, 1840–1910. Taming the Weather. Abingdon, New York: Routledge.
- Anduaga, A., 2022: Transnational Co-Production of Knowledge: The Standardisation of Typhoon Warning Codes in the Far East, 1900–1939. *Minnerva* 60: 301–323.
- Anicker, F., 2020: Die Medizinisierung der Gesellschaft. *Zeitschrift für Theoretische Soziologie* 9: 173–183.
- Anker, P., 2007: Buckminster Fuller as Captain of Spaceship Earth. *Minerva* 45: 417–434.
- Anonymous, 1881: Our Whether We Like It or Not Chart. *Punch* 81: 120.
- Anonymous, 1884: The Earth as a Globe. [Rezension zu:] Die Erde als Weltkörper, ihre Atmosphäre und Hydrosphäre, Astronomische Geographie, Meteorologie und Oceanographie. Von Dr. Julius Hann. *Nature* 30: 214.
- Anonymous, 1947: News-Scripts: Rain-Making Implications. *Chemical and Engineering News* 25: 3050.
- Anonymous, 1953: Invisible Blanket. *Time Magazine*, 25.05.1953: 82–83.
- Appleman, H.S., 1969: An Introduction to Weather Modification. Air Weather Service, United States Air Force.
- Arrhenius, S., 1896: On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science* 41: 237–276.
- Arrhenius, S., 1908: Worlds in the Making. The Evolution of the Universe. New York, London: Harper & Brothers.
- Arrhenius, S. & R. Lachmann, 1923: Die physikalisch-chemischen Bedingungen bei der Bildung der Salzlagertstätten und ihre Anwendung auf geologische Probleme. *Zeitschrift für allgemeine Geologie*: 139–157.
- Asayama, S., 2021: Threshold, Budget and Deadline: Beyond the Discourse of Climate Scarcity and Control. *Climatic Change* 167: 33.

- Asayama, S., M. Hulme & N. Markusson, 2021: Balancing a Budget or Running a Deficit? The Offset Regime of Carbon Removal and Solar Geo-engineering under a Carbon Budget. *Climatic Change* 167: 25.
- Ashley, R.K., 1983: Eye of Power: The Politics of World Modeling. *International Organization* 37: 495–535.
- Babbage, C., 1833: Ueber Maschinen- und Fabrikenwesen. Berlin: Stuhrsche Buchhandlung.
- Bach, C.L., 1977: An Interpretive History of Thirty Years (1945–1975) of Weather Modification. Tallahassee: Florida State University.
- Bach, W., 1979: Impact of Increasing Atmospheric CO₂ Concentrations on Global Climate: Potential Consequences and Corrective Measures. *Environment International* 2: 215–228.
- Bach, W., 1980: The CO₂ Issue – What are the Realistic Options? An Editorial. *Climatic Change* 3: 3–5.
- Bach, W., 1983: Carbon Dioxide/Climate Thread: Fate or Forebearance? S. 461–509 in: W. Bach, A.J. Crane, A.L. Berger & A. Longhetto (Hrsg.), Carbon Dioxide. Current Views and Developments in Energy/Climate Research. 2nd Course of the International School of Climatology, Ettore Majorana Centre for Scientific Culture, Erice, Italy, July 16–26, 1982. Dordrecht, Boston, Lancaster: D. Reidel.
- Bach, W., 1985: Die Rolle der Klimaszenarienanalyse in der Wirkungsfor-schung. *Erdkunde* 39: 165–174.
- Bach, W., J. Pankrath & W.W. Kellogg (Hrsg.), 1979: Man's Impact on Climate. Proceedings of an International Conference Held in Berlin, June 14–16, 1978. Amsterdam, Oxford, New York: Elsevier.
- Baes, C.F.J., H.E. Goeller, J.S. Olson & R.M. Rotty, 1977: Carbon Dioxide and Climate: The Uncontrolled Experiment. *American Scientist* 65: 310–320.
- Bahrdt, H.P., 2003: Schlüsselbegriffe der Soziologie. Eine Einführung mit Lehrbeispielen. München: C.H. Beck.
- Baker, V.R., 2017a: Interdisciplinarity and the Earth Sciences. Transcending Limitations of the Knowledge Paradigm. S. 88–100 in: R. Frodeman, J.T. Klein & R.C. Pacheco (Hrsg.), The Oxford Handbook of Interdisciplinarity. Second Edition. Oxford, New York: Oxford University Press.
- Baker, Z., 2017b: Climate State: Science-State Struggles and the Formation of Climate Science in the US from the 1930s to 1960s. *Social Studies of Science* 47: 861–887.
- Baker, Z., 2021: Agricultural Capitalism, Climatology and the »Stabilization« of Climate in the United States, 1850–1920. *The British Journal of Sociology* 72: 379–396.
- Ball, J., 1849: On Rendering the Electric Telegraph Subservient to Meteorological Research. Notices and Abstracts of Miscellaneous Communications to the Sections. S. 12–13 in: British Association for the Advancement of Science (Hrsg.), Report of the Eighteenth Meeting Held at Swansea in August 1848. London: John Murray.
- Barnes, J., 2016: Uncertainty in the Signal: Modelling Egypt's Water Futures. *Journal of the Royal Anthropological Institute* 22: 46–66.

- Barrett, E.W., 1975: Inadvertent Weather and Climate Modification. *Critical Reviews in Environmental Control* 6: 15–90.
- Barrie, L.A., D.M. Whelpdale & R.E. Munn, 1976: Effects of Anthropogenic Emissions on Climate: A Review of Selected Topics. *Ambio* 5: 209–212.
- Barry, R.G., 2013: A Brief History of the Terms Climate and Climatology. *International Journal of Climatology* 33: 1317–1320.
- Bartky, I.R., 1989: The Adoption of Standard Time. *Technology and Culture* 30: 25–56.
- Barton, J., 2023: Branding the Earth: Selling Earth System Science in the United States, 1983–1988. *Social Studies of Science* 53: 49–80.
- Bates, C.C., 1989: The Formative Rossby-Reichelderfer Period in American Meteorology, 1926–40. *Weather Forecasting* 4: 593–603.
- Beattie, J., 2003: Environmental Anxiety in New Zealand, 1840–1941: Climate Change, Soil Erosion, Sand Drift, Flooding and Forest Conservation. *Environment and History* 9: 379–392.
- Bebber, W.J. van, 1891: Die Wettervorhersage. Eine praktische Anleitung zur Wettervorhersage auf Grundlage der Zeitungswetterkarten und Zeitungswetterberichte. Stuttgart: Ferdinand Enke.
- Bechmann, G., 1991: Risiko als Schlüsselkategorie der Gesellschaftstheorie. *Kritische Vierteljahresschrift für Gesetzgebung und Rechtswissenschaft* 74: 212–240.
- Beck, R.A., 1993: Climate, Liberalism and Intolerance. *Weather* 48: 63–64.
- Beck, S., 2009: Das Klimaexperiment und der IPCC. Schnittstellen zwischen Wissenschaft und Politik in den internationalen Beziehungen. Marburg: Metropolis.
- Beck, S. & M. Mahony, 2018: The Politics of Anticipation: The IPCC and the Negative Emissions Technologies Experience. *Global Sustainability* 1: 1–8.
- Beck, S., S. Böschen, C. Kropp & M. Voss, 2014: Aus dem Schatten der Klimamodellierung – Zur Repolitisierung des Klimawandels durch Sozialwissenschaften. S. 35–53 in: S. Böschen, B. Gill, C. Kropp & K. Vogel (Hrsg.), Klima von unten. Regionale Governance und gesellschaftlicher Wandel. Frankfurt a. M., New York: Campus.
- Beck, U., 1986: Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Beck, U., 2010: Klima des Wandels oder Wie wird die grüne Moderne möglich? S. 33–48 in: H. Welzer, H.-G. Soeffner & D. Giesecke (Hrsg.), KlimaKulturen. Soziale Wirklichkeiten im Wandel. Frankfurt a. M., New York: Campus.
- Beck, U., B. Holzer & A. Kieserling, 2001: Nebenfolgen als Problem soziologischer Theoriebildung. S. 63–81 in: U. Beck & W. Bonß (Hrsg.), Die Modernisierung der Moderne. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Becker, H.S., 2019: Erzählen über Gesellschaft. Eingeleitet und herausgegeben von Reiner Keller. Wiesbaden: Springer VS.
- Beek, L. van, M. Hajer, P. Pelzer, D. van Vuuren & C. Cassen, 2020: Anticipating Futures Through Models: The Rise of Integrated Assessment

- Modelling in the Climate Science-Policy Interface Since 1970. *Global Environmental Change* 65: 1–14.
- Beek, L. van, J. Oomen, M. Hajer, P. Pelzer & D. van Vuuren, 2022: Navigating the Political: An Analysis of Political Calibration of Integrated Assessment Modelling in Light of the 1.5 °C Goal. *Environmental Science and Policy* 133: 193–202.
- Behringer, W., 1999: Climatic Chance and Witch-Hunting: The Impact of the Little Ice Age on Mentalities. *Climatic Change* 43: 335–351.
- Belge, B. & K. Gestwa, 2009: Wetterkrieg und Klimawandel: Die Meteorologie im Kalten Krieg. *Osteuropa* 59: 15–42.
- Bellamy, R., 2024: Dialogues on Climate Change. *Dialogues on Climate Change* 1: 3–6.
- Ben-David, J., 1964: Scientific Growth: A Sociological View. *Minerva* 2: 455–476.
- Ben-David, J., 1970: Introduction. *International Social Science Journal* 22: 7–27.
- Bensaude-Vincent, B., 2001: A Genealogy of the Increasing Gap between Science and the Public. *Public Understanding of Science* 10: 99–113.
- Beregow, E., 2021: Fermente des Sozialen. Thermische Figuren in der Sozialtheorie. Weilerswist: Velbrück Wissenschaft.
- Berger, P.L. & T. Luckmann, 2013: Die gesellschaftliche Konstruktion der Wirklichkeit. Eine Theorie der Wissenssoziologie. 25. Auflage. Frankfurt a. M.: Fischer Taschenbuch.
- Bergeron, T., 1941: A New Era in Teaching Synoptic Meteorology. *Geografiska Annaler* 23: 251–275.
- Bergeron, T., 1980 [1959]: Synoptic Meteorology: An Historical Review. *Pure and Applied Geophysics* 119: 443–473.
- Bergman, J., 2016: Knowing Their Place: The Blue Hill Observatory and the Value of Local Knowledge in an Era of Synoptic Weather Forecasting, 1884–1894. *Science in Context* 29: 305–346.
- Bergmann, W., 1981: Die Zeitstrukturen sozialer Systeme. Eine systemtheoretische Analyse. Berlin: Duncker & Humblot.
- Berli, O., 2021: Warming up and Cooling out in der Wissenschaft. Zur Entwicklung von Möglichkeitshorizonten am Beispiel von Wissenschaftskarrieren in Deutschland. *Berliner Journal für Soziologie* 31: 327–352.
- Bezold, W. von, 1892: Die Meteorologie als Physik der Atmosphäre. *Himmel und Erde* 1: 1–19.
- Bigelow, F.H., 1902: Hann's Meteorology. [Rezension zu:] Lehrbuch der Meteorologie, von Dr. Julius Hann. *Monthly Weather Review* 30: 298–299.
- Bjerknes, V., 1900: Vorlesungen über hydrodynamische Fernkräfte nach C. A. Bjerknes' Theorie. Band 1. Leipzig: Johann Ambrosius Barth.
- Bjerknes, V., 1904: Das Problem der Wettervorhersage, betrachtet vom Standpunkte der Mechanik und der Physik. *Meteorologische Zeitschrift* 21: 1–7.
- Bjerknes, V., 1914: Meteorology as an Exact Science. *Monthly Weather Review* 42: 11–14.

- Bjerknes, V., 1920: The Meteorology of the Temperate Zone and the General Atmospheric Circulation. *Nature* 105: 522–524.
- Bjerknes, V. & H. Solberg, 1922: Life Cycle of Cyclones and the Polar Front Theory of Atmospheric Circulation. *Geofysiske Publikationer* 3: 3–18.
- Blodget, L., 1857: Climatology of the United States. And the Temperate Latitudes of the North American Continent. Philadelphia: J. B. Lippincott and Co.
- Bloor, D., 1976: Knowledge and Social Imagery. London, Boston: Routledge & Kegan Paul.
- Blumenberg, H., 1960: Paradigmen zu einer Metaphorologie. *Archiv für Begriffsgeschichte* 6: 7–142.
- Blumenberg, H., 1986: Lebenszeit und Weltzeit. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Blumenberg, H., 2001: Ausblick auf eine Theorie der Unbegrifflichkeit. S. 193–209 in: H. Blumenberg, Ästhetische und metaphorologische Schriften. Auswahl und Nachwort von Anselm Haverkamp. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Blumenstock, D.I., 1962: [Rezension zu:] The Earth's Problem Climates. By Gleen T. Trewartha. *Geographical Review* 52: 144–146.
- Blüthgen, J., 1966: Allgemeine Klimageographie. Berlin: Walter de Gruyter.
- Bödeker, H.E., 1982: Menschheit, Humanität, Humanismus. S. 1063–1128 in: O. Brunner, W. Conze & R. Koselleck (Hrsg.), Geschichtliche Grundbegriffe. Historisches Lexikon zur politisch-sozialen Sprache in Deutschland. Band 3. Stuttgart: Klett.
- Bogner, A., 2021: Die Epistemisierung des Politischen. Wie die Macht des Wissens die Demokratie gefährdet. Ditzingen: Reclam.
- Böhme, G., 1974: Die soziale Bedeutung kognitiver Strukturen. Ein handlungstheoretisches Konzept der Scientific Community. *Soziale Welt* 25: 188–208.
- Bojkov, R.D., 1978: Opening Address on Behalf of the Secretary General of WMO. S. 11–13 in: J. Williams (Hrsg.), Carbon Dioxide, Climate and Society. Proceedings of a IIASA Workshop Cosponsored by WMO, UNEP, and SCOPE, February 21–24, 1978. Oxford, New York, Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt: Pergamon Press.
- Bolin, B., 1977: The Impact of Production and Use of Energy on the Global Climate. *Annual Review of Energy* 2: 197–226.
- Bolte, K.M., 1992: Auf dem Weg in eine andere Zukunft: Wandlungen der Zukunftsvorstellungen in den Sozialwissenschaften. *Soziale Welt* 43: 17–127.
- Bonneuil, C. & J.-B. Fressoz, 2016: The Shock of the Anthropocene. The Earth, History and Us. London, New York: Verso.
- Börngen, M. & T. Foken, 2022: 150 Years: The Leipzig Meteorological Conference, 1872. A Milestone in International Meteorological Cooperation. *Meteorologische Zeitschrift* 31: 415–427.
- Bortenschlager, S., 1970: Waldgrenz- und Klimaschwankungen im pollenanalytischen Bild des Gurgler Rotmooses. *Mitteilungen der Ostalpin-Dinarischen Gesellschaft für Vegetationskunde* 11: 19–26.

- Boumans, M., 2015: Science Outside the Laboratory. Measurement in Field Science and Economics. Oxford, New York: Oxford University Press.
- Bourdieu, P., 1991: »Inzwischen kenne ich alle Krankheiten der soziologischen Vernunft«. Pierre Bourdieu im Gespräch mit Beate Krais. S. 269–283 in: P. Bourdieu, J.-C. Chamboredon & J.-C. Passeron, Soziologie als Beruf. Wissenschaftstheoretische Voraussetzungen soziologischer Erkenntnis. Herausgegeben von Beate Krais. Berlin, New York: de Gruyter.
- Bourdieu, P., 2014: Über den Staat. Vorlesungen am Collège de France 1989–1992. Berlin: Suhrkamp.
- Bourdieu, P., J.-C. Chamboredon & J.-C. Passeron, 1991: Soziologie als Beruf. Wissenschaftstheoretische Voraussetzungen soziologischer Erkenntnis. Herausgegeben von Beate Krais. Berlin, New York: de Gruyter.
- Boykoff, J.M., D. Frame & S. Randalls, 2010: Discursive Stability Meets Climate Instability: A Critical Exploration of the Concept of »Climate Stabilization« in »Contemporary Climate Policy«. *Global Environmental Change* 10: 53–64.
- Brace, C. & H. Geoghegan, 2011: Human Geographies of Climate Change: Landscape, Temporality, and Lay Knowledges. *Progress in Human Geography* 35: 284–302.
- Brankovic, J., L. Ringel & T. Werron, 2019: Theorizing University Rankings. A Comparative Research Perspective. *Working Paper SFB 1288* 2: 1–18.
- Bretherton, F.P., 1985: Earth System Science and Remote Sensing. *Proceedings of the IEEE* 73: 1118–1127.
- Breyer, C., D. Keiner, B.W. Abbott, J.L. Bamber, F. Creutzig, C. Gerhards, A. Mühlbauer, G.F. Nemet & Ö. Terli, 2023: Proposing a 1.0°C Climate Target for a Safer Future. *PLOS Climate* 2: e0000234.
- Brinkmann, T., 2022: »Der Klimawandel ist ein Gerechtigkeitsproblem«. Unsere Gesellschaft ist verwundbar und deshalb durch den Klimawandel gefährdet, sagt Klimaforscherin Friederike Otto. *Klimareporter*, 27.02.2022. <https://www.klimareporter.de/international/der-klimawandel-ist-ein-gerechtigkeitsproblem> (23.07.2025).
- Brockmann, D. & H. Bude, 2022: »Keiner musste sich beweisen« – Wie interdisziplinärer Dialog gelingen kann. Ein Gespräch mit Leo Schwarz und Jan Wetzel. *Leviathan* 50: 632–646.
- Broecker, W.S., 1975: Climatic Change: Are We on the Brink of a Pronounced Global Warming? *Science* 189: 460–463.
- Broecker, W.S., 1987: Unpleasant Surprises in the Greenhouse? *Nature* 328: 123–126.
- Broecker, W.S., 2017: When Climate Change Predictions Are Right for the Wrong Reasons. *Climatic Change* 142: 1–6.
- Brönnimann, S. & A. Stickler, 2013: Aerological Observations in the Tropics in the Early Twentieth Century. *Meteorologische Zeitschrift* 22: 349–358.
- Brönnimann, S., R. Allan, L. Ashcroft, S. Baer, M. Barriendos, R. Brázdil, Y. Brugnara, M. Brunet, M. Brunetti, B. Chimani et al., 2019: Unlocking Pre-1850 Instrumental Meteorological Records: A Global Inventory. *Bulletin of the American Meteorological Society* 100: ES389–ES413.

- Brooks, C.E.P., 1951: Geological and Historical Aspects of Climatic Change. S. 1004–1018 in: T.F. Malone, H.R. Byers, H.E. Landsberg, H. Wexler, B. Haurwitz, A.F. Spilhaus, H.C. Willett & H.G. Houghton (Hrsg.), *Compendium of Meteorology*. Prepared under the Direction of the Committee on the Compendium of Meteorology. Boston: American Meteorological Society.
- Brooks, C.F., 1914: Notes on Meteorology and Climatology. *Science* 39: 429–431.
- Brooks, C.F., 1932: Robert DeCourcy Ward, Climatologist. *Annals of the Association of American Geographers* 22: 33–43.
- Brooks, H., 1977: Potentials and Limitations of Societal Response to Long-Term Environmental Threats. S. 241–252 in: W. Stumm (Hrsg.), *Global Chemical Cycles and Their Alterations by Man*. Report of the Dahlem Workshop on Global Chemical Cycles and Their Alterations by Man, Berlin 1976, Nov. 15 to 19. Berlin: Abakon Verlag.
- Bruce, J., 1986: Opening Remarks. S. 7–8 in: WMO (Hrsg.), *Report of the International Conference on the Assessment of the Role of Carbon Dioxide and of other Greenhouse Gases in Climate Variations and Associated Impacts*. Villach, Austria, 9–15 October 1985. Genf: World Meteorological Organization.
- Brückner, E., 1890: Klimaschwankungen seit 1700. Nebst den Bemerkungen über die Klimaschwankungen der Diluvialzeit. Wien: Ed. Hölzel.
- Brückner, E., 1900: Über die Herkunft des Regens. *Geographische Zeitschrift* 6: 89–96.
- Brüggemann, M. & S. Rödder (Hrsg.), 2020: *Global Warming in Local Discourses. How Communities Around the World Make Sense of Climate Change*. Cambridge: Open Book Publishers.
- Bruhns, C., H. Wild & C. Jelinek, 1872: Einladung zu einer im August d. J. in Leipzig abzuhaltenden Meteorologen-Versammlung. *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie* 7: 193–196.
- Brunnschweiler, D.H., 1957: Die Luftmassen der Nordhemisphäre: Versuch einer genetischen Klimaklassifikation auf aerosomatischer Grundlage. *Geographica Helvetica* 12: 164–195.
- Bude, H., 2022: Aus dem Maschinenraum der Beratung in Zeiten der Pandemie. *Soziologie* 51: 245–255.
- Budyko, M.I., 1977: On Present-Day Climatic Changes. *Tellus* 29: 193–204.
- Burton, J., 1986: Robert FitzRoy and the Early History of the Meteorological Office. *The British Journal for the History of Science* 19: 147–176.
- Buschmann, N., 2018: Zukunftsverantwortung. Zur Diagnostifizierung des Verhältnisses von Mensch und Natur nach 1945. S. 211–231 in: A. Henkel, N. Lüdtkke, N. Buschmann & L. Hochmann (Hrsg.), *Reflexive Responsibilisierung. Verantwortung für nachhaltige Entwicklung*. Bielefeld: transcript.
- Büttner, S.M. & F. Adloff, 2013: Die Vielfalt soziologischen Erklärens und die (Un-)Vermeidbarkeit des Eklektizismus. *Zeitschrift für Theoretische Soziologie* 2: 253–268.

- Buys-Ballot, C., 1850: Die periodischen von der Natur der Sonne und des Mondes abhängigen Aenderungen der Temperatur etc. S. 623–629 in: Physikalische Gesellschaft zu Berlin (Hrsg.), Die Fortschritte der Physik im Jahre 1847. III. Jahrgang. Berlin: G. Reimer.
- Buys-Ballot, C., 1872: Suggestions on a Uniform System of Meteorological Observations. Utrecht: The Industry.
- Callaghan, M.W., J.C. Minx & P.M. Forster, 2020: A Topography of Climate Change Research. *Nature Climate Change* 10: 118–123.
- Callahan, C.W., N.J. Dominy, J.M. DeSilva & J.S. Mankin, 2023: Global Warming, Home Runs, and the Future of America's Pastime. *Bulletin of the American Meteorological Society* 104: E1006–E1016.
- Callendar, G.S., 1938: The Artificial Production of Carbon Dioxide and Its Influence on Temperature. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 64: 223–240.
- Callendar, G.S., 1940: Variations of the Amount of Carbon Dioxide in Different Air Currents. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 66: 395–400.
- Callendar, G.S., 1949: Can Carbon Dioxide Influence Climate? *Weather* 4: 310–314.
- Callon, M., 2006: Einige Elemente einer Soziologie der Übersetzung: Die Domestikation der Kammuscheln und der Fischer der St. Brieuc-Bucht. S. 135–174 in: A. Belliger & D.J. Krieger (Hrsg.), ANTHology. Ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie. Bielefeld: transcript.
- Camena d'Almeida, P., 1894: Bericht über die Länderkunde Frankreichs. *Geographisches Jahrbuch* 17: 163–171.
- Cannegieter, H.G., 1963: The History of the International Meteorological Organization, 1872–1951. *Annalen der Meteorologie* 1 (N.F.): 7–280.
- Cannon, S.F., 1978: Science in Culture. The Early Victorian Period. New York, Kent: Dawson, Science History Publications.
- Cappel, A., 1980: Societas Meteorologica Palatina (1780–1795). S. 10–27 in: Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), Symposium anlässlich der 200. Wiederkehr des Gründungsjahres der Societas Meteorologica Palatina. *Annalen der Meteorologie* 16 (N.F.). Offenbach a. M.: Deutscher Wetterdienst.
- Carbon Dioxide Assessment Committee, 1983: Changing Climate. Washington: National Academy of Sciences.
- Carey, M., 2011: Inventing Caribbean Climates: How Science, Medicine, and Tourism Changed Tropical Weather from Deadly to Healthy. S. 129–141 in: J.R. Fleming & V. Jankovic (Hrsg.), Special Issue: Klima. *Osiris* 26.
- Carlisle, H., 1882: Weather Forecasts. *Nature* 27: 4.
- Case, H., 2018: The Age of Questions. Or, A First Attempt at an Aggregate History of the Eastern, Social, Woman, American, Jewish, Polish, Bullion, Tuberculosis, and Many Other Questions over the Nineteenth Century, and Beyond. Princeton, Oxford: Princeton University Press.
- Cassidy, D.C., 1985: Meteorology in Mannheim: The Palatine Meteorological Society, 1780–1795. *Sudhoffs Archiv* 69: 8–25.
- Castree, N., 2017: Speaking for the People Disciplines': Global Change

- Science and Its Human Dimensions. *The Anthropocene Review* 4: 160–182.
- Catton, W.R., Jr. & R.E. Dunlap, 1980: A New Ecological Paradigm for Post-Exuberant Sociology. *American Behavioral Scientist* 24: 15–47.
- Cavender, J. & J. Jäger, 1993: The History of Germany's Response to Climate Change. *Ecology, Evolution and Behavior* 5: 3–18.
- Cerulo, K.A., 2006: *Never Saw It Coming. Cultural Challenges to Envisioning the Worst*. Chicago, London: University of Chicago Press.
- Chakrabarty, D., 2009: The Climate of History: Four Theses. *Critical Inquiry* 35: 197–222.
- Chakrabarty, D., 2011: Verändert der Klimawandel die Geschichtsschreibung? *Transit. Europäische Revue* 41: 143–163.
- Chakrabarty, D., 2018: Anthropocene Time. *History and Theory* 57: 5–32.
- Chakrabarty, D., 2021: *The Climate of History in a Planetary Age*. Chicago, London: University of Chicago Press.
- Changnon, S.A., Jr. & W.H. Lambright, 1987: The Rise and Fall of Federal Weather Modification Policy. *The Journal of Weather Modification* 19: 1–12.
- Charney, J.G., R. Fjörtoft & J. von Neumann, 1950: Numerical Integration of the Barotropic Vorticity Equation. *Tellus* 2: 237–254.
- Chen, R.S., 1983: Interdisciplinary Research and Integration: The Case of CO₂ and Climate. S. 230–248 in: R.S. Chen, E. Boulding & S.H. Schneider (Hrsg.), *Social Science Research and Climate Change. An Interdisciplinary Appraisal*. Dordrecht, Boston, Lancaster: D. Reidel.
- Chen, R.S. & M.L. Parry, 1987: *Policy-Oriented Impact Assessment of Climatic Variations*. Laxenburg: International Institute for Applied Systems Analysis.
- Chen, R.S., E. Boulding & S.H. Schneider (Hrsg.), 1983: *Social Science Research and Climate Change. An Interdisciplinary Appraisal*. Dordrecht, Boston, Lancaster: D. Reidel.
- Ciesinger, R., 2023: Klimaforscherin Friederike Otto: »Wir haben unglaublich viele Möglichkeiten, das Schlimme zu verhindern«. *Tagesspiegel*, 13.01.2023. <https://www.tagesspiegel.de/politik/energie-klima/klimaforscherin-friederike-otto-wir-haben-unglaublich-viele-moeglichkeiten-das-schlimme-zu-verhindern-9169182.html> (23.07.2025).
- Cipriani, R., 2013: The Many Faces of Social Time: A Sociological Approach. *Time & Society* 22: 5–30.
- Clark, W.C., 1986: On the Practical Implications of the Greenhouse Question. S. 24–29 in: WMO (Hrsg.), *Report of the International Conference on the Assessment of the Role of Carbon Dioxide and of other Greenhouse Gases in Climate Variations and Associated Impacts*. Villach, Austria, 9–15 October 1985. Genf: World Meteorological Organization.
- Cloud, P., 1973: Is there Intelligent Life on Earth? S. 265–280 in: G.M. Woodwell & E.V. Pecan (Hrsg.), *Carbon and the Biosphere. Proceedings of the 24th Brookhaven Symposium in Biology*, Upton, New York, May 16–18, 1972: United States Atomic Energy Commission.

- Coen, D.R., 2006: Scaling Down: The »Austrian« Climate between Empire and Republic. S. 115–140 in: J.R. Fleming, V. Jankovic & D.R. Coen (Hrsg.), *Intimate Universality. Local and Global Themes in the History of Weather and Climate*. Sagamore Beach: Science History Publications.
- Coen, D.R., 2010: Climate and Circulation in Imperial Austria. *The Journal of Modern History* 82: 839–875.
- Coen, D.R., 2016: Big Is a Thing of the Past: Climate Change and Methodology in the History of Ideas. *Journal of the History of Ideas* 77: 305–321.
- Coen, D.R., 2018: Climate in Motion. Science, Empire, and the Problem of Scale. Chicago, London: University of Chicago Press.
- Coen, D.R., 2021: A Brief History of Usable Climate Science. *Climatic Change* 167: 51.
- Cointe, B. & H. Guillemot, 2023: A History of the 1.5°C Target. *WIREs Climate Change* 14: e824.
- Collins, H.M., 1981: Stages in the Empirical Programme of Relativism. *Social Studies of Science* 11: 3–10.
- Collins, H.M., 2008: Actors' and Analysts' Categories in the Social Analysis of Science. S. 101–110 in: P. Meusburger, M. Welker & E. Wunder (Hrsg.), *Clashes of Knowledge. Orthodoxies and Heterodoxies in Science and Religion*. Dordrecht: Springer.
- Collins, H.M. & R. Evans, 2002: The Third Wave of Science Studies. *Social Studies of Science* 32: 235–296.
- Collins, P., 1978: World Climate Conference Thrown Open to Social Scientists. *Nature* 275: 577.
- Collins, R., 1984: Statistics versus Words. *Sociological Theory* 2: 329–362.
- Conrad, J., 2008: Von Arrhenius zum IPCC: Wissenschaftliche Dynamik und disziplinäre Verankerungen der Klimaforschung. Münster: Monsenstein und Vannerdat.
- Conrad, J., 2009: Zur Wechselwirkung von Klimatheorie und Forschungsorganisation. S. 64–90 in: J. Halfmann & F. Schützenmeister (Hrsg.), *Organisation der Forschung. Der Fall der Atmosphärenwissenschaft*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Conrad, V., 1946: *Methods in Climatology*. Cambridge: Harvard University Press.
- Cooper, C.F., 1978: What Might Man-Induced Climate Change Mean? *Foreign Affairs* 56: 500–520.
- Corbridge, J.N., Jr. & R.J. Moses, 1968: Weather Modification: Law and Administration. *Natural Resources Journal* 8: 207–235.
- Corless, R., 1950: A Brief History of the Royal Meteorological Society. *Weather* 5: 78–83.
- Cotton, W.R. & R.A. Pielke, Sr., 2007: *Human Impacts on Weather and Climate*. Cambridge, New York, Melbourne, Madrid, Cape Town, Singapore, Sao Paulo: Cambridge University Press.
- Coudenhove-Kalergi, R.N., 1922: *Apologie der Technik*. Leipzig: Der neue Geist, Peter Reinhold.

- Crawford, E., 1997: Arrhenius' 1896 Model of the Greenhouse Effect in Context. *Royal Swedish Academy of Science* 26: 6–11.
- Cressman, G.P., 1996: The Origin and Rise of Numerical Weather Prediction. S. 21–39 in: J.R. Fleming (Hrsg.), *Historical Essays on Meteorology, 1919–1995. The Diamond Anniversary History Volume of the American Meteorological Society*. Boston: American Meteorological Society.
- Crutzen, P.J., 2002: Geology of Mankind. *Nature* 415: 23.
- Crutzen, P.J. & E.F. Stoermer, 2000: The »Anthropocene«. *Global Change Newsletter* 41: 17–18.
- Cullen, B. & C.L. Geros, 2020: Constructing the Monsoon: Colonial Meteorological Cartography, 1844–1944. S. 1–26 in: F. Williamson & V. Jankovic (Hrsg.), *Special Issue: A Question of Scale: Making Meteorological Knowledge and Nation in Imperial Asia. History of Meteorology* 9.
- Cushman, G.T., 2011: Humboldtian Science, Creole Meteorology, and the Discovery of Human-Caused Climate Change in South America. S. 19–44 in: J.R. Fleming & V. Jankovic (Hrsg.), *Special Issue: Klima. Osiris* 26.
- Daalen, K.R. van, S.S. Kallesøe, F. Davey, S. Dada, L. Jung, L. Singh, R. Issa, C.A. Emilian, I. Kuhn, I. Keynaert & M. Nilsson, 2022: Extreme Events and Gender-Based Violence: A Mixed-Methods Systematic Review. *The Lancet Planetary Health* 6: 504–523.
- Dahan, A., 2001: History and Epistemology of Models: Meteorology (1946–1963) as a Case Study. *Archive for History of Exact Sciences* 55: 395–422.
- Dahan, A., 2010: Putting the Earth System in a Numerical Box? The Evolution from Climate Modeling toward Global Change. S. 282–292 in: M. Heymann & H. Kragh (Hrsg.), *Special Issue: Modelling and Simulation in the Atmospheric and Climate Sciences. Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 41.
- Daston, L., 1992: Objectivity and the Escape from Perspective. *Social Studies of Science* 22: 597–618.
- Daston, L., 2008: On Scientific Observation. *Isis* 99: 97–110.
- Daston, L., 2012: The Sciences of the Archive. *Osiris* 27: 156–187.
- Daston, L., 2016: Unruly Weather: Natural Law Confronts Natural Variability. S. 233–249 in: M. Stolleis & L. Daston (Hrsg.), *Natural Law and Laws of Nature in Early Modern Europe. Jurisprudence, Theology, Moral and Natural Philosophy*. London, New York: Routledge.
- Davidson, J.P.L., 2023: Two Cheers for Collapse? On the Uses and Abuses of the Societal Collapse Thesis for Imagining Anthropocene Futures. *Environmental Politics* 32: 969–987.
- Davis, D.K., 2004: Desert »Wastes« of the Maghreb: Desertification Narratives in French Colonial Environmental History of North Africa. *Cultural Geographies* 11: 359–387.
- Davis, J.L., 1984: Weather Forecasting and the Development of Meteorological Theory at the Paris Observatory, 1853–1878. *Annals of Science* 41: 359–382.
- Davis, W.M., 1894: *Elementary Meteorology*. Boston: Grinn and Company.

- Dayé, C., 2018: How to Train Your Oracle: The Delphi Method and Its Turbulent Youth in Operations Research and the Policy Sciences. *Social Studies of Science* 48: 846–868.
- Demeritt, D., 2001: The Construction of Global Warming and the Politics of Science. *Annals of the Association of American Geographers* 91: 307–337.
- Deutsche Seewarte, 1909: Wilhelm Jakob van Bebber. *Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie* 37: 433–435.
- Deutschlandfunk, 2023: Studie zum Klimawandel: Ein Drittel aller Menschen lebt im Jahr 2100 außerhalb gemäßigter Klimazonen. Deutschlandfunk, 22.05.2023. <https://www.deutschlandfunk.de/ein-drittel-aller-menschen-lebt-im-jahr-2100-ausserhalb-gemaessigter-klimazonen-104.html> (24.07.2025).
- Diaz-Rainey, I., B. Robertson & C. Wilson, 2017: Stranded Research? Leading Finance Journals Are Silent on Climate Change. *Climatic Change* 143: 243–260.
- Diekmann, A., 2024: Klimawandel – kein Thema für die Soziologie? *Zeitschrift für Soziologie* 53: 3–7.
- Dixon, R.W. & J. Herbert, 2018: Glenn T. Trewartha's The Earth's Problem Climates (1961). *Progress in Physical Geography: Earth and Environment* 42: 128–133.
- Doel, R.E., 2003: Constituting the Postwar Earth Sciences: The Military's Influence on the Environmental Sciences in the USA after 1945. *Social Studies of Science* 33: 635–666.
- Doel, R.E. & K.C. Harper, 2006: Prometheus Unleashed: Science as a Diplomatic Weapon in the Lyndon B. Johnson Administration. *Osiris* 21: 66–85.
- Donges, J.F., R. Winkelmann, W. Lucht, S.E. Cornell, J.G. Dyke, J. Rockström, J. Heitzig & H.J. Schellnhuber, 2017: Closing the Loop: Reconnecting Human Dynamics to Earth System Science. *The Anthropocene Review* 4: 151–157.
- Dörries, M., 2006: In the Public Eye: Volcanology and Climate Change Studies in the 20th Century. *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 37: 87–125.
- Dörries, M., 2015: Politics, Geological Past, and the Future of the Earth. S. 22–36 in: A. Westermann & C. Rohr (Hrsg.), Special Issue: Climate and Beyond. The Production of Knowledge about the Earth as a Signpost of Social Change. *Historical Social Research* 40.
- Dove, H.W., 1837: Ueber den innern Zusammenhang der Witterungs-Erscheinungen. S. 3–96 in: H.W. Dove, Meteorologische Untersuchungen. Berlin: Sander'sche Buchhandlung.
- Dove, H.W., 1839: Über die geographische Verbreitung gleichartiger Witterungserscheinungen. Erste Abhandlung: Über die nicht periodischen Änderungen der Temperaturvertheilung auf der Oberfläche der Erde. *Physikalische Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften* 1838: 285–415.
- Drori, G.S., J.W. Meyer, F.O. Ramirez & E. Schofer, 2003a: Introduction:

- Science as a World Institution. S. 1–20 in: G.S. Drori, J.W. Meyer, F.O. Ramirez & E. Schofer (Hrsg.), *Science in the Modern World Polity. Institutionalization and Globalization*. Stanford: Stanford University Press.
- Drori, G.S., J.W. Meyer, F.O. Ramirez & E. Schofer, 2003b: World Society and the Authority and Empowerment of Science. S. 114–181 in: G.S. Drori, J.W. Meyer, F.O. Ramirez & E. Schofer (Hrsg.), *Science in the Modern World Polity. Institutionalization and Globalization*. Stanford: Stanford University Press.
- Drude, O., 1890: *Handbuch der Pflanzengeographie*. Stuttgart: J. Engelhorn.
- Dry, S., 2009: Safety Networks: Fishery Barometers and the Outsourcing of Judgement at the Early Meteorological Department. *The British Journal of the History of Science* 42: 35–56.
- Du Bois-Reymond, E., 1883: Die Humboldt-Denkmaeler. Rede am 3. August 1883 in der Aula der Königl. Friedrich-Wilhelms-Universität. Berlin: Buchdruckerei der Königl. Akademie der Wissenschaften.
- DuBois, J.L., R.P. Multhauf & C.A. Ziegler, 2002: The Invention and Development of the Radiosonde. With a Catalog of Upper-Atmospheric Telemetering Probes in the National Museum of American History, Smithsonian Institution. Washington: Smithsonian Institution Press.
- Dufour, M.L., 1870: Notes sur le problème de la variation du climat. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles* 10: 359–437.
- Dunlap, R.E. & R.J. Brulle (Hrsg.), 2015: Climate Change and Society. Sociological Perspectives. Report of the American Sociological Association's Task Force on Sociology and Global Climate Change. New York: Oxford University Press.
- Durkheim, É., 1984: Die Regeln der soziologischen Methode. Herausgegeben und eingeleitet von René König. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Edenhofer, O. & M. Kowarsch, 2015: Cartography of Pathways: A New Model for Environmental Policy Assessments. *Environmental Science & Policy* 51: 56–64.
- Edenhofer, O. & J. Minx, 2014: Climate Policy. Mapmakers and Navigators, Facts and Values. *Science* 345: 37–38.
- Edwards, P.N., 1999: Global Climate Science, Uncertainty and Politics: Data-Laden Models, Model-Filtered Data. *Science as Culture* 8: 437–472.
- Edwards, P.N., 2000: A Brief History of Atmospheric General Circulation Modeling. S. 67–90 in: D.A. Randall (Hrsg.), *General Circulation Model Development, Past Present and Future: The Proceedings of a Symposium in Honor of Akio Arakawa*. New York: Academic Press.
- Edwards, P.N., 2001: Representing the Global Atmosphere: Computer Models, Data, and Knowledge about Climate Change. S. 31–65 in: C.A. Miller & P.N. Edwards (Hrsg.), *Changing the Atmosphere. Expert Knowledge and Environmental Governance*. Cambridge, London: MIT Press.
- Edwards, P.N., 2006: Meteorology as Infrastructural Globalism. *Osiris* 21: 229–250.
- Edwards, P.N., 2010: A Vast Machine. Computer Models, Climate Data, and the Politics of Global Warming. Cambridge, London: MIT Press.

- Ehrlich, P.R., 1968: The Population Bomb. New York: Ballantine Books.
- Ehrlich, P.R. & A.H. Ehrlich, 2013: Can a Collapse of Global Civilization Be Avoided? *Proceedings of the Royal Society B* 280: 20122845.
- Ekholm, N., 1901: On the Variations of the Climate of the Geological and Historical Past and Their Causes. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 27: 1–62.
- Elias, N., 1984: Über die Zeit. Arbeiten zur Wissenssoziologie II. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Elliott, R., 2018: The Sociology of Climate Change as a Sociology of Loss. *European Journal of Sociology* 59: 301–337.
- Ellis, C., T.E. Adams & A.P. Bochner, 2011: Autoethnography: An Overview. *Historical Social Research* 36: 273–290.
- Emeis, S., 2006: Das erste Jahrhundert deutschsprachiger meteorologischer Lehrbücher. *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte* 29: 39–51.
- Endfield, G. & S. Randalls, 2015: Climate and Empire. S. 21–43 in: J. Beattie, E.D. Melillo & E. O’Gorman (Hrsg.), *Eco-Cultural Networks and the British Empire. New Views on Environmental History*. London, Oxford, New York, New Delhi, Sydney: Bloomsbury.
- Engels, A. & J. Marotzke, 2020: Klimaentwicklung und Klimaprognosen. *Politikum* 6: 1–12.
- Engels, A. & P. Weingart, 1997: Die Politisierung des Klimas. Zur Entstehung von anthropogenem Klimawandel als politischem Handlungsfeld. S. 90–115 in: P. Hiller & G. Krücken (Hrsg.), *Risiko und Regulierung. Soziologische Beiträge zu Technikkontrolle und präventiver Umweltpolitik*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Engelschalt, J., 2021: Climates, Colonialism, and the Politics of Comparison: The Construction of U.S.-American Tropicality in Colonial Medicine and Public Health, 1898–1912. S. 289–311 in: E. Rohland, A. Eppler, A. Flückter & K. Kramer (Hrsg.), *Contact, Conquest and Colonization. How Practices of Comparing Shaped Empires and Colonialism around the World*. New York, Abingdon: Routledge.
- Enzensberger, H.M., 1973: Zur Kritik der politischen Ökologie. *Kursbuch* 33: 1–42.
- Erzherzog Rudolf, 1886: Einleitung. S. 5–17 in: *Die österreichisch-ungarische Monarchie in Wort und Bild*. Band 2, 1. Abteilung: Naturgeschichtlicher Theil. Wien: Hof- und Staatsdruckerei.
- Esposito, E., 2007: Die Fiktion der wahrscheinlichen Realität. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Espy, J.P., 1842: To the Friends of Science. *Niles’ National Register*, 10.12.1842: 228–229.
- Ette, O., 2006: Unterwegs zu einer Weltwissenschaft? Alexander von Humboldts Weltbegriffe und die transarealen Studien. S. 34–54 in: O. Ette & E. Knobloch (Hrsg.), *Sonderheft: Festschrift für Margoot Faak zu Ehren Ihres 80. Geburtstages*. Internationale Zeitschrift für Humboldt-Studien 7.
- Ette, O., 2018: Ein Leben in Bewegung. S. 10–19 in: O. Ette (Hrsg.),

- Alexander Von Humboldt-Handbuch. Leben – Werk – Wirkung. Stuttgart: J.B. Metzler.
- Eves, R., 2005: Unsettling Settler Colonialism: Debates over Climate and Colonization in New Guinea, 1875–1914. *Ethnic and Racial Studies* 28: 304–330.
- Eyal, G., 2019: The Crisis of Expertise. Cambridge, Medford: Polity Press.
- Farzin, S., 2019: Literatur als Quelle und Methode soziologischer Zeitdiagnose. S. 137–148 in: H. Depner (Hrsg.), Deutungsmacht von Zeitdiagnosen. Interdisziplinäre Perspektiven. Bielefeld: transcript.
- Fedorov, E.E., 1927: Das Klima als Wettergesamtheit (Climate as Totality of the Weather). *Monthly Weather Review* 55: 401–403.
- Feichter, J. & M. Quante, 2017: From Predictive to Instructive. Using Models for Geoengineering. S. 178–194 in: M. Heymann, G. Gramelsberger & M. Mahony (Hrsg.), Cultures of Prediction in Atmospheric and Climate Science. Epistemic and Cultural Shifts in Computer-Based Modelling and Simulation. Abingdon, New York: Routledge.
- Felt, U., R. Fouché, C.A. Miller & L. Smith-Doerr (Hrsg.), 2017: The Handbook of Science and Technology Studies. Cambridge, London, England: MIT Press.
- Ficker, H., 1921: Untersuchungen über die meteorologischen Verhältnisse der Pamirgebiete. (Ergebnisse einer Reise in Ostbuchara). Vorgelegt in der Sitzung am 12. Juni 1919. *Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften / Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe*: 151–255.
- Ficker, H., 1932: Wetter und Wetterentwicklung. Berlin: Julius Springer.
- Fine, G.A., 2007: Authors of the Storm. Meteorologists and the Culture of Prediction. Chicago, London: University of Chicago Press.
- FitzRoy, R., 1861: Letter to the Editor. The Times, 12.02.1861: 10.
- FitzRoy, R., 1863: The Weather Book. A Manual of Practical Meteorology. London: Longman, Green, Longman, Roberts, & Green.
- Fleck, L., 1980: Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Fleming, J.R., 1990: Meteorology in America, 1800–1870. Baltimore, London: Johns Hopkins University Press.
- Fleming, J.R., 1998: Historical Perspectives on Climate Change. New York, Oxford: Oxford University Press.
- Fleming, J.R., 2004a: Fixing the Weather and Climate: Military and Civilian Schemes for Cloud Seeding and Climate Engineering. S. 151–174 in: L. Rosner (Hrsg.), The Technological Fix. How People Use Technology to Create and Solve Problems. New York, Abingdon: Routledge.
- Fleming, J.R., 2004b: Sverre Pettersen, the Bergen School, and the Forecasts for D-Day. *History of Meteorology* 1: 75–83.
- Fleming, J.R., 2006a: James Croll in Context. The Encounter between Climate Dynamics and Geology in the Second Half of the Nineteenth Century. *History of Meteorology* 3: 43–54.
- Fleming, J.R., 2006b: The Pathological History of Weather and Climate

- Modification: Three Cycles of Promise and Hype. *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 37: 3–25.
- Fleming, J.R., 2007: The Callendar Effect. The Life and Work of Guy Stewart Callendar (1898–1964), the Scientist Who Established the Carbon Dioxide Theory of Climate Change. Boston: American Meteorological Society.
- Fleming, J.R., 2010: Fixing the Sky. The Checkered History of Weather and Climate Control. New York: Columbia University Press.
- Fleming, J.R., 2014: Climate, Change, History. *Environment and History* 20: 577–586.
- Fleming, J.R., 2016: Inventing Atmospheric Science. Bjerknes, Rossby, Wexler, and the Foundations of Modern Meteorology. Cambridge, London: MIT Press.
- Fleming, J.R. & V. Jankovic, 2011: Introduction: Revisiting Klima. S. 1–15 in: J.R. Fleming & V. Jankovic (Hrsg.), Special Issue: Klima. *Osiris* 26.
- Fletcher, J.O., 1968: Changing Climate. Santa Monica: RAND Corporation.
- Flohn, H., 1941: Die Tätigkeit des Menschen als Klimafaktor (Sammelreferat). *Zeitschrift für Erdkunde* 9: 13–22.
- Flohn, H., 1950: Neue Anschauungen über die allgemeine Zirkulation der Atmosphäre und ihre klimatische Bedeutung. *Erdkunde* 4: 141–162.
- Flohn, H., 1951: Ergebnisse und Probleme der Meteorologie 1940 bis 1950. *Naturwissenschaftliche Rundschau* 5: 201–210.
- Flohn, H., 1954: Witterung und Klima in Mitteleuropa. Stuttgart: S. Hirzel.
- Flohn, H., 1957: Zur Frage der Einteilung der Klimazonen. *Erdkunde* 11: 161–175.
- Flohn, H., 1971: Klimaschwankung oder Klima-Modifikation? *Arbeiten zur allgemeinen Klimatologie*: 291–309.
- Flohn, H., 1973: Laudatio zur Verleihung der A.-Wegener-Medaille an K.H. Hinkelmann. *Annalen der Meteorologie* 6 (N.F.): 9–10.
- Flohn, H., 1975: Energie und Klima im 21. Jahrhundert: Regieanweisungen eines Wissenschaftlers. *Bild der Wissenschaft* 11: 82–88.
- Flohn, H., 1977a: Climate and Energy: A Scenario to a 21st Century Problem. *Climatic Change* 1: 5–20.
- Flohn, H., 1977b: Stehen wir vor einer Klima-Katastrophe? Bleibt das Großklima stabil? Naturvorgänge und menschliche Eingriffe als Klimafaktoren. *Umschau* 77: 561–569.
- Flohn, H., 1978: Estimates of a Combined Greenhouse Effect as Background for a Climate Scenario during Global Warming. S. 227–237 in: J. Williams (Hrsg.), Carbon Dioxide, Climate and Society. Proceedings of a IIASA Workshop Cosponsored by WMO, UNEP, and SCOPE, February 21–24, 1978. Oxford, New York, Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt: Pergamon Press.
- Flohn, H., 1979: Eiszeit oder Warmzeit? *Die Naturwissenschaften* 66: 325–330.
- Flohn, H., 1980: Das Energieproblem und die Zukunft unseres Klimas. *Bonner Universitätsblätter*: 9–18.
- Flohn, H., 1981: Scenarios of Cold and Warm Periods of the Past. S. 689–698

- in: A. Berger (Hrsg.), *Climatic Variations and Variability: Facts and Theories*. NATO Advanced Study Institute, First Course of the International School of Climatology, Ettore Majorana Center for Scientific Culture, Erice, Italy, March 9–21, 1980. Dordrecht, Boston, London: D. Reidel.
- Fogel, C., 2004: The Local, the Global, and the Kyoto Protocol. S. 103–125 in: S. Jasanoff & M.L. Martello (Hrsg.), *Earthly Politics. Local and Global in Environmental Governance*. Cambridge, London, England: MIT Press.
- Forry, S., 1842: *The Climate of the United States and Its Endemic Influences*. New York, Philadelphia, Boston: J. & H.G. Langley, Barrington & Haswell, Little & Brown.
- Fortak, H., 2001: Felix Maria Exner und die österreichische Schule der Meteorologie. S. 279–386 in: C. Hammerl, W. Lehnhardt, R. Steinacker & P. Steinhauser (Hrsg.), *Die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik 1851–2001. 150 Jahre Meteorologie und Geophysik in Österreich*. Graz: Leykam.
- Foucault, M., 2014: *Überwachen und Strafen. Die Geburt des Gefängnisses*. 19. Auflage. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Frank, D.J., 1997: Science, Nature, and the Globalization of the Environment, 1870–1990. *Social Forces* 76: 409–435.
- Frank, D.J., A. Hironaka & E. Schofer, 2000: The Nation-State and the Natural Environment over the Twentieth Century. *American Sociological Review* 65: 96–116.
- Franzen, M., S. Rödder & P. Weingart, 2012: Wissenschaft und Massenmedien: Von Popularisierung zu Medialisierung. S. 355–364 in: S. Maasen, M. Kaiser, M. Reinhart & B. Sutter (Hrsg.), *Handbuch Wissenschaftssoziologie*. Wiesbaden: Springer VS.
- Frey, A., 2020: Bloß keine Panik – auch nicht beim Klima. Mit dem Klimaforscher Jochem Marotzke sprach Andreas Frey. *Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung*, 29.03.2020: 58–59.
- Freyer, H., 1930: *Soziologie als Wirklichkeitswissenschaft. Logische Grundlegung des Systems der Soziologie*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Friedman, R.M., 1993: *Appropriating the Weather. Vilhelm Bjerknes and the Construction of a Modern Meteorology*. Ithaca, London: Cornell University Press.
- Fuchs, A., 2023: On Futures and Endings: Narratological Reflections on Contemporary Forms of Crises. *History and Theory* 62: 337–355.
- Fuchs, P., 1992: *Die Erreichbarkeit der Gesellschaft. Zur Konstruktion und Imagination gesellschaftlicher Einheit*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Fujimori, S., T. Hasegawa, V. Krey, K. Riahi, C. Bertram, B.L. Bodirsky, V. Bosetti, J. Callen, J. Després, J. Doelman et al., 2019: A Multi-Model Assessment of Food Security Implications of Climate Change Mitigation. *Nature Sustainability* 2: 386–396.
- Fujimura, J.H., 1987: Constructing ›Do-able‹ Problems in Cancer Research: Articulating Alignment. *Social Studies of Science* 17: 257–293.
- Fujimura, J.H., 1992: *Crafting Science: Standardized Packages, Boundary*

- Objects, and »Translation«. S. 168–211 in: A. Pickering (Hrsg.), *Science as Practice and Culture*. Chicago, London: University of Chicago Press.
- Fuller, S., 2010: Deviant Interdisciplinarity. S. 50–64 in: R. Frodeman, J.T. Klein & C. Mitcham (Hrsg.), *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity*. Oxford, New York: Oxford University Press.
- Galton, J.W., 1866: Report of a Committee Appointed to Consider Certain Questions Relating to the Meteorological Department of the Board of Trade. London: George E. Eyre and William Spottiswoode.
- Garber, E., 1976: Thermodynamics and Meteorology (1850–1900). *Annals of Science* 33: 51–65.
- Garfinkel, H., 1964: Studies of the Routine Grounds of Everyday Activities. *Social Problems* 11: 225–250.
- Garfinkel, H., 1967: *Studies in Ethnomethodology*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Gaster, F., 1896: Weather Forecasts and Storm Warnings: How They Are Prepared and Disseminated. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 22: 212–228.
- Gates, W.E., 1967: The Spread of Ibn Khaldūn's Ideas on Climate and Culture. *Journal of the History of Ideas* 28: 415–422.
- Geden, O. & F. Schenuit, 2020: Unconventional Mitigation: Carbon Dioxide Removal as a New Approach in EU Climate Policy. *SWP Research Paper* 8.
- Geiger, R., 1942: *Das Klima der bodennahen Luftschicht. Ein Lehrbuch der Mikroklimatologie*. Zweite, völlig umgearbeitete Auflage. Braunschweig: F. Vieweg & Sohn.
- Geophysics Study Committee (Hrsg.), 1977: *Energy and Climate*. Washington: National Academy of Sciences.
- Giddens, A., 1987: *Social Theory and Modern Sociology*. Stanford: Stanford University Press.
- Giddens, A., 1991: *The Consequences of Modernity*. Cambridge: Polity Press.
- Giddens, A., 2009: *The Politics of Climate Change*. Cambridge, Malden: Polity Press.
- Gieryn, T.F., 1983: Boundary-Work and the Demarcation of Science from Non-Science: Strains and Interests in Professional Ideologies of Scientists. *American Sociological Review* 48: 781–795.
- Ginzberger, A., 1930: [Rezension zu:] Kerner Anton (R. v. Marilaun). *Das Pflanzenleben der Donauländer*. *Österreichische botanische Zeitschrift* 79: 185–186.
- Glaisher, J., 1897: Weather Maps and Early Synchronous Meteorological Observations. *Symons's Monthly Meteorological Magazine* 32: 133–134.
- Glas, O., 2021: »Jetzt sterben viele Menschen«. *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 20.07.2021. <https://www.faz.net/aktuell/politik/inland/klimaforschermojib-latif-ueber-die-unwetter-im-westen-deutschland-17445166.html> (24.07.2025).
- Glasspoole, J., 1952: The British Rainfall Organization. *Weather* 7: 85–87.

- Go, J. & G. Lawson, 2017: Introduction: For a Global Historical Sociology. S. 1–34 in: J. Go & G. Lawson (Hrsg.), *Global Historical Sociology*. Cambridge, New York, Melbourne, Delhi, Singapore: Cambridge University Press.
- Goffman, E., 1952: On Cooling the Mark out. Some Aspects of Adaptation to Failure. *Psychiatry* 15: 451–463.
- Goodall, A.H., 2008: Why Have the Leading Journals in Management (and Other Social Sciences) Failed to Respond to Climate Change? *Journal of Management Inquiry* 17: 408–420.
- Goodman, G., B. Bolin, H. de Boois, G. Dorin, G. Edmonds, J. Jäger, W. Keepin, F. Koomanoff, Ndombi, J. M., K.C. Di Primio & G.W. Yohe, 1986: Working Group I: Emissions of CO₂ into the Atmosphere. S. 41–47 in: WMO (Hrsg.), *Report of the International Conference on the Assessment of the Role of Carbon Dioxide and of other Greenhouse Gases in Climate Variations and Associated Impacts*. Villach, Austria, 9–15 October 1985. Genf: World Meteorological Organization.
- Goossen, B.W., 2020: A Benchmark for the Environment: Big Science and ›Artificial‹ Geophysics in the Global 1950s. *Journal of Global History* 15: 149–168.
- Graf, R. & B. Herzog, 2016: Von der Geschichte der Zukunftsvorstellungen zur Geschichte ihrer Generierung. Probleme und Herausforderungen des Zukunftsbezugs im 20. Jahrhundert. *Geschichte und Gesellschaft* 42: 497–515.
- Gramelsberger, G., 2009: Conceiving Meteorology as the Exact Science of the Atmosphere: Vilhelm Bjerknes's Paper of 1904 as a Milestone. *Meteorologische Zeitschrift* 18: 669–673.
- Gramelsberger, G., 2010a: Computerexperimente. Zum Wandel der Wissenschaft im Zeitalter des Computers. Bielefeld: transcript.
- Gramelsberger, G., 2010b: Conceiving Processes in Atmospheric Models – General Equations, Subscale Parameterizations, and ›Superparameterizations‹. S. 233–241 in: M. Heymann & H. Kragh (Hrsg.), *Special Issue: Modelling and Simulation in the Atmospheric and Climate Sciences. Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 41.
- Gramelsberger, G., 2017: Calculating the Weather. Emerging Cultures of Prediction in Late Nineteenth- and Early Twentieth-Century Europe. S. 45–67 in: M. Heymann, G. Gramelsberger & M. Mahony (Hrsg.), *Cultures of Prediction in Atmospheric and Climate Science. Epistemic and Cultural Shifts in Computer-Based Modelling and Simulation*. Abingdon, New York: Routledge.
- Greely, A.W., 1916: Cleveland Abbe. *Science* 44: 703–704.
- Greene, M.T., 2015: Climate Map. S. 227–232 in: M.S. Monmonier, P. Collier, K.S. Cook, A.J. Kimerling & J.L. Morrison (Hrsg.), *Cartography in the Twentieth Century*. Chicago, London: University of Chicago Press.
- Gross, W.E., 1972: The American Philosophical Society and the Growth of Meteorology in the United States: 1835–1850. *Annals of Science* 29: 321–338.

- Grundmann, R., 2016: Climate Change as a Wicked Social Problem. *Nature Geoscience* 9: 562–563.
- Grundmann, R. & S. Rödder, 2019: Sociological Perspectives on Earth System Modeling. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems* 11: 3878–3892.
- Grundmann, R. & N. Stehr, 1997: Klima und Gesellschaft, soziologische Klassiker und Außenseiter. Über Weber, Durkheim, Simmel und Sombart. *Soziale Welt* 48: 85–100.
- Grundmann, R. & N. Stehr, 2010: Climate Change: What Role for Sociology? A Response to Constance Lever-Tracy. *Current Sociology* 58: 897–910.
- Guillemot, H., 2017a: How to Develop Climate Models? The »Gamble« of Improving Climate Model Parameterizations. S. 120–136 in: M. Heymann, G. Gramelsberger & M. Mahony (Hrsg.), *Cultures of Prediction in Atmospheric and Climate Science. Epistemic and Cultural Shifts in Computer-Based Modelling and Simulation*. Abingdon, New York: Routledge.
- Guillemot, H., 2017b: The Necessary and Inaccessible 1.5°C Objective. A Turning Point in the Relations between Climate Science and Politics? S. 39–56 in: S.C. Aykut, J. Foyer & E. Morena (Hrsg.), *Globalising the Climate. COP21 and the Climatisation of Global Debates*. Abingdon, New York: Routledge.
- Gurvitch, G., 1964: *The Spectrum of Social Time*. Dordrecht: R. Reidel.
- Haas, P.M., 1992: Introduction: Epistemic Communities and International Policy Coordination. S. 1–35 in: P.M. Haas (Hrsg.), *Special Issue: Knowledge, Power, and International Policy Coordination*. *International Organization* 46.
- Habekuß, f. & M. Probst, 2021: Kriegen wir das hin? Der 90-jährige Nobelpreisträger Klaus Hasselmann ist optimistisch, dass sich die Klimakrise durch Technik lösen lässt. Die 25-jährige Aktivistin Luisa Neubauer hält das für eine Gefahr. Ein Streitgespräch. *Die Zeit*, 28.10.2021: 35–36.
- Hammond, A.L., 1972: [Rezension zu:] *Man's Impact on the Climate*. *Science* 176: 38.
- Hanigan, I.C., C.D. Butler, P.N. Kokic & M.F. Hutchinson, 2012: Suicide and Drought in New South Wales, Australia, 1970–2007. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109: 13950–13955.
- Hann, J., 1883: *Handbuch der Klimatologie*. Stuttgart: J. Engelhorn.
- Hann, J., 1886: Die klimatischen Verhältnisse Österreich-Ungarns. S. 135–184 in: *Die österreichisch-ungarische Monarchie in Wort und Bild*. Band 2, 1. Abteilung: Naturgeschichtlicher Theil. Wien: Hof- und Staatsdruckerei.
- Hann, J., 1896: *Die Erde als Ganzes, ihre Atmosphäre und Hydrosphäre*. Prag, Wien, Leipzig: F. Tempsky, G. Freytag.
- Hann, J., 1897: *Handbuch der Klimatologie*. Zweite wesentlich umgearbeitete und vermehrte Auflage. 1. Band: *Allgemeine Klimatologie*. Stuttgart: J. Engelhorn.

- Hann, J., 1904: Klimatographie von Österreich. Band 1: Klimatographie von Niederösterreich. Wien: Hof- und Staatsdruckerei.
- Hann, J., 1906: Der Pulsschlag der Atmosphäre. *Meteorologische Zeitschrift* 23: 82–86.
- Hansen, J., D. Johnson, A. Lacis, S. Lebedeff, P. Lee, D. Rind & G. Russell, 1981: Climate Impact of Increasing Atmospheric Carbon Dioxide. *Science* 213: 957–966.
- Hard, G., 1970: Der »Totalcharakter der Landschaft«. Re-Interpretation eigener Textstellen bei Alexander von Humboldt. S. 49–73 in: H. Wilhelmy, G. Engelmann & G. Hard (Hrsg.), Alexander von Humboldt. Eigene und neue Wertungen: Der Reisen, Arbeit und Gedankenwelt. Wiesbaden: Franz Steiner.
- Hardegger, A., 2021: Klimaforscher Reto Knutti: Er wollte schon immer relevant sein. Neue Zürcher Zeitung, 05.05.2021. <https://www.nzz.ch/schweiz/klimaforscher-reto-knutti-er-wollte-schon-immer-relevant-sein-ld.1615257> (24.07.2025).
- Hardy, P.K., 2017: Meteorology as Nationalism on the German Atlantic Expedition, 1925–1927. *History of Meteorology* 8: 124–144.
- Hare, F.K., 1955: Dynamic and Synoptic Climatology. *Annals of the Association of American Geographers* 45: 152–161.
- Hare, F.K., 1957: The Dynamic Aspects of Climatology. *Geografiska Annaler* 39: 87–104.
- Hare, F.K., 1972: [Rezension zu:] Man's Impact on the Global Environment; Man's Impact on the Climate; Inadvertent Climate Modification. *Annals of the Association of American Geographers* 62: 520–522.
- Hare, F.K., 1983: The Buildup of CO₂. [Rezension zu:] Carbon Dioxide Review 1982. William C. Clark, Ed. *Science* 219: 283.
- Hare, F.K., 1984: Changing Climate and Human Response: The Impact of Recent Events on Climatology. *Geoforum* 15: 383–394.
- Harp, R.D. & K.B. Karnauskas, 2020: Global Warming to Increase Violent Crime in the United States. *Environmental Research Letters* 15: 34039.
- Harper, K.C., 2003: Research from the Boundary Layer: Civilian Leadership, Military Funding and the Development of Numerical Weather Prediction (1946–55). *Social Studies of Science* 33: 667–696.
- Harper, K.C., 2004: The Scandinavian Tag-Team. *History of Meteorology* 1: 84–91.
- Harper, K.C., 2006: Meteorology's Struggle for Professional Recognition in the USA (1900–1950). *Annals of Science* 63: 179–199.
- Harper, K.C., 2008: Weather by the Numbers. The Genesis of Modern Meteorology. Cambridge, London: MIT Press.
- Harper, K.C., 2015: Cold War Atmospheric Sciences in the United States: From Modeling to Control. S. 215–242 in: J. van Dongen (Hrsg.), Cold War Science and the Transatlantic Circulation of Knowledge. Leiden, Boston: Brill.
- Harper, K.C., 2017: Make It Rain. State Control of the Atmosphere in Twentieth-Century America. Chicago, London: University of Chicago Press.

- Hart, D.M., 1992: Strategies of Research Policy Advocacy: Anthropogenic Climatic Change Research, 1957–1974. *Harvard Kennedy School* 92.
- Hart, D.M. & D.G. Victor, 1993: Scientific Elites and the Making of US Policy for Climate Change Research, 1957–74. *Social Studies of Science* 23: 643–680.
- Hart aber fair, 2019: Weckruf oder Panikmache: Braucht das Klima eine Öko-Revolution? Westdeutscher Rundfunk.
- Harvey, D., 1990: The Condition of Postmodernity. An Enquiry into the Origins of Cultural Change. Cambridge, Oxford: Blackwell.
- Hasegawa, T., S. Fujimori, P. Havlík, H. Valin, B.L. Bodirsky, J.C. Doelman, T. Fellmann, P. Kyle, J.F.L. Koopman, H. Lotze-Campen et al., 2018: Risk of Increased Food Insecurity under Stringent Global Climate Change Mitigation Policy. *Nature Climate Change* 8: 699–703.
- Hasse, R., G. Krücken & P. Weingart, 1993: Laborkonstruktivismus. Eine wissenschaftssoziologische Reflexion in: G. Rusch & S.J. Schmidt (Hrsg.), *Konstruktivismus und Sozialtheorie*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Hasselmann, K., 1979: Some Comments on the Design of Model Response Experiments for Multi-Time-Scale Systems. S. 1037–1049 in: W.E. Gates (Hrsg.), *Report of the JOC Study Conference on Climate Models, Performance, Intercomparison, and Sensitivity Studies* (Washington, D.C., 3–7 April 1978). Volume II. World Meteorological Organization, International Council of Scientific Unions.
- Hausfather, Z. & G.P. Peters, 2020: Emissions – The ›Business as Usual‹ Story Is Misleading. *Nature* 577: 618–620.
- Hausfather, Z., H.F. Drake, T. Abbott & G.A. Schmidt, 2020: Evaluating the Performance of Past Climate Model Projections. *Geophysical Research Letters* 47: e2019GL085378.
- Hausfather, Z., K. Marvel, G.A. Schmidt, J.W. Nielsen-Gammon & M. Zelinka, 2022: Climate Simulations: Recognize the ›Hot Model‹ Problem. *Nature* 605: 26–29.
- Healy, K., 2017: Fuck Nuance. *Sociological Theory* 35: 118–127.
- Heider, F., 1958: The Psychology of Interpersonal Relations. New York, London: John Wiley & Sons.
- Heidke, P., 1926: Berechnung des Erfolges und der Güte der Windstärkevorhersagen im Sturmwarnungsdienst. *Geografiska Annaler* 8: 301–249.
- Heinloth, K., 1980: Energie für heute und morgen. *Physikalische Blätter* 36: 314–316.
- Heintz, B., 1993a: Die Herrschaft der Regel. Zur Grundlagengeschichte des Computers. Frankfurt a. M., New York: Campus.
- Heintz, B., 1993b: Wissenschaft im Kontext. Neuere Entwicklungstendenzen der Wissenschaftssoziologie. *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 45: 528–552.
- Heintz, B., 1998: Die soziale Welt der Wissenschaft. Entwicklungen, Ansätze und Ergebnisse der Wissenschaftsforschung in: B. Heintz (Hrsg.), *Wissenschafts- und Technikforschung in der Schweiz. Sondierungen einer neuen Disziplin*. Zürich: Seismo.

- Heintz, B., 2000: Die Innenwelt der Mathematik. Zur Kultur und Praxis einer beweisenden Disziplin. Wien: Springer.
- Heintz, B., 2010: Numerische Differenz. Überlegungen zu einer Soziologie des (quantitativen) Vergleichs. *Zeitschrift für Soziologie* 39: 162–181.
- Heintz, B., 2012: Welterzeugung durch Zahlen: Modelle politischer Differenzierung in internationalen Statistiken, 1948–2010. *Soziale Systeme* 18: 7–39.
- Heintz, B., 2021: Kategorisieren, Vergleichen, Bewerten und Quantifizieren im Spiegel sozialer Beobachtungsformate. S. 5–47 in: B. Heintz & T. Wobbe (Hrsg.), Sonderheft: Soziale Praktiken des Beobachtens: Vergleichen, Bewerten, Kategorisieren und Quantifizieren. *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 73.
- Heintz, B. & J. Greve, 2005: Die »Entdeckung« der Weltgesellschaft. Entstehung und Grenzen der Weltgesellschaftstheorie. S. 89–119 in: B. Heintz, R. Münch & H. Tyrell (Hrsg.), Sonderheft: Weltgesellschaft. Theoretische Zugänge und empirische Problemlagen. *Zeitschrift für Soziologie*.
- Heintz, B. & T. Werron, 2011: Wie ist Globalisierung möglich? Zur Entstehung globaler Vergleichshorizonte am Beispiel von Wissenschaft und Sport. *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 63: 359–394.
- Hekstra, G.P., 1986: Will Climatic Changes Flood the Netherlands? Effects on Agriculture, Land Use and Well-Being. *Ambio* 15: 316–326.
- Held, I.M., 2005: The Gap between Simulation and Understanding in Climate Modeling. *Bulletin of the American Meteorological Society* 86: 1609–1614.
- Hellmann, G. (Hrsg.), 1883: Repertorium der Deutschen Meteorologie. Leistungen der Deutschen in Schriften, Erfindungen und Beobachtungen auf dem Gebiete der Meteorologie und des Erdmagnetismus von den ältesten Zeiten bis zum Schluss des Jahres 1881. Leipzig: Wilhelm Engelmann.
- Hellmann, G., 1914a: Die Vorläufer der Societas Meteorologica Palatina. *Beiträge zur Geschichte der Meteorologie* 1: 139–147.
- Hellmann, G., 1914b: Über Wetteraberglauben. *Zeitschrift für Balneologie* 6: 631–637.
- Hellpach, W.H., 1911: Die geopsychischen Erscheinungen. Wetter, Klima und Landschaft in ihrem Einfluss auf das Seelenleben. Leipzig: Wilhelm Engelmann.
- Henderson, G., 2014: The Dilemma of Reticence: Helmut Landsberg, Stephen Schneider, and Public Communication of Climate Risk, 1971–1976. *History of Meteorology* 6: 53–78.
- Henkel, A., 2016: Zukunftsbewältigung. Dimensionen der Sorge als Analyseperspektive moderner Gesellschaft. S. 35–59 in: A. Henkel, I. Karle, G. Lindemann & M. Werner (Hrsg.), Dimensionen der Sorge. Soziologische, philosophische und theologische Perspektiven. Baden-Baden: Nomos.
- Henry, A.J., 1894: Early Individual Observers in the United States. S. 291–302 in: O.L. Fassig (Hrsg.), Report of the International Meteorological Congress, Held at Chicago, Ill., August 21–24, 1893. Washington: Weather Bureau.

- Henry, A.J., 1906: Climatology of the United States. Washington: U.S. Government Printing Office.
- Henry, A.J., 1930: International Meteorological Organization. *Monthly Weather Review* 58: 154–156.
- Henry, M., 2020: Making Weather Vertical: Meteorology and the Temporalities of Infrastructural Atmospheres in New Zealand, ca. 1920–1950. *Centaurus* 62: 744–762.
- Hettner, A., 1924: Methodische Zeit- und Streitfragen. Die Wege der Klimaforschung. *Geographische Zeitschrift* 30: 117–120.
- Hettner, A., 1941: Über die Bedeutung der Klimatologie. *Geographische Zeitschrift* 47: 221–225.
- Heyer, E., 1963: Witterung und Klima. Eine allgemeine Klimatologie. Stuttgart, Leipzig: Teubner.
- Heymann, M., 2009: Klimakonstruktionen. Von der klassischen Klimatologie zur Klimaforschung. *NTM Zeitschrift für Geschichte der Wissenschaften, Technik und Medizin* 17: 171–197.
- Heymann, M., 2010: The Evolution of Climate Ideas and Knowledge. *WIREs Climate Change* 1: 581–597.
- Heymann, M., 2013: Constructing Evidence and Trust. How Did Climate Scientists' Confidence in Their Models and Simulations Emerge? S. 203–224 in: K. Hastrup & Skrydstrup (Hrsg.), *The Social Life of Climate Change Models. Anticipating Nature*. New York, Abingdon: Routledge.
- Heymann, M., 2019: The Climate Change Dilemma: Big Science, the Globalization of Climate and the Loss of the Human Scale. *Regional Environmental Change* 19: 1549–1560.
- Heymann, M., 2020: Knowledge Production with Climate Models: On the Power of a »Weak« Type of Knowledge. S. 321–349 in: M. Eppler, A. Imhausen & F. Müller (Hrsg.), *Weak Knowledge. Forms, Functions, and Dynamics*. Frankfurt a. M., New York: Campus.
- Heymann, M., 2022: [Rezension zu:] Coen, Deborah R. (2018): *Climate in Motion: Science, Empire, and the Problem of Scale*. S. 69–74 in: Y. Ibrahim & S. Rödder (Hrsg.), *Schlüsselwerke der sozialwissenschaftlichen Klimaforschung*. Bielefeld: transcript.
- Heymann, M. & N.R. Hundebøl, 2017: From Heuristic to Predictive. Making Climate Models into Political Instruments. S. 100–119 in: M. Heymann, G. Gramelsberger & M. Mahony (Hrsg.), *Cultures of Prediction in Atmospheric and Climate Science. Epistemic and Cultural Shifts in Computer-Based Modelling and Simulation*. Abingdon, New York: Routledge.
- Heymann, M., G. Gramelsberger & M. Mahony (Hrsg.), 2017: *Cultures of Prediction in Atmospheric and Climate Science. Epistemic and Cultural Shifts in Computer-Based Modelling and Simulation*. Abingdon, New York: Routledge.
- Hiltner, S., 2024: Limited Attention to Climate Change in U.S. Sociology. *The American Sociologist*.
- Hitzler, R., A. Honer & C. Maeder (Hrsg.), 1994: *Expertenwissen*. Die

- institutionalisierte Kompetenz zur Konstruktion von Wirklichkeit. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Hoggenmüller, S.W., 2022: Globalität sehen. Zur visuellen Konstruktion von »Welt«. Frankfurt a. M., New York: Campus.
- Hölscher, L., 2002: The History of the Future: The Emergence and Decline of a Temporal Concept in European History. *Conceptual History Newsletter* 5: 10–15.
- Hölscher, L., 2016: Die Entdeckung der Zukunft. Göttingen: Wallstein.
- Hoppe, I. & S. Rödder, 2019: Speaking with One Voice for Climate Science – Climate Researchers’ Opinion on the Consensus Policy of the IPCC. *Journal of Science Communication* 18: A04.
- Horn, E., 2020: Tipping Points: Das Anthropozän und Corona. S. 123–150 in: F. Adloff, B. Fladvad, M. Hasenfratz & S. Neckel (Hrsg.), *Imaginationen von Nachhaltigkeit. Katastrophe, Krise, Normalisierung*. Frankfurt a. M., New York: Campus.
- Hornberger, R., 1891: Grundriss der Meteorologie und Klimatologie, letztere mit besonderer Rücksicht auf Forst- und Landwirte. Berlin: Paul Parey.
- Hourdin, F., T. Mauritsen, A. Gettelman, J.-C. Golaz, V. Balaji, Q. Duan, D. Folini, D. Ji, D. Klocke, Y. Qian et al., 2017: The Art and Science of Climate Model Tuning. *Bulletin of the American Meteorological Society* 98: 589–602.
- Howe, J.P., 2014: Behind the Curve. Science and the Politics of Global Warming. Seattle, London: University of Washington Press.
- Howkins, A., 2008: Political Meteorology: Weather, Climate and the Contest for Antarctic Sovereignty, 1939–1959. *History of Meteorology* 4: 27–40.
- Hughes, H.R. & M. Paterson, 2017: Narrowing the Climate Field: The Symbolic Power of Authors in the IPCC’s Assessment of Mitigation. *Review of Policy Research* 34: 744–766.
- Hughes, P., 1970: A Century of Weather Service. A History of the Birth and Growth of the National Weather Service, 1870–1970. New York: Gordon and Breach.
- Hulme, M., 2007: Understanding Climate Change – The Power and the Limit of Science. *Weather* 62: 243–244.
- Hulme, M., 2008: Geographical Work at the Boundaries of Climate Change. *Transactions of the Institute of British Geographers* 33: 5–11.
- Hulme, M., 2010: Problems with Making and Governing Global Kinds of Knowledge. *Global Environmental Change* 20: 558–564.
- Hulme, M., 2011: Reducing the Future to Climate: A Story of Climate Determinism and Reductionism. S. 245–266 in: J.R. Fleming & V. Jankovic (Hrsg.), Special Issue: Klima. *Osiris* 26.
- Hulme, M., 2022: Climate Alone Won’t Define Future Worlds. *Nature* 606: 250.
- Hulme, M. & M. Mahony, 2010: Climate Change: What Do We Know about the IPCC? Progress in Physical Geography: *Earth and Environment* 34: 705–718.
- Hulme, M., S. Dessai, I. Lorenzoni & D.R. Nelson, 2009: Unstable Climates:

- Exploring the Statistical and Social Constructions of ›Normal‹ Climate. *Geoforum* 40: 197–206.
- Humboldt, A. von, 1806: Ideen zu einer Physiognomik der Gewächse. Tübingen: J.G. Cotta'sche Buchhandlung.
- Humboldt, A. von, 1845: Kosmos. Entwurf einer physischen Weltbeschreibung. Erster Band. Stuttgart, Tübingen: J.G. Cotta'scher Verlag.
- Humboldt, A. von, 1853: Von den isothermen Linien und der Vertheilung der Wärme auf dem Erdkörper. S. 5–58 in: Meyer's Volksbibliothek für Länder-, Völker- und Naturkunde. Band 89. Hildburghausen, New York: Bibliographisches Institut, Herrmann J. Meyer.
- Hunt, J., 1863: On Ethno-Climatology; or the Acclimatization of Man. *Transactions of the Ethnological Society of London* 2: 50–83.
- Huntington, E., 1907: The Pulse of Asia. A Journey in Central Asia illustrating the Geographical Basis of History. London, Boston, New York: Archibald Constable & Co., Houghton, Mifflin & Co.
- Huntington, E., 1915: Civilization and Climate. New Haven, London: Yale University Press, Humphrey Milford, Oxford University Press.
- Hupfer, F., 2015: Das Wetter in Tabellen. Christian Gregor Brügger und die Institutionalisierung der Meteorologie. S. 51–67 in: P. Kuper & B.C. Schär (Hrsg.), Die Naturforschenden. Auf der Suche nach Wissen über die Schweiz und die Welt, 1800–2015. Baden: hier+jetzt.
- Hupfer, F., 2017: Ein Archiv für Wissenschaft, Staat und Nation. Klimatologische Datenpraktiken in der Schweiz, 1860–1914. *NTM Zeitschrift für Geschichte der Wissenschaften, Technik und Medizin* 25: 435–457.
- Ibrahim, Y. & S. Rödder (Hrsg.), 2022: Schlüsselwerke der sozialwissenschaftlichen Klimaforschung. Bielefeld: transcript.
- Ibrahim, Y., S. Rödder & M. Schnegg, 2024: World Organisations, World Events and World Objects: How Science, Politics, and the Mass Media Co-Produce Climate Futures. *Globalizations* 21: 70–87.
- Ideler, J.L., 1832: Ueber die angeblichen Veränderungen des Klima. *Annalen der Erd-, Völker- und Staatenkunde* 5: 417–471.
- Internationaler Meteorologen-Congress, 1873: Bericht über die Verhandlungen des Internationalen Meteorologen-Congresses zu Wien. 2.–16. September 1873. Protokolle und Beilagen. Wien: Hof- und Staatsdruckerei.
- IPCC, 2018a: Annex I: Glossary. S. 541–562 in: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5°C above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- IPCC, 2018b: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5°C above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty. Cambridge, New York: Cambridge University Press.

- IPCC, 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- IPCC, 2022: Summary for Policymakers in: IPCC (Hrsg.), Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- Jackson, R., 2020: Eunice Foote, John Tyndall and a Question of Priority. Notes and Records: *The Royal Society Journal of the History of Science* 74: 105–118.
- Jacobs, W.C., 1946: Synoptic Climatology. *Bulletin of the American Meteorological Society* 27: 306–311.
- Jacobsen, M. & T. Werron, 2023: Der methodologische Nationalismus als Verdeckungsmechanismus. S. 137–160 in: S. Bender, O. Flügel-Martinsen & M. Vogt (Hrsg.), Verdeckungen. Interdisziplinäre Perspektiven auf gesellschaftliche Ein- und Ausschlüsse. Bielefeld: Bielefeld University Press.
- Jäger, J., 1992: From Conference to Conference. A Guest Editorial. *Climatic Change* 20: III–VII.
- Jankovic, V., 2006: The Last Resort: A British Perspective on the Medical South, 1815–1870. *Journal of Intercultural Studies* 27: 271–298.
- Jankovic, V., 2010: Climates as Commodities: Jean Pierre Purry and the Modelling of the Best Climate on Earth. S. 201–207 in: M. Heymann & H. Kragh (Hrsg.), Special Issue: Modelling and Simulation in the Atmospheric and Climate Sciences. *Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 41.
- Jankovic, V. & D.M. Schultz, 2017: Atmosfear: Communicating the Effects of Climate Change on Extreme Weather. *Weather, Climate, and Society* 9: 27–37.
- Jasanoff, S., 1993: India at the Crossroads in Global Environmental Policy. *Global Environmental Change* 3: 32–52.
- Jasanoff, S., 2001: Image and Imagination: The Formation of Global Environmental Consciousness. S. 309–337 in: C.A. Miller & P.N. Edwards (Hrsg.), Changing the Atmosphere. Expert Knowledge and Environmental Governance. Cambridge, London: MIT Press.
- Jasanoff, S., 2004: Heaven and Earth: The Politics of Environmental Images in: S. Jasanoff & M.L. Martello (Hrsg.), Earthly Politics. Local and Global in Environmental Governance. Cambridge, London: MIT Press.
- Jasanoff, S. & B. Wynne, 1998: Science and Decisionmaking. S. 1–87 in: S. Rayner & E.L. Malone (Hrsg.), Human Choice and Climate Change. Volume 1: The Societal Framework. Columbus: Battelle Press.
- Jaspal, R. & B. Nerlich, 2012: When Climate Science Became Climate Politics: British Media Representations of Climate Change in 1988. *Public Understanding of Science* 23: 122–141.
- Jelinek, C., 1905: Jelinek's Anleitung zur Ausführung meteorologischer Beobachtungen nebst einer Sammlung von Hilfstafeln. Wien: Hof- und Staatsdruckerei.

- Jeon, C., 2010: Flying Weather Men and Robot Observers: Instruments, Inscriptions, and Identities in US Upper-Air Observation, 1920–1940. *History and Technology* 26: 119–145.
- Kaempfe, P., K. Molt & M. Eppe, 2012: Admiral Fitzroys legendäres Sturmglas. *Chemie in unserer Zeit* 46: 26–31.
- Kaldewey, D., 2013: Wahrheit und Nützlichkeit. Selbstbeschreibungen der Wissenschaft zwischen Autonomie und gesellschaftlicher Relevanz. Bielefeld: transcript.
- Kaldewey, D., 2017: The Grand Challenges Discourse: Transforming Identity Work in Science and Science Policy. *Minerva* 56: 161–182.
- Kaldewey, D., 2022: Was bedeutet Systemrelevanz in Zeiten der Pandemie? *Berliner Journal für Soziologie* 32: 7–33.
- Kaldewey, D. (Hrsg.), 2023: Wissenschaftsforschung. Berlin, Boston: de Gruyter.
- Kam, P.M., G. Aznar-Siguan, J. Schewe, L. Milano, J. Ginnetti, S. Willner, J.W. McCaughey & D.N. Bresch, 2021: Global Warming and Population Change both Heighten Future Risk of Human Displacement due to River Floods. *Environmental Research Letters* 16: 044026.
- Kassas, M., 1984: The Global Biosphere: Conservation for Survival. *World Futures* 19: 209–222.
- Kates, R.W., 1985: The Interaction of Climate and Society. S. 3–36 in: R.W. Kates, J.H. Ausubel & M. Berberia (Hrsg.), *Climate Impact Assessment: Studies of the Interaction of Climate and Society*. Chichester: Wiley.
- Kaufmann, P., 1956: Klimatologie im Lichte der neueren Lehrbücher. *Geographica Helvetica* 11: 133–136.
- Keeling, C.D., 1970: Is Carbon Dioxide from Fossil Fuel Changing Man's Environment? *Proceedings of the American Philosophical Society* 114: 10–17.
- Keeling, C.D., 1972: Industrial Production of Carbon Dioxide from Fossil Fuels and Limestone. *Tellus* 25: 174–198.
- Keeling, C.D. & R.B. Bacastow, 1977: Impact of Industrial Gases on Climate. S. 72–95 in: *Geophysics Study Committee* (Hrsg.), *Energy and Climate*. Washington: National Academy of Sciences.
- Kellogg, W.W., 1977: Effects of Human Activities on Global Climate. A summary, with Consideration of the Implications of a Possibly Warmer Earth. Genf: World Meteorological Organization.
- Kellogg, W.W., 1978: Is Mankind Warming the Earth? *Bulletin of the Atomic Scientists* 34: 10–19.
- Kellogg, W.W., 1979a: Influences of Mankind on Climate. *Annual Review of Earth and Planetary Science* 7: 63–92.
- Kellogg, W.W., 1979b: The Prospect of a Global Warming and Studies of Its Societal Impacts. Boulder: Aspen Institute for Humanistic Studies; National Center for Atmospheric Research.
- Kellogg, W.W., 1979c: Potential Consequences of a Global Warming. S. 313–320 in: W. Bach, J. Pankrath & W.W. Kellogg (Hrsg.), *Man's Impact on Climate. Proceedings of an International Conference Held in Berlin, June 14–16, 1978*. Amsterdam, Oxford, New York: Elsevier.

- Kellogg, W.W., 1987: Mankind's Impact on Climate: The Evolution of an Awareness. *Climatic Change* 10: 113–136.
- Kellogg, W.W. & M. Mead (Hrsg.), 1977: The Atmosphere: Endangered and Endangering. A Conference Sponsored by The John E. Fogarty International Center for Advanced Study in the Health Sciences and The National Institute of Environmental Health Sciences, October 26–29, 1975. Washington: U.S. Government Printing Office.
- Kellogg, W.W. & S.H. Schneider, 1974: Climate Stabilization: For Better or for Worse? *Science* 186: 1163–1172.
- Kellogg, W.W. & R. Schware, 1981: Climate Change and Society. Consequences of Increasing Atmospheric Carbon Dioxide. Boulder: Westview Press.
- Kellogg, W.W. & R. Schware, 1982: Society, Science and Climate Change. *Foreign Affairs* 60: 1076–1109.
- Kemp, L., C. Xu, J. Depledge, K.L. Ebi, G. Gibbins, T.A. Kohler, J. Rockström, M. Scheffer, H.J. Schellnhuber, W. Steffen & T.M. Lenton, 2022: Climate Endgame: Exploring Catastrophic Climate Change Scenarios. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 119: e2108146119.
- Kern, S., 1983: The Culture of Time and Space, 1880–1918. Cambridge: Harvard University Press.
- Kerner, A., 1863: Das Pflanzenleben der Donauländer. Innsbruck: Wagner'sche Universitäts- Buchhandlung.
- Kette, S., 2014: Diskreditiertes Scheitern. Katastrophale Unfälle als Organisationsproblem. S. 159–181 in: J. Bergmann, M. Hahn, A. Langhof & G. Wagner (Hrsg.), Scheitern – Organisations- und wirtschaftssoziologische Analysen. Wiesbaden: Springer VS.
- Kiesel, H., 1988: Das nationale Klima. Zur Entwicklung und Bedeutung eines ethnographischen Topos von Renaissance bis zur Aufklärung. S. 123–134 in: C. Wiedemann (Hrsg.), Rom – Paris – London. Erfahrungen und Selbsterfahrung deutscher Schriftsteller und Künstler in den fremden Metropolen. Ein Symposium. Stuttgart: J.B. Metzler.
- Kieserling, A., 1999: Kommunikation unter Anwesenden. Studien über Interaktionssysteme. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Kieserling, A., 2003: Die Gesellschaft der Politik? Zum Politismus der Moderne. S. 23–40 in: S. Lessenich (Hrsg.), Wohlfahrtsstaatliche Grundbegriffe. Historische und aktuelle Diskurse. Frankfurt a. M., New York: Campus.
- Kieserling, A., 2004: Selbstbeschreibung und Fremdbeschreibung. Beiträge zur Soziologie soziologischen Wissens. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Kim, Y.S., 2010: Specialized Knowledge in Traditional East Asian Contexts: STS and the History of East Asian Science. *East Asian Science, Technology and Society: An International Journal* 4: 179–183.
- Kisch, E.H., 1898: Klimatherapie. S. 641–688 in: A. Eulenberg & S. Samuel (Hrsg.), Lehrbuch der allgemeinen Therapie und der therapeutischen Methodik. Erster Band. Wien, Leipzig: Urban & Schwarzenberg.

- Klemun, M. & J. Mattes, 2022: Expeditionen und Forschungsreisen (1847–1918). Die kaiserliche Akademie als Förderer und Veranstalter. S. 197–273 in: J. Feichtinger & B. Mazohl (Hrsg.), *Die Österreichische Akademie der Wissenschaften 1847–2022. Eine neue Akademieggeschichte*. Wien: Österreichische Akademie der Wissenschaften.
- Klinenberg, E., 2015: *Heat Wave. A Social Autopsy of Disaster in Chicago*. Second Edition with a New Preface. Chicago, London: University of Chicago Press.
- Klinenberg, E., M. Araos & L. Koslov, 2020: Sociology and the Climate Crisis. *Annual Review of Sociology* 46: 649–669.
- Klostermann, R. & J. Müller, 2024: Interview mit Mojib Latif: »Mit Zwang, Verzicht und Moral erreichen wir nichts«. Bild, 21.05.2024. [https://www.bild.de/leben-wissen/wissenschaft/interview-mit-mojib-latif-mit-zwang-verzicht-und-moral-erreichen-wir-nichts-6630d1a7014b590da79431c2\(12.06.2025\)](https://www.bild.de/leben-wissen/wissenschaft/interview-mit-mojib-latif-mit-zwang-verzicht-und-moral-erreichen-wir-nichts-6630d1a7014b590da79431c2(12.06.2025)).
- Kneer, G., A. Nassehi & M. Schroer (Hrsg.), 2001: *Klassische Gesellschaftsbegriffe der Soziologie*. München: Fink.
- Knoch, K., 1942: Weltklimatologie und Heimatklimakunde. *Meteorologische Zeitschrift* 59: 245–249.
- Knorr-Cetina, K., 1979: Tinkering toward Success: Prelude to a Theory of Scientific Practice. *Theory and Society* 8: 347–376.
- Knorr-Cetina, K., 1984: Die Fabrikation von Erkenntnis. Zur Anthropologie der Naturwissenschaft. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Knorr-Cetina, K., 1988: Das naturwissenschaftliche Labor als Ort der »Verdichtung« von Gesellschaft. *Zeitschrift für Soziologie* 17: 85–101.
- Knorr-Cetina, K., 1992: Zur Unterkomplexität der Differenzierungstheorie: Empirische Anfragen an die Systemtheorie. *Zeitschrift für Soziologie* 21: 406–419.
- Knorr-Cetina, K. & M. Mulkay, 1983a: Introduction: Emerging Principles in Social Studies of Science. S. 1–17 in: K. Knorr-Cetina & M. Mulkay (Hrsg.), *Science Observed. Perspectives on the Social Study of Science*. London, Beverly Hills, New Delhi: SAGE.
- Knorr-Cetina, K. & M. Mulkay (Hrsg.), 1983b: *Science Observed. Perspectives on the Social Study of Science*. London, Beverly Hills, New Delhi: SAGE.
- Köck, N., 2010: Literatursoziologie. S. 263–276 in: G. Kneer & M. Schroer (Hrsg.), *Handbuch spezielle Soziologien*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Koehrsen, J., 2022: Soziologie und Klimawandel: Die Diskussion um die Rolle der Soziologie. S. 399–405 in: Y. Ibrahim & S. Rödder (Hrsg.), *Schlüsselwerke der sozialwissenschaftlichen Klimaforschung*. Bielefeld: transcript.
- Koehrsen, J., S. Dickel, T. Pfister, S. Rödder, S. Böschen, B. Wendt, K. Block & A. Henkel, 2020: Climate Change in Sociology: Still Silent or Resonating? *Current Sociology* 68: 738–760.
- Koelsch, W.A., 1996: From Geo- to Physical Science: Meteorology and the

- American University, 1919–1945. S. 511–540 in: J.R. Fleming (Hrsg.), *Historical Essays on Meteorology, 1919–1995. The Diamond Anniversary History Volume of the American Meteorological Society*. Boston: American Meteorological Society.
- Kohler, R.E. & J. Vetter, 2016: The Field. S. 282–295 in: B. Lightman (Hrsg.), *A Companion to the History of Science*. Chichester: Wiley.
- Koller, M., 1841: Ueber den Gang der Wärme in Oesterreich ob der Enns. Aus Beobachtungen der Steinwarte in Krems-Münster. Linz: Friedrich Eu-
rich.
- Koloma Beck, T. & T. Werron, 2013: Gewaltwettbewerbe. ›Gewalt‹ in glo-
balen Konkurrenzen um Aufmerksamkeit und Legitimität. S. 249–276 in:
S. Stetter (Hrsg.), Sonderband: Ordnung und Wandel in der Weltpolitik.
Konturen einer Soziologie der internationalen Beziehungen. *Leviathan* 41.
- Köppen, W., 1875: Über die Abhängigkeit des klimatischen Charakters der
Winde von ihrem Ursprunge. *Repertorium für Meteorologie* 4: 3–15.
- Köppen, W., 1884: Die Wärmezonen der Erde, nach der Dauer der heissen,
gemässigten und kalten Zeit und nach der Wirkung der Wärme auf die or-
ganische Welt betrachtet. *Meteorologische Zeitschrift* 1: 215–226.
- Köppen, W., 1895: Die gegenwärtige Lage und die neueren Fortschritte der
Klimatologie. *Geographische Zeitschrift* 1: 613–628.
- Köppen, W., 1899: Klimalehre. Leipzig: G.J. Göschen'sche Verlagshandlung.
- Köppen, W., 1900: Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugswei-
se nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. *Geographische Zeitschrift*
6: 593–611.
- Köppen, W., 1918: Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Nieder-
schlag und Jahreslauf. *Petermanns Geographische Mitteilungen* 64: 193–
203, 243–248.
- Köppen, W., 1921: H. W. Dove und wir. *Meteorologische Zeitschrift* 38:
289–292.
- Köppen, W., 1923: Die Klimate der Erde. Grundriss der Klimakunde. Berlin,
Leipzig: Walter de Gruyter.
- Köppen, W., 1931: Grundriss der Klimakunde. Zweite, verbesserte Auflage
der Klimate der Erde. Berlin, Leipzig: Walter de Gruyter.
- Köppen, W., 1936: Handbuch der Klimatologie. Band I, Teil C: Das geogra-
phische System der Klimate. Berlin: Gebrüder Borntraeger.
- Koselleck, R., 1989: ›Erfahrungsraum‹ und ›Erwartungshorizont‹ – zwei his-
torische Kategorien. S. 349–375 in: R. Koselleck, *Vergangene Zukunft*.
Zur Semantik geschichtlicher Zeiten. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Koselleck, R., 2000: Gibt es eine Beschleunigung der Geschichte? S. 150–176
in: R. Koselleck, *Zeitschichten. Studien zur Historik*. Frankfurt a. M.: Suhr-
kamp.
- Koselleck, R., 2006: Verzeitlichung der Begriffe. S. 77–85 in: R. Koselleck,
Begriffsgeschichten. Studien zur Semantik und Pragmatik der politischen
und sozialen Sprache. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Kraemer, K., 2023: Was kann die Soziologie im Schockzustand einer Krise
leisten? *Soziologie* 52: 7–25.

- Krause, M., 2021: Model Cases. On Canonical Research Objects and Sites. Chicago, London: University of Chicago Press.
- Kreil, C., 1865: *Klimatologie von Böhmen*. Wien: Kaiserliche Akademie der Wissenschaften.
- Krohn, W., 2010: Interdisciplinary Cases and Disciplinary Knowledge. S. 31–49 in: R. Frodeman, J.T. Klein & C. Mitcham (Hrsg.), *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity*. Oxford, New York: Oxford University Press.
- Krueck, C.P. & J. Borchers, 1999: Science in Politics: A Comparison of Climate Modelling Centres. *Minerva* 37: 105–123.
- Kuchenbuch, D., 2012: »Eine Welt«. Globales Interdependenzbewusstsein und die Moralisierung des Alltags in den 1970er und 1980er Jahren. *Geschichte und Gesellschaft* 38: 158–184.
- Kuchler, B., 2019: *Die soziale Seite an Wirtschaft und Wissenschaft. Eine kritische Betrachtung zweier Spezialsoziologien*. Wiesbaden: Springer VS.
- Kupperman, K.O., 1982: The Puzzle of the American Climate in the Early Period. *The American Historical Review* 87: 1262–1289.
- Kupperman, K.O., 1984: Fear of Hot Climates in the Anglo-American Colonial Experience. *The William and Mary Quarterly* 41: 213–240.
- Kutzbach, G., 1979: *The Thermal Theory of Cyclones*. Boston: American Meteorological Society.
- Kutzbach, J.E., 1972: [Rezension zu:] Inadvertent Climate Modification: Report of the Study of Man's Impact on Climate. *Bulletin of the American Meteorological Society* 53: 163.
- Kutzbach, J.E., 1996: Steps in the Evolution of Climatology: From Descriptive to Analytic. S. 353–377 in: J.R. Fleming (Hrsg.), *Historical Essays on Meteorology, 1919–1995. The Diamond Anniversary History Volume of the American Meteorological Society*. Boston: American Meteorological Society.
- Kutzbach, L., C. Wille & E.-M. Pfeiffer, 2007: The Exchange of Carbon Dioxide between Wet Arctic Tundra and the Atmosphere at the Lena River Delta, Northern Siberia. *Biogeosciences* 4: 869–890.
- Kwa, C., 1994: Modelling Technologies of Control. *Science as Culture* 4: 363–391.
- Kwa, C., 2001: The Rise and Fall of Weather Modification: Changes in American Attitudes toward Technology, Nature, and Society. S. 135–165 in: C.A. Miller & P.N. Edwards (Hrsg.), *Changing the Atmosphere. Expert Knowledge and Environmental Governance*. Cambridge, London: MIT Press.
- Kwa, C., 2002: Romantic and Baroque Conceptions of Complex Wholes in the Sciences. S. 23–53 in: J. Law & A. Mol (Hrsg.), *Complexities. Social Studies of Knowledge Practices*. Durham, London: Duke University Press.
- Laak, D. van, 2004: *Imperiale Infrastruktur. Deutsche Planungen für eine Erschließung Afrikas 1880 bis 1960*. Paderborn, München, Wien, Zürich: Ferdinand Schöningh.
- Lahn, B., 2020: A History of the Global Carbon Budget. *WIREs Climate Change* 11: e636.

- Lahsen, M., G. de Azevedo Couto & I. Lorenzoni, 2020: When Climate Change Is not Blamed: The Politics of Disaster Attribution in International Perspective. *Climatic Change* 158: 213–233.
- Lahsen, M. & J. Ribot, 2022: Politics of Attributing Extreme Events and Disasters to Climate Change. *WIREs Climate Change* 13: e750.
- Lamb, H.H., 1959: Our Changing Climate, Past and Present. *Weather* 14: 299–318.
- Lamb, H.H., 1982: Climate, History and the Modern World. London, New York: Methuen.
- Lamb, W.F., G. Mattioli, S. Levi, J.T. Roberts, S. Capstick, F. Creutzig, J.C. Minx, F. Müller-Hansen, T. Culhane & J.K. Steinberger, 2020: Discourses of Climate Delay. *Global Sustainability* 3: e17.
- Lammert, W., 1936: Die Rache der Natur. *Unsere Welt: Zeitschrift für Naturwissenschaft und Weltanschauung* 28: 364–366.
- Landsberg, H.E., 1957a: [Rezension zu:] Das Stadtklima. By Albert Kratzer. *Bulletin of the American Meteorological Society* 38: 500.
- Landsberg, H.E., 1957b: [Rezension zu:] Lehrbuch der Klimatologie. By B.P. Alissow, O.a. Drosdow, and E.S. Rubinstein. *Bulletin of the American Meteorological Society* 38: 498–500.
- Landsberg, H.E., 1964: Early Stages of Climatology in the United States. *Bulletin of the American Meteorological Society* 45: 268–275.
- Latif, M., 2003: Hitzerekorde und Jahrhundertflut. Herausforderung Klimawandel: Was wir jetzt tun müssen. München: Wilhelm Heyne.
- Latour, B., 1987: Science in Action. How to Follow Scientists and Engineers through Society. Cambridge: Harvard University Press.
- Lautensach, H., 1940: Klimakunde als Zweig länderkundlicher Forschung. *Geographische Zeitschrift* 46: 393–408.
- Laux, H. & H. Rosa, 2015: Clockwork Politics – Fünf Dimensionen politischer Zeit. S. 51–69 in: H. Straßheim & T. Ulbricht (Hrsg.), Sonderband: Zeit der Politik. Demokratisches Regieren in einer beschleunigten Welt. *Leviathan* 43.
- Law, J., 2017: STS as Method. S. 31–57 in: U. Felt, R. Fouché, C.A. Miller & L. Smith-Doerr (Hrsg.), The Handbook of Science and Technology Studies. Cambridge, London: MIT Press.
- Lehmann, P.N., 2015: Whither Climatology? Brückner's Climate Oscillations, Data Debates, and Dynamic Climatology. *History of Meteorology* 7: 49–70.
- Lehmann, P.N., 2017: Losing the Field: Franz Thorbecke and (Post-)Colonial Climatology in Germany. *History of Meteorology* 8: 145–158.
- Leighly, J., 1949: Climatology since the Year 1800. *Eos: Transactions American Geophysical Union* 30: 658–672.
- Leith, C.E., 1971: [Rezension zu:] Man's Impact on the Global Environment. *Science* 171: 365.
- Lenhard, J., 2017: Computation and Simulation. S. 443–455 in: R. Frode-man, J.T. Klein & R.C. Pacheco (Hrsg.), The Oxford Handbook of Interdisciplinarity. Second Edition. Oxford, New York: Oxford University Press.

- Lenhard, J. & E. Winsberg, 2010: Holism, Entrenchment, and the Future of Climate Model Pluralism. S. 253–262 in: M. Heymann & H. Kragh (Hrsg.), Special Issue: Modelling and Simulation in the Atmospheric and Climate Sciences. *Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 41.
- Lenton, T.M., H. Held, E. Kriegler, J.W. Hall, W. Lucht, S. Rahmstorf & H.J. Schellnhuber, 2008: Tipping Elements in the Earth's Climate System. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105: 1786–1793.
- Lenton, T.M., J. Rockström, O. Gaffney, S. Rahmstorf, K. Richardson, W. Steffen & H.J. Schellnhuber, 2019: Climate Tipping Points – Too Risky to Bet Against. *Nature* 575: 592–595.
- Lenton, T.M., C. Xu, J.F. Abrams, A. Ghadiali, S. Loriani, B. Sakschewski, C. Zimm, K.L. Ebi, R.R. Dunn, J.-C. Svenning & M. Scheffer, 2023: Quantifying the Human Cost of Global Warming. *Nature Sustainability* 6: 1237–1247.
- Lepénies, W., 1978a: Das Ende der Naturgeschichte. Wandel kultureller Selbstverständlichkeiten in den Wissenschaften des 18. und 19. Jahrhunderts. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Lepénies, W., 1978b: Wissenschaftsgeschichte und Disziplingeschichte. *Geschichte und Gesellschaft* 4: 437–415.
- Lepénies, W., 1985: Die drei Kulturen. Soziologie zwischen Literatur und Wissenschaft. München, Wien: Hanser.
- Leutenegger, M., 2022: »Der Mensch ist dumm, faul, egoistisch und kurz-sichtig«. Reto Knutti zählt zu den weltweit führenden Klimatologen. *SonntagsZeitung*, 30.10.2022: 83.
- Lever-Tracy, C., 2008: Global Warming and Sociology. *Current Sociology* 56: 445–466.
- Lever-Tracy, C., 2010: Sociology Still Lagging on Climate Change. *Sociological Research Online* 15.
- Lewis, J., A. Bartlett, H. Riesch & N. Stephens, 2023: Why We Need a Public Understanding of Social Science. *Public Understanding of Science* 32: 658–672.
- Ley, W.C., 1882: Weather Forecasts. *Nature* 27: 29.
- Lies, K., 1927: Die Sommer- und Herbstregen im Alpengebiete in Abhängigkeit von Wetterlage und Gebirgsrelief. *Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau* 27: 1–81.
- Livingstone, D.N., 1999: Tropical Climate and Moral Hygiene: The Anatomy of a Victorian Debate. *The British Journal of the History of Science* 32: 93–110.
- Livingstone, D.N., 2002: Race, Space and Moral Climatology: Notes toward a Genealogy. *Journal of Historical Geography* 28: 159–180.
- Livingstone, D.N., 2005: Text, Talk and Testimony: Geographical Reflections on Scientific Habits. *British Journal for the History of Science* 38: 93–100.
- Locher, F., 2009: Atmosphere of Globalisation. Depressions, the Astronomer

- and the Telegraph (1850–1914). *Revue d'histoire Moderne et Contemporaine* 56: 77–103.
- Locher, F. & J.-B. Fressoz, 2012: Modernity's Frail Climate: A Climate History of Environmental Reflexivity. *Critical Inquiry* 38: 579–598.
- Lorenz, E.N., 1963: Deterministic Nonperiodic Flow. *Journal of the Atmospheric Sciences* 20: 130–141.
- Lorenz, E.N., 1965: A Study of the Predictability of a 28-Variable Atmospheric Model. *Tellus* 17: 321–333.
- Lorenz, E.N., 1970: Forecast for Another Century of Weather Progress. A Century of Weather Progress. *American Meteorological Society*: 18–24.
- Lorenz, E.N., 1974: Climatic Predictability. S. 132–136 in: Global Atmospheric Research Programme (Hrsg.), *The Physical Basis of Climate and Climate Modelling. Report of the International Study Conference in Stockholm, 29 July–10 August 1974*. World Meteorological Organization, International Council of Scientific Unions.
- Lorenz, E.N., 1993 [1972]: Predictability: Does the Flap of a Butterfly's Wings in Brazil Set off a Tornado in Texas? S. 181–184 in: E.N. Lorenz, *The Essence of Chaos*. Seattle: University of Washington Press.
- Lövbrand, E., S. Beck, J. Chilvers, T. Forsyth, J. Hedrén, M. Hulme, R. Lidskog & E. Vasileiadou, 2015: Who Speaks for the Future of Earth? How Critical Social Science Can Extend the Conversation on the Anthropocene. *Global Environmental Change* 32: 211–218.
- Lubrich, O. & O. Ette, 2006: Alexander von Humboldt's Kosmos: Indexing It. *The Indexer* 25: 2–6.
- Lübbe, H., 1996: Netzverdichtung. Zur Philosophie industriegesellschaftlicher Entwicklungen. *Zeitschrift für philosophische Forschung* 50: 133–151.
- Lüdecke, C., 2005: East Meets West: Meteorological Observations of the Moravians in Greenland and Labrador since the 18th century. *History of Meteorology* 2: 123–132.
- Lüdecke, C., 2018: Vom Berg zur freien Atmosphäre: Die Erforschung der dritten Dimension seit dem 17. Jahrhundert. S. 357–375 in: G. Braungart & U. Büttner (Hrsg.), *Wind und Wetter. Kultur – Wissen – Ästhetik*. Paderborn: Wilhelm Fink.
- Luhmann, N., 1967: Soziologische Aufklärung. *Soziale Welt* 18: 97–123.
- Luhmann, N., 1969: Moderne Systemtheorien als Form gesamtgesellschaftlicher Analyse. S. 253–266 in: T.W. Adorno (Hrsg.), *Spätkapitalismus oder Industriegesellschaft? Verhandlungen des 16. Deutschen Soziologentages in Frankfurt am Main 1968*. Stuttgart: Ferdinand Enke.
- Luhmann, N., 1970: Selbststeuerung der Wissenschaft. S. 232–252 in: N. Luhmann, *Soziologische Aufklärung. Aufsätze zur Theorie sozialer Systeme*. Köln, Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Luhmann, N., 1971a: Die Knappheit der Zeit und die Vordringlichkeit des Befristeten. 143–164 in: N. Luhmann, *Politische Planung. Aufsätze zur Soziologie von Politik und Verwaltung*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Luhmann, N., 1971b: Öffentliche Meinung. S. 9–34 in: N. Luhmann,

- Politische Planung. Aufsätze zur Soziologie von Politik und Verwaltung. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Luhmann, N., 1972: Weltzeit und Systemgeschichte. Über Beziehungen zwischen Zeithorizonten und sozialen Strukturen gesellschaftlicher Systeme. S. 81–115 in: P.C. Ludz (Hrsg.), Sonderheft: Soziologie und Sozialgeschichte. Aspekte und Probleme. *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 16.
- Luhmann, N., 1973: Selbst-Thematisierungen des Gesellschaftssystems. *Zeitschrift für Soziologie* 2: 21–46.
- Luhmann, N., 1975: Die Weltgesellschaft. S. 51–71 in: N. Luhmann, Soziologische Aufklärung 2. Aufsätze zur Theorie der Gesellschaft. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Luhmann, N., 1985: Kann die moderne Gesellschaft sich auf ökologische Gefährdungen einstellen? 35. Jahresfeier am 15. Mai 1985. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Luhmann, N., 1986: Ökologische Kommunikation. Kann die moderne Gesellschaft sich auf ökologische Gefährdungen einstellen? Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Luhmann, N., 1990: Die Wissenschaft der Gesellschaft. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Luhmann, N., 1992a: Die Selbstbeschreibung der Gesellschaft und die Soziologie. S. 137–146 in: N. Luhmann, Universität als Milieu. Kleine Schriften. Herausgegeben von André Kieserling. Bielefeld: Haux.
- Luhmann, N., 1992b: Ökologie des Nichtwissens. S. 149–220 in: N. Luhmann, Beobachtungen der Moderne. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Luhmann, N., 1995: Gesellschaft. S. 235–237 in: W. Fuchs-Heinritz, R. Lautmann, O. Rammstedt & H. Wienold (Hrsg.), Lexikon zur Soziologie. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Luhmann, N., 1997: Grenzwerte der ökologischen Politik. Eine Form von Risikomanagement. S. 195–221 in: P. Hiller & G. Krücken (Hrsg.), Risiko und Regulierung. Soziologische Beiträge zu Technikkontrolle und präventiver Umweltpolitik. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Lund, J.F., N. Markuss, W. Carton & H.J. Buck, 2023: Net Zero and the Unexplored Politics of Residual Emissions. *Energy Research & Social Science* 98: 103035.
- Lüscher, K.K., 1974: Time: A Much Neglected Dimension in Social Theory and Research. *Sociological Analysis & Theory* 4: 101–117.
- Lynch, P., 2006: The Emergence of Numerical Weather Prediction. Richardson's Dream. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- Maasen, S., M. Kaiser, M. Reinhart & B. Sutter (Hrsg.), 2012: Handbuch Wissenschaftssoziologie. Wiesbaden: Springer VS.
- Mahony, M., 2017: The (Re)Emergence of Regional Climate. Mobile Models, Regional Visions and the Government of Climate Change. S. 139–158 in: M. Heymann, G. Gramelsberger & M. Mahony (Hrsg.), Cultures of Prediction in Atmospheric and Climate Science. Epistemic and Cultural Shifts in Computer-Based Modelling and Simulation. Abingdon, New York: Routledge.

- Mahony, M. & G. Endfield, 2018: Climate and Colonialism. *WIREs Climate Change* 9: e510.
- Maini, J.S., 1988: Forests and Atmospheric Change. S. 193–209 in: WMO (Hrsg.), *The Changing Atmosphere. Implications for Global Security. Conference Proceedings: Toronto, Canada, 27–30 June 1988*. Genf: World Meteorological Organization.
- Malinowski, B., 1992 [1926]: *Myth in Primitive Psychology* (1926). S. 77–116 in: B. Malinowski, *Malinowski and the Work of Myth*. Selected and Introduced by Ivan Strenski. Princeton: Princeton University Press.
- Manabe, S., 1970: The Dependence of Atmospheric Temperature on the Concentration of Carbon Dioxide. S. 25–29 in: S.F. Singer (Hrsg.), *Global Effects of Environmental Pollution. A Symposium Organized by the American Association for the Advancement of Science Held in Dallas, Texas, December 1968*. Dordrecht: D. Reidel.
- Manabe, S. & K. Bryan, 1969: Climate Calculations with a Combined Ocean-Atmosphere Model. *Journal of the Atmospheric Sciences* 26: 786–789.
- Manabe, S. & R.T. Wetherald, 1967: Thermal Equilibrium of the Atmosphere with a Given Distribution of Relative Humidity. *Journal of the Atmospheric Sciences* 24: 241–259.
- Manabe, S. & R.T. Wetherald, 1975: The Effects of Doubling the CO₂ Concentration on the Climate of a General Circulation Model. *Journal of the Atmospheric Sciences* 32: 3–15.
- Manabe, S., J. Smagorinski & R.F. Strickler, 1965: Simulated Climatology of a General Circulation Model with a Hydrologic Cycle. *Monthly Weather Review* 93: 769–798.
- Manley, G., 1944: Some Recent Contributions to the Study of Climatic Change. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 70: 197–219.
- Marchetti, C., 1977: On Geoengineering and the CO₂ Problem. *Climatic Change* 1: 59–68.
- Marland, G. & R.M. Rotty, 1978: The Question Mark Over Coal. Pollution, Politics, and CO₂. *Futures* 10: 21–30.
- Marland, G. & R.M. Rotty, 1979: Carbon Dioxide and Climate. *Reviews of Geophysics* 17: 1813–1824.
- Marriott, W., 1903: The Earliest Telegraphic Daily Meteorological Reports and Weather Maps. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 28: 123–131.
- Martin-Nielsen, J., 2017: A New Climate. Hubert H. Lamb and Boundary Work at the UK Meteorological Office. S. 85–99 in: M. Heymann, G. Gramelsberger & M. Mahony (Hrsg.), *Cultures of Prediction in Atmospheric and Climate Science. Epistemic and Cultural Shifts in Computer-Based Modelling and Simulation*. Abingdon, New York: Routledge.
- Mason, B.J., 1966: The Role of Meteorology in the National Economy. *Weather* 21: 382–393.
- Mauelshagen, F., 2012: »Anthropozän«. Plädoyer für eine Klimageschichte des 19. und 20. Jahrhundert. *Zeithistorische Forschungen* 9: 131–137.

- Mauelshagen, F., 2016: Ein neues Klima im 18. Jahrhundert. *Zeitschrift für Kulturwissenschaften* 10: 39–58.
- Maurer, A., 1997: Zeit im Widerspruch. Über Zeit-Mißverständnisse, Ungleichzeitigkeiten und die Dominanz der Weltzeit. S. 26–43 in: H. Reimann (Hrsg.), *Weltkultur und Weltgesellschaft. Aspekte globalen Wandels. Zum Gedenken an Horst Reimann (1929–1994)*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- McCormick, S., S.J. Simmens, R.L. Glicksman, L. Paddock, D. Kim, B. Whited & W. Davies, 2017: Science in Litigation, the Third Branch of U.S. Climate Policy. *Science* 357: 979–980.
- McGregor, K.M., 2004: Huntington and Lovelock: Climatic Determinism in the 20th Century. *Physical Geography* 25: 237–250.
- Meadows, D.H., D.L. Meadows, J. Randers & W.W. Behrens, 1972: *The Limits to Growth. A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. New York: Universe Books.
- Meloni, M., 2014: How Biology Became Social, and What It Means for Social Theory. *The Sociological Review* 62: 593–614.
- Mendelsohn, J.A., 2011: The World on a Page: Making a General Observation in the Eighteenth Century. S. 396–420 in: L. Daston & E. Lunbeck (Hrsg.), *Histories of Scientific Observation*. Chicago, London: University of Chicago Press.
- Mercer, H. & T. Simpson, 2023: Imperialism, Colonialism, and Climate Change Science. *WIREs Climate Change* 14: e851.
- Mercer, J.H., 1978: West Antarctic Ice Sheet and CO₂ Greenhouse Effect: A Threat of Disaster. *Nature* 271: 321–325.
- Merton, R.K., 1968: *Social Theory and Social Structure*. New York, London: Free Press.
- Merton, R.K., 1970 [1938]: *Science, Technology and Society in Seventeenth Century England*. New York: Howard Fertig.
- Mesarovic, M. & E. Pestel, 1974: *Mankind at the Turning Point. The Second Report to the Club of Rome*. New York: New American Library.
- Meyer, C. & J.R. Bergmann, 2021: Harold Garfinkels Studies in Ethnomethodology. Plan, Aufbau und Realisierung eines Klassikers der Soziologie. S. 15–31 in: J.R. Bergmann & C. Meyer (Hrsg.), *Ethnomethodologie Reloaded. Neue Werkinterpretationen und Theoriebeiträge zu Harold Garfinkels Programm*. Bielefeld: transcript.
- Meyer, H., 1891: *Anleitung zur Bearbeitung meteorologischer Beobachtungen für die Klimatologie*. Berlin: Julius Springer.
- Meyer, J.W., 1994: Rationalized Environments. S. 28–54 in: W.R. Scott & J.W. Meyer (Hrsg.), *Institutional Environments and Organizations. Structural Complexity and Individualism*. Thousand Oaks, London, New Delhi: SAGE.
- Meyer, J.W. & R.L. Jepperson, 2000: The »Actors« of Modern Society: The Cultural Construction of Social Agency. *Sociological Theory* 18: 100–120.
- Meyer, J.W. & R.L. Jepperson, 2005: Die »Akteure« der modernen Gesellschaft: Die kulturelle Konstruktion sozialer Agentschaft. S. 47–84 in: J.W.

- Meyer, Weltkultur. Wie die westlichen Prinzipien die Welt durchdringen. Herausgegeben von Georg Krücken. Aus dem Amerikanischen von Barbara Kuchler. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Meyer, J.W., J. Boli, G.M. Thomas & F.O. Ramirez, 1997a: World Society and the Nation-State. *American Journal of Sociology* 103: 144–181.
- Meyer, J.W., D.J. Frank, A. Hironaka, E. Schofer & N.B. Tuma, 1997b: The Structuring of a World Environmental Regime, 1870–1990. *International Organization* 51: 623–651.
- Meyer, W., 1907: Weltkatastrophen. Betrachtungen über die zukünftigen Schicksale unserer Erdenwelt. Berlin: Hermann Paetel.
- Milkoreit, M., 2023: Social Tipping Points Everywhere? – Patterns and Risks of Overuse. *WIREs Climate Change* 14: e813.
- Milkoreit, M., J. Hodbod, J. Baggio, K. Benessaiah, R. Calderón-Contreras, J.F. Donges, J.-D. Mathias, J.C. Rocha, M. Schoon & S.E. Werners, 2018: Defining Tipping Points for Social-Ecological Systems Scholarship – An Interdisciplinary Literature Review. *Environmental Research Letters* 13: 033005.
- Mill, H.R., 1901: Climate and the Effects of Climate. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 27: 169–184.
- Miller, C.A., 2001: Scientific Internationalism in American Foreign Policy: The Case of Meteorology, 1947–1958. S. 167–217 in: C.A. Miller & P.N. Edwards (Hrsg.), *Changing the Atmosphere. Expert Knowledge and Environmental Governance*. Cambridge, London: MIT Press.
- Miller, C.A., 2004: Climate Science and the Making of a Global Political Order. S. 46–66 in: S. Jasanoff (Hrsg.), *States of Knowledge. The Co-Production of Science and Social Order*. London, New York: Routledge.
- Miller, E.R., 1931: The Evolution of Meteorological Institutions in the United States. *Monthly Weather Review* 59: 1–6.
- Miller-Rushing, A., R. Primack & R. Bonney, 2012: The History of Public Participation in Ecological Research. *Frontiers in Ecology and the Environment* 10: 285–290.
- Millward-Hopkins, J., J.K. Steinberger, N.D. Rao & Y. Oswald, 2020: Providing Decent Living with Minimum Energy: A Global Scenario. *Global Environmental Change* 65: 102168.
- Mitchell, J.M.J., 1977: The Changing Climate. S. 51–58 in: Geophysics Study Committee (Hrsg.), *Energy and Climate*. Washington: National Academy of Sciences.
- Möller, F., 1950: Der Wärmehaushalt der Atmosphäre. *Experientia* 6: 361–367.
- Monmonier, M., 1988: Telegraphy, Iconography, and the Weather Map: Cartographic Weather Reports by the United States Weather Bureau, 1870–1935. *Imago Mundi* 40: 15–31.
- Monmonier, M., 1999: *Air Apparent. How Meteorologists Learned to Map, Predict, and Dramatize Weather*. Chicago, London: University of Chicago Press.
- Moon, D., 2010: The Debate over Climate Change in the Steppe Region in Nineteenth-Century Russia. *The Russian Review* 69: 251–275.

- Moore, W.L., 1910: Descriptive Meteorology. New York, London: D. Appleton.
- Morgan, R.A., 2018: Climate and Empire in the Nineteenth Century. S. 589–603 in: S. White, C. Pfister & F. Mauelshagen (Hrsg.), *The Palgrave Handbook of Climate History*. London: Palgrave Macmillan.
- Morrison, P., 1972: [Rezension zu:] Inadvertent Climate Modification by Study of Man's Impact on Climate. *Scientific American* 226: 134.
- Mudge, F.B., 1997: The Development of the 'Greenhouse' Theory of Global Climate Change from Victorian Times. *Weather* 52: 13–17.
- Mühry, A., 1862: Klimatographische Uebersicht der Erde. In einer Sammlung authentischer Berichte. Leipzig, Heidelberg: C.F. Winter'sche Verlagshandlung.
- Mulkay, M., 1983: Why an Analysis of Scientific Discourse is Needed. S. 171–203 in: K. Knorr-Cetina & M. Mulkay (Hrsg.), *Science Observed. Perspectives on the Social Study of Science*. London, Beverly Hills, New Delhi: SAGE.
- Müller, M. & N. Reimer, 2015: Die Schuld des Menschen. Die Wissenschaft muss sich stärker für eine ökologische Gesellschaftsordnung einsetzen, fordert Meteorologe Paul Crutzen. *Frankfurter Rundschau*, 26.03.2015: 28–29.
- Namias, J., 1983: The History of Polar Front and Air Mass Concepts in the United States – An Eyewitness Account. *Bulletin of the American Meteorological Society* 64: 734–755.
- NAS & NRC, 1966: Weather and Climate Modification. Problems and Prospects. Volume 2: Research and Development. Washington: National Academy of Sciences, National Research Council.
- Nassehi, A., 2001: Gesellschaftstheorie und Zeitdiagnose. Soziologie als gesellschaftliche Selbstbeschreibung. S. 551–570 in: C. Bohn & H. Willems (Hrsg.), *Sinngeneratoren. Fremd- und Selbstthematisierung in soziologisch-historischer Perspektive*. Konstanz: UVK.
- Nassehi, A., 2019: Substanzen, Akzidenzen, Fiktionen. Symposiumsbeitrag zu: Jens Beckert, *Imaginierte Zukunft*. *Soziologische Revue* 42: 329–337.
- Naylor, S., 2006: Nationalizing Provincial Weather: Meteorology in Nineteenth-Century Cornwall. *The British Journal for the History of Science* 39: 407–433.
- Nebeker, F., 1995: Calculating the Weather. Meteorology in the 20th Century. San Diego: Academic Press.
- Nebeker, F., 1996: A History of Calculating Aids in Meteorology. S. 157–178 in: J.R. Fleming (Hrsg.), *Historical Essays on Meteorology, 1919–1995. The Diamond Anniversary History Volume of the American Meteorological Society*. Boston: American Meteorological Society.
- Neckel, S., 2020: Scholastische Irrtümer? Rückfragen an das Anthropozän. S. 157–168 in: F. Adloff & S. Neckel (Hrsg.), *Gesellschaftstheorie im Anthropozän*. Frankfurt a. M., New York: Campus.
- Nerlich, B. & I. Hellsten, 2014: The Greenhouse Metaphor and the Footprint Metaphor. *Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis* 23: 27–33.

- Neumann, J. von, 1955: Can We Survive Technology? *Fortune*, 06.1955: 106–108, 151–152.
- Newell, H.E., 1971: [Rezension zu:] Study of Man's Impact on the Environment. *Eos: Transactions American Geophysical Union* 52: 3.
- Niehaus, F. & J. Williams, 1979: Studies of Different Energy Strategies in Terms of Their Effects on the Atmospheric CO₂ Concentration. *Journal of Geophysical Research* 84: 3123–3129.
- Nietzsche, F., 1874: Unzeitgemässe Betrachtungen. Zweites Stück: Vom Nutzen und Nachtheil der Historie für das Leben. Leipzig: E.W. Fritzsch.
- Nordhaus, W.D., 1977: Economic Growth and Climate: The Carbon Dioxide Problem. *The American Economic Review* 67: 341–346.
- Norton, S.D. & F. Suppe, 2001: Why Atmospheric Modeling Is Good Science. S. 67–105 in: C.A. Miller & P.N. Edwards (Hrsg.), *Changing the Atmosphere. Expert Knowledge and Environmental Governance*. Cambridge, London: MIT Press.
- Nowotny, H., 1989: *Eigenzeit. Entstehung und Strukturierung eines Zeitgefühls*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Nowotny, H., 1992: Time and Social Theory: Towards a Social Theory of Time. *Time & Society* 1: 421–454.
- NRC, 1973: Weather and Climate Modification. Problems and Progress. Committee on Atmospheric Sciences, National Research Council. Washington: National Academy of Sciences.
- NSF, 1965a: Weather and Climate Modification. Report of the Special Commission on Weather Modification. Washington: National Science Foundation.
- NSF, 1965b: Weather Modification. *Bulletin of the American Meteorological Society* 46: 294–308.
- O'Neill, B.C., 2023: Envisioning a Future with Climate Change. *Nature Climate Change* 13: 874–876.
- Oevermann, U., 1997: Literarische Verdichtung als soziologische Erkenntnisquelle: Szenische Realisierung der Strukturlogik professionalisierten ärztlichen Handelns in Arthur Schnitzlers Professor Bernhards. S. 276–335 in: M. Wicke (Hrsg.), *Konfigurationen lebensweltlicher Strukturphänomene. Soziologische Varianten phänomenologisch-hermeneutischer Welterschließung*. Opladen: Leske + Budrich.
- Ogle, V., 2015: *The Global Transformation of Time, 1870–1950*. Cambridge, London: Harvard University Press.
- O'Gorman, E., J. Beattie & M. Henry, 2016: Histories of Climate, Science, and Colonization in Australia and New Zealand, 1800–1945. *WIREs Climate Change* 7: 893–909.
- Oldfield, J.D., 2013: Climate Modification and Climate Change Debates among Soviet Physical Geographers, 1940s–1960s. *WIREs Climate Change* 4: 513–524.
- Oldfield, J.D., 2018: Imagining Climates Past, Present and Future: Soviet Contributions to the Science of Anthropogenic Climate Change, 1953–1991. *Journal of Historical Geography* 60: 41–51.

- Oomen, J., 2021: *Imagining Climate Engineering. Dreaming of the Designer Climate*. Abingdon, New York: Routledge.
- Opitz, S., 2017: Simulating the World: The Digital Enactment of Pandemics as a Mode of Global Self-Observation. *European Journal of Social Theory* 20: 392–416.
- Oppenheimer, M., 2006: Science and Environmental Policy: The Role of Nongovernmental Organizations. *Social Research: An International Quarterly* 73: 881–890.
- Oreskes, N., 2004: Beyond the Ivory Tower. The Scientific Consensus on Climate Change. *Science* 306: 1686.
- Oreskes, N., 2015: How Earth Science Has Become a Social Science. S. 246–270 in: A. Westermann & C. Rohr (Hrsg.), Special Issue: Climate and Beyond. The Production of Knowledge about the Earth as a Signpost of Social Change. *Historical Social Research* 40.
- Oreskes, N. & E.M. Conway, 2010: *Merchants of Doubt. How a Handful of Scientists Obscured the Truth on Issues from Tobacco Smoke to Global Warming*. New York, Berlin, London: Bloomsbury.
- Oreskes, N., K. Shrader-Frechette & K. Belitz, 1994: Verification, Validation, and Confirmation of Numerical Models in the Earth Sciences. *Science* 263: 641–646.
- Osborne, M.A., 2000: Acclimatizing the World: A History of the Paradigmatic Colonial Science. *Osiris* 15: 135–151.
- Osterhammel, J., 1995: *Kolonialismus. Geschichte – Formen – Folgen*. München: C.H. Beck.
- Osterhammel, J., 2010: *Die Verwandlung der Welt. Eine Geschichte des 19. Jahrhunderts*. München: C.H. Beck.
- Osterhammel, J., 2017: *Die Flughöhe der Adler. Historische Essays zur globalen Gegenwart*. München: C.H. Beck.
- Otto, I.M., J.F. Donges, R. Cremades, A. Bhowmik, R.J. Hewitt, W. Lucht, J. Rockström, F. Allerberger, M. McCaffrey, S.S.P. Doe, A. Lenferna, N. Morán, D.P. van Vuuren & H.J. Schellnhuber, 2020: Social Tipping Dynamics for Stabilizing Earth's Climate by 2050. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 117: 2354–2365.
- Overland, I. & B.K. Sovacool, 2020: The Misallocation of Climate Research Funding. *Energy Research & Social Science* 62: a101349.
- Paris, R., 1998: Eine Gretchenfrage. Sachverständigkeit als Problem. Urs Jaeggi zum 60. Geburtstag. S. 111–125 in: R. Paris, Stachel und Speer. *Machtstudien*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Paris, R., 2001: Warten auf Amtsfluren. *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 53: 705–733.
- Parker, W.S., 2010: Predicting Weather and Climate: Uncertainty, Ensembles and Probability. S. 263–272 in: M. Heymann & H. Kragh (Hrsg.), Special Issue: Modelling and Simulation in the Atmospheric and Climate Sciences. *Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 41.

- Parr, A.E., 1945: Remarks on Climatology. *American Geophysical Union* 26: 221–223.
- Parson, E.A. & K. Fisher-Vanden, 1997: Integrated Assessment Models of Global Climate Change. *Annual Review of Energy and the Environment* 22: 589–628.
- Partsch, J., 1896: Schlesien. Eine Landeskunde für das deutsche Volk auf wissenschaftlicher Grundlage. Breslau: Königliche Universitäts- und Verlags-Buchhandlung.
- Passerini, E., 1998: Sustainability and Sociology. *The American Sociologist* 29: 59–70.
- Peeters, P. & G. Dubois, 2010: Tourism Travel under Climate Change Mitigation Constraints. *Journal of Transport Geography* 18: 447–457.
- Perry, J.S., 1981: Energy and Climate: Today's, Problem, not Tomorrow's. *Climatic Change* 3: 223–225.
- Persson, A., 2005: Early Operational Numerical Weather Prediction outside the USA: An Historical Introduction: Part II: Twenty Countries around the World. *Meteorological Applications* 12: 269–289.
- Peters, G., M. Li & M. Lenzen, 2021: The Need to Decelerate Fast Fashion in a Hot Climate – A Global Sustainability Perspective on the Garment Industry. *Journal of Cleaner Production* 295: 126390.
- Petersen, A.C., 2012: Simulating Nature. A Philosophical Study of Computer-Simulation Uncertainties and Their Role in Climate Science and Policy Advice. Second Edition. Boca Raton.
- Phillips, N.A., 1956: The General Circulation of the Atmosphere: A Numerical Experiment. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 82: 123–164.
- Pielke, R., T. Wigley & C. Green, 2008: Dangerous Assumptions. *Nature* 452: 531–532.
- Pietruska, J.L., 2011: US Weather Bureau Chief Willis Moore and the Reimagination of Uncertainty in Long-Range Forecasting. *Environment and History* 17: 79–105.
- Pietruska, J.L., 2016: Hurricanes, Crops, and Capital: The Meteorological Infrastructure of American Empire in the West Indies. *The Journal of the Gilded Age and Progressive Era* 15: 418–445.
- Pietruska, J.L., 2018: »A Tornado is Coming!«: Counterfeiting and Commercializing Weather Forecasts from the Gilded Age to the New Era. *Journal of American History* 105: 538–562.
- Pimentel, D., 1981: Food, Energy, and Climate Change. S. 303–323 in: W. Bach, J. Pankrath & S.H. Schneider (Hrsg.), Food-Climate Interactions. Proceedings of an International Workshop Held in Berlin (West), December 9–12, 1980. Dordrecht: Springer.
- Pincus, R., 2017: »To Prostitute the Elements«: Weather Control and Weaponisation by US Department of Defense. *War & Society* 36: 64–80.
- Platt, G.N., 1956: Effect of Carbon Dioxide Variations on Climate. *American Journal of Physics* 24: 376–387.
- Platzman, G.W., 1979: The ENIAC Computations of 1950 – Gateway to

- Numerical Weather Prediction. *Bulletin of the American Meteorological Society* 60: 302–312.
- Popp, M., H. Schmidt & J. Marotzke, 2016: Transition to a Moist Greenhouse with CO₂ and Solar Forcing. *Nature Communications* 7: 10627.
- President's Science Advisory Committee, 1965: Restoring the Quality of Our Environment. Report of the Environmental Pollution Panel. Washington: U.S. Government Printing Office.
- Prigogine, I., 1992: Vom Sein zum Werden. Zeit und Komplexität in den Naturwissenschaften. München: Piper.
- Pryck, K. de & M. Hulme (Hrsg.), 2023: A Critical Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, New York, Melbourne, New Delhi, Singapore: Cambridge University Press.
- Purdum, J.F. & W.P. Menzel, 1996: Evolution of Satellite Observations in the United States and Their Use in Meteorology. S. 99–155 in: J.R. Fleming (Hrsg.), *Historical Essays on Meteorology, 1919–1995. The Diamond Anniversary History Volume of the American Meteorological Society*. Boston: American Meteorological Society.
- Ragin, C. & D. Zaret, 1983: Theory and Method in Comparative Research: Two Strategies. *Social Forces* 61: 731–754.
- Rahmstorf, S., 2008: Anthropogenic Climate Change: Revisiting the Facts. S. 34–53 in: E. Zedillo (Hrsg.), *Global Warming. Looking Beyond Kyoto*. Washington: Brookings Institution Press.
- Rahmstorf, S. & H.-J. Schellnhuber, 2018: Der Klimawandel. Diagnose, Prognose, Therapie. 8., vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage. München: C.H. Beck.
- Raju, E., E. Boyd & F. Otto, 2022: Stop Blaming the Climate for Disasters. *Communications Earth & Environment* 3: 1.
- Ramanathan, V., 1988: The Greenhouse Theory of Climate Change: A Test by an Inadvertent Global Experiment. *Science* 240: 293–299.
- Ramanathan, V., R.J. Cicerone, H.B. Singh & J.T. Kiehl, 1985: Trace Gas Trends and Their Potential Role in Climate Change. *Journal of Geophysical Research* 90: 5547–5566.
- Rammert, W., 1995: Von der Kinematik zur Informatik. Konzeptuelle Wurzeln der Hochtechnologien im sozialen Kontext. S. 65–109 in: W. Rammert (Hrsg.), *Soziologie und künstliche Intelligenz. Produkte und Probleme einer Hochtechnologie*. Frankfurt a. M., New York: Campus.
- Randalls, S., 2010: History of the 2°C Climate Target. *WIREs Climate Change* 1: 598–605.
- Randalls, S., 2011: Optimal Climate Change: Economics and Climate Science Policy Histories (From Heuristic to Normative). S. 224–242 in: J.R. Fleming & V. Jankovic (Hrsg.), *Special Issue: Klima. Osiris* 26.
- Raphael, L., 1996: Die Verwissenschaftlichung des Sozialen als methodische und konzeptionelle Herausforderung für eine Sozialgeschichte des 20. Jahrhunderts. *Geschichte und Gesellschaft* 22: 165–193.
- Rasol, S.I., 1983: On Predicting Calamities. *Climatic Change* 5: 201–202.

- Rasool, S.I. & C. de Bergh, 1970: The Runaway Greenhouse and the Accumulation of CO₂ in the Venus Atmosphere. *Nature* 226: 1037–1039.
- Rayner, J.N., J.S. Hobgood & D.A. Howarth, 1991: Dynamic Climatology: Its History and Future. *Physical Geography* 12: 207–219.
- Rayner, S., 1992: Commentary: Human Dimensions of Global Change. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development* 34: 3–4.
- Rayner, S., 2012: Uncomfortable Knowledge: The Social Construction of Ignorance in Science and Environmental Policy Discourses. *Economy and Society* 41: 107–125.
- Rayner, S. & E.L. Malone, 1998: Why Study Human Choice and Climate Change. S. XIII–XLII in: S. Rayner & E.L. Malone (Hrsg.), Human Choice and Climate Change. Volume 1: The Societal Framework. Columbus: Battelle Press.
- Reckwitz, A., 2021: Gesellschaftstheorie als Werkzeug. S. 23–150 in: A. Reckwitz, Spätmoderne in der Krise. Was leistet die Gesellschaftstheorie? Berlin: Suhrkamp.
- Reichelderfer, F.W., 1958: Statement by Dr. F.W. Reichelderfer. *Bulletin of the American Meteorological Society* 39: 313.
- Reichelderfer, F.W., 1970: The Atmospheric Sciences and the American Meteorological Society: The Early Years. *Bulletin of the American Meteorological Society* 51: 206–211.
- Renn, O., A. Arnold, V. Schetula & P.-J. Schweizer, 2011: Das Ringen der Sozialwissenschaften um ihre Rolle in der Klimawandeldebatte. *Soziologische Revue* 34: 463–472.
- Revelle, R., 1966: The Role of the Oceans. *Saturday Review*, 07.05.1966: 39–42.
- Revelle, R., 1975: The Scientist and the Politician. *Science* 187: 1100–1105.
- Revelle, R., 1982: Carbon Dioxide and World Climate. *Scientific American* 247: 35–43.
- Revelle, R., 1987: Introduction: The Scientific History of Carbon Dioxide. S. 1–4 in: E.T. Sundquist (Hrsg.), The Carbon Cycle and Atmospheric CO₂. Natural Variations Archean to Present: Papers Presented at the Chapman Conference on Natural Variations in Carbon Dioxide and the Carbon Cycle, Tarpon Springs, Fla., Jan. 9–13, 1984. Washington: American Geophysical Union.
- Revelle, R. & H.E. Suess, 1957: Carbon Dioxide Exchange Between Atmosphere and Ocean and the Question of an Increase of Atmospheric CO₂ during the Past Decades. *Tellus* 9: 18–27.
- Riahi, K., D.P. van Vuuren, E. Kriegler, J. Edmonds, B.C. O'Neill, S. Fujimori, N. Bauer, K. Calvin, R. Dellink, O. Fricko et al., 2017: The Shared Socioeconomic Pathways and Their Energy, Land Use, and Greenhouse Gas Emissions Implications: An Overview. *Global Environmental Change* 42: 153–168.
- Richard, I., 1898: Weather Lore. A Collection of Proverbs, Sayings, and Rules Concerning the Weather. London: Elliot Stock.
- Richardson, L.F., 1922: Weather Prediction by Numerical Process. Cambridge: Cambridge University Press.

- Richter, L., 2019: Semiotik, Physik, Organik. Eine Geschichte des Wissens vom Wetter (1750–1850). Frankfurt a. M.: Campus.
- Richter, L., 2020: Forms of Meteorological Knowledge 1750–1850 in German Countries and Beyond. *WIREs Climate Change* 11: 1–13.
- Rickmers, R.W., 1914: Vorläufiger Bericht über die Pamir-Expedition des deutschen und österreichischen Alpenvereins 1913. *Zeitschrift des deutschen und österreichischen Alpenvereins* Band 45: 1–51.
- Rigby, M., 1965: The Evolution of International Cooperation in Meteorology (1654–1965). *Bulletin of the American Meteorological Society* 46: 630–633.
- Rindzevičiūtė, E., 2015: Towards a Joint Future beyond the Iron Curtain. East-West Politics of Global Modelling. S. 115–143 in: J. Andersson & E. Rindzevičiūtė (Hrsg.), *The Struggle for the Long-Term in Transnational Science and Politics. Forging the Future*. New York, Abingdon: Routledge.
- Ringe, A.C., 1980: Carbon Dioxide and Climate: A Bibliography. U.S. Department of Energy, *Technical Information Center* 3382.
- Ringel, L. & T. Werron, 2021: Serielle Vergleiche: Zum Unterschied, den Wiederholung macht. S. 301–331 in: B. Heintz & T. Wobbe (Hrsg.), *Sonderheft: Soziale Praktiken des Beobachtens: Vergleichen, Bewerten, Kategorisieren und Quantifizieren. Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 73.
- Robertson, R., 1992: Globalization. Social Theory and Global Culture. London, Newbury Park, New Delhi: SAGE.
- Robinson, A.H., 1971: The Genealogy of the Isopleth. *The Cartographic Journal* 8: 49–53.
- Robinson, A.H. & H.M. Wallis, 1967: Humboldt's Map of Isothermal Lines: A Milestone in Thematic Cartography. *The Cartographic Journal* 4: 119–123.
- Robock, A., 1985: An Updated Climate Feedback Diagram. *Bulletin of the American Meteorological Society* 66: 786–787.
- Rockström, J., J. Gupta, D. Qin, S.J. Lade, J.F. Abrams, L.S. Andersen, D.I. Armstrong McKay, X. Bai, G. Bala, S.E. Bunn et al., 2023: Safe and Just Earth System Boundaries. *Nature* 619: 102–111.
- Rockström, J., W. Steffen, K. Noone, A. Persson, F.S. Chapin, E.F. Lambin, T.M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H.J. Schellnhuber et al., 2009: A Safe Operating Space for Humanity. *Nature* 461: 472–475.
- Rödter, S., 2015: Science Media Centres and Public Policy. *Science and Public Policy* 42: 387–400.
- Rödter, S., 2020: The Ambivalent Role of Environmental NGOs in Climate Communication. *Journal of Science Communication* 19: C03.
- Rödter, S., 2021: Disziplinarität. S. 67–78 in: T. Schmohl & T. Philipp (Hrsg.), *Handbuch Transdisziplinäre Didaktik*. Bielefeld: transcript.
- Rödter, S. & Y. Ibrahim, 2022: Zum Abschluss: Sozialwissenschaftliche Klimaforschung? Ja! Aber warum? Ein Gespräch mit Anita Engels und Hans von Storch. S. 433–440 in: Y. Ibrahim & S. Rödter (Hrsg.), *Schlüsselwerke der sozialwissenschaftlichen Klimaforschung*. Bielefeld: transcript.

- Rödder, S. & C.N. Pavenstädt, 2023: ›Unite behind the Science!‹ Climate Movements' Use of Scientific Evidence in Narratives on Socio-Ecological Futures. *Science and Public Policy* 50: 30–41.
- Rödder, S., M. Heymann & B. Stevens, 2020: Historical, Philosophical, and Sociological Perspectives on Earth System Modeling. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems* 12: e2020MS002139.
- Rohli, R.V. & G.D. Bierly, 2011: The Lost Legacy of Robert DeCourcy Ward in American Geographical Climatology. *Progress in Physical Geography* 35: 547–564.
- Rosa, H., 2005: Beschleunigung. Die Veränderungen der Zeitstrukturen in der Moderne. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Rosol, C., 2015: Hauling Data. Anthropocene Analogues, Paleoclimatology and Missing Paradigm Shifts. S. 37–66 in: A. Westermann & C. Rohr (Hrsg.), Special Issue: Climate and Beyond. The Production of Knowledge about the Earth as a Signpost of Social Change. *Historical Social Research* 40.
- Ross, A., 1991: Is Global Culture Warming up? *Social Text* 28: 3–30.
- Rotty, R.M., 1981: Data for Global CO₂ Production from Fossil Fuels. S. 121–125 in: B. Bolin (Hrsg.), Carbon Cycle Modeling. Chichester: John Wiley & Sons.
- Rotty, R.M. & A.M. Weinberg, 1977: How Long is Coal's Future? *Climatic Change* 1: 45–57.
- Rudloff, H.v., 1967: Klima-Schwankungen in Europa seit 1670, das Klima-Optimum 1942–1953 und die nachfolgende Klima-Verschlechterung. *Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz* 9 (N. F.): 459–476.
- Russill, C., 2010: Stephen Schneider and the »Double Ethical Bind« of Climate Change Communication. *Bulletin of Science, Technology & Society* 30: 60–69.
- Russill, C., 2015: Climate Change Tipping Points: Origins, Precursors, and Debates. *WIREs Climate Change* 6: 427–434.
- Salheiser, A., 2014: Natürliche Daten: Dokumente. S. 813–827 in: N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. Wiesbaden: Springer VS.
- Sambon, L.W., 1898: Acclimatization of Europeans in Tropical Lands. *The Geographical Journal* 12: 589–599.
- Sarewitz, D., 2010: Against Holism. S. 65–75 in: R. Frodeman, J.T. Klein & C. Mitcham (Hrsg.), The Oxford Handbook of Interdisciplinarity. Oxford, New York: Oxford University Press.
- Savage, V.R., 2004: Tropicality Imagined and Experienced. A Commentary on Felix Driver's »Imagining the Tropics: Views and Visions of the Tropical World«. *Singapore Journal of Tropical Geography* 25: 26–31.
- Scarborough, P., P.N. Appleby, A. Mizdrak, A.D.M. Briggs, R.C. Travis, K.E. Bradbury & T.J. Key, 2014: Dietary Greenhouse Gas Emissions of Meat-Eaters, Fish-Eaters, Vegetarians and Vegans in the UK. *Climatic Change* 125: 179–192.

- SCEP, 1970: Man's Impact on the Global Environment. Report of the Study on Critical Environmental Problems. Cambridge, London: MIT Press.
- Scheffer, T. & R. Schmidt, 2023: Öffentliche Soziologie und gesellschaftliches »Soziologisieren«. S. 351–362 in: S. Selke, O. Neun, R. Jende, S. Lesench & H. Bude (Hrsg.), Handbuch Öffentliche Soziologie. Wiesbaden: Springer VS.
- Schellnhuber, H.J., 1999: »Earth System: Analysis and the Second Copernican Revolution. *Nature* 402: C19–C23.
- Schimank, U., 1995: Für eine Erneuerung der institutionalistischen Wissenschaftssoziologie. *Zeitschrift für Soziologie* 24: 42–57.
- Schipper, E.L.F., 2020: Maladaptation: When Adaptation to Climate Change Goes Very Wrong. *One Earth* 3: 409–414.
- Schlesinger, M.E. & J.F.B. Mitchell, 1987: Climate Model Simulations of the Equilibrium Climatic Response to Increased Carbon Dioxide. *Reviews of Geophysics* 25: 760–798.
- Schleussner, C.-F., J.F. Donges, R.V. Donner & H.J. Schellnhuber, 2016: Armed-Conflict Risks Enhanced by Climate-Related Disasters in Ethnically Fractionalized Countries. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 113: 9216–9221.
- Schmelzer, M., 2017: »Born in the Corridors of the OECD«: The Forgotten Origins of the Club of Rome, Transnational Networks, and the 1970s in Global History. *Journal of Global History* 12: 26–48.
- Schmitt, S., 2023: Erderwärmung: Viele Menschen verlieren ihre klimatische Nische. Die Zeit Online, 24.05.2023. <https://www.zeit.de/2023/22/erderwaermung-klimakrise-temperaturanstieg> (25.07.2025).
- Schnegg, M., C.I. O'Brian & I.J. Sievert, 2021: It's Our Fault: A Global Comparison of Different Ways of Explaining Climate Change. *Human Ecology* 49: 327–339.
- Schneider, B., 2009: Die Kurve als Evidenzerzeuger des klimatischen Wandels am Beispiel des »Hockey-Stick-Graphen«. S. 41–55 in: K. Harrasser, H. Lethen & E. Timm (Hrsg.), Sehnsucht nach Evidenz. Bielefeld: transcript.
- Schneider, B., 2016: Der »Totaleindruck einer Gegend«. Alexander von Humboldts synoptische Visualisierungen des Klimas. S. 53–78 in: O. Ette & J. Drews (Hrsg.), Horizonte der Humboldt-Forschung. Natur, Kultur, Schreiben. Hildesheim, Zürich, New York: Georg Olms.
- Schneider, B., 2017: The Future Face of the Earth. The Visual Semantics of the Future in the Climate Change Imagery of the IPCC. S. 231–251 in: M. Heymann, G. Gramelsberger & M. Mahony (Hrsg.), Cultures of Prediction in Atmospheric and Climate Science. Epistemic and Cultural Shifts in Computer-Based Modelling and Simulation. Abingdon, New York: Routledge.
- Schneider, B., 2021: Linien als Reisepfade der Erkenntnis. Humboldts Klimakarte als Entstehungsort einer Proto-Ökologie. S. 149–169 in: S. Kviat Bloch, O. Lubrich & H. Steinke (Hrsg.), Alexander von Humboldt – Wissenschaften zusammendenken. Referate einer Ringvorlesung des Collegium generale der Universität Bern im Frühjahrssemester 2018. Bern: Haupt.

- Schneider, S.H., 1974: The Population Explosion: Can It Shake the Climate? *Ambio* 3: 50–155.
- Schneider, S.H., 1975: On the Carbon Dioxide–Climate Confusion. *Journal of the Atmospheric Sciences* 32: 2060–2066.
- Schneider, S.H., 1976: The Genesis Strategy. Climate and Global Survival. New York, London: Plenum Press.
- Schneider, S.H., 1977a: Climate Change and the World Predicament: A Case Study for Interdisciplinary Research. *Climatic Change* 1: 21–43.
- Schneider, S.H., 1977b: Editorial for the First Issue of Climatic Change. *Climatic Change* 1: 3–4.
- Schneider, S.H., 1978: Climatic Limits to Growth: How Soon? How Serious? S. 219–237 in: J. Williams (Hrsg.), Carbon Dioxide, Climate and Society. Proceedings of a IIASA Workshop Cosponsored by WMO, UNEP, and SCOPE, February 21–24, 1978. Oxford, New York, Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt: Pergamon Press.
- Schneider, S.H., 1983a: CO₂, Climate and Society: A Brief Overview. S. 9–15 in: R.S. Chen, E. Boulding & S.H. Schneider (Hrsg.), Social Science Research and Climate Change. An Interdisciplinary Appraisal. Dordrecht, Boston, Lancaster: D. Reidel.
- Schneider, S.H., 1983b: The Problem of ›Pre-Industrial‹ CO₂ Concentration – An Editorial. *Climatic Change* 5: 311–313.
- Schneider, S.H., 1986: A Goddess of the Earth?: The Debate on the Gaia Hypothesis – An Editorial. *Climatic Change* 8: 1–4.
- Schneider, S.H., 1988: The Greenhouse Effect and the U.S. Summer of 1988: Cause and Effect or a Media Event? *Climatic Change* 13: 113–115.
- Schneider, S.H., 1989: Global Warming. Are We Entering the Greenhouse Century? San Francisco: Sierra Club.
- Schneider, S.H., 1992: Introduction to Climate Modeling. S. 3–26 in: K.E. Trenberth (Hrsg.), Climate System Modeling. Cambridge: Cambridge University Press.
- Schneider, S.H., 1997: Integrated Assessment Modeling of Global Climate Change: Transparent Rational Tool for Policy Making or Opaque Screen Hiding Value-Laden Assumptions? *Environmental Modeling and Assessment* 2: 229–249.
- Schneider, S.H., 2002: Modeling Climate Change Impacts and Their Related Uncertainties. S. 123–155 in: R.N. Cooper & R. Layard (Hrsg.), What the Future Holds. Insights from Social Science. Cambridge, London: MIT Press.
- Schneider, S.H. & R.D. Dennett, 1975: Climatic Barriers to Long-Term Energy Growth. *Ambio* 4: 65–74.
- Schröder, W. & K.H. Wiederkehr, 1992: Georg von Neumayer (1826–1909) und die internationale Entwicklung der Geophysik. *Gesnerus* 49: 45–62.
- Schubert, C., 2013: Die Laboratisierung gesellschaftlicher Zukünfte. Zum Verhältnis von Labor, Feld und numerischen Prognosen sozialer Dynamiken. *Navigationen* 13: 151–161.
- Schubert, C., 2014: Zukunft sui generis? Computersimulationen als

- Instrumente gesellschaftlicher Selbstfortschreibung. S. 209–232 in: A. Cevolini (Hrsg.), *Die Ordnung des Kontingenten. Beiträge zur zahlenmäßigen Selbstbeschreibung der modernen Gesellschaft*. Wiesbaden: Springer VS.
- Schubert, J., 2021: *Engineering the Climate. Science, Politics, and Visions of Control*. Manchester: Mattering Press.
- Schubert, J., 2022: Science-State Alliances and Climate Engineering: A »Longue Durée« Picture. *WIREs Climate Change* 13: e801.
- Schüepf, M., 1974: Klimatologie gestern, heute und morgen. *Geoforum* 5: 72–76.
- Schultz, H.-D., 2020: Geographie vor 1900. S. 270–274 in: K. Acham (Hrsg.), *Die Soziologie und ihre Nachbardisziplinen im Habsburgerreich. Ein Kompendium internationaler Forschungen zu den Kulturwissenschaften in Zentraleuropa*. Wien, Köln, Weimar: Böhlau.
- Schütze, F., 1982: Narrative Repräsentation kollektiver Schicksalsbetroffenheit. S. 568–590 in: E. Lämmert (Hrsg.), *Erzählforschung. Ein Symposium*. Stuttgart: J.B. Metzler.
- Schützeichel, R., 2008: Methodologischer Individualismus, sozialer Holismus und holistischer Individualismus. S. 357–371 in: J. Greve, A. Schnabel & R. Schützeichel (Hrsg.), *Das Mikro-Makro-Modell der soziologischen Erklärung. Zur Ontologie, Methodologie und Metatheorie eines Forschungsprogramms*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Schützenmeister, F., 2008: Zwischen Problemorientierung und Disziplin. Ein koevolutionäres Modell der Wissenschaftsentwicklung. Bielefeld: transcript.
- Schwartz, S.W., 2017: Temperature and Capital. Measuring the Future with Quantified Heat. *Environment and Society* 8: 180–197.
- Science Media Center Germany, 2023: Die »Letzte Generation« und die Debatte um Kippunkte des Klimasystems. Science Media Center Germany, 10.05.2023. <https://www.sciencemediacenter.de/angebote/die-letzte-generation-und-die-debatte-um-kippunkte-des-klimasystems-23072> (10.06.2025).
- Scoville, C. & A. McCumber, 2023: Climate Silence in Sociology? How Elite American Sociology, Environmental Sociology, and Science and Technology Studies Treat Climate Change. *Sociological Perspectives* 66: 888–913.
- Secord, A., 1994: Science in the Pub: Artisan Botanists in Early Nineteenth-Century Lancashire. *History of Science* 32: 269–315.
- Seefried, E., 2011: Towards the Limits to Growth? The Book and Its Reception in West Germany and Britain 1972–73. *German Historical Institute London Bulletin* 33: 3–37.
- Seefried, E., 2015a: Reconfiguring the Future? Politics and Time from the 1960s to the 1980s – Introduction. S. 306–316 in: E. Seefried (Hrsg.), Special Issue: Politics and Time from the 1960s to the 1980s. *Journal of Modern European History* 13.
- Seefried, E., 2015b: Rethinking Progress. On the Origin of the Modern Sustainability Discourse, 1970–2000. S. 377–400 in: E. Seefried (Hrsg.),

- Special Issue: Politics and Time from the 1960s to the 1980s. *Journal of Modern European History* 13.
- Seidel, S. & D.L. Keyes, 1983: Can We Delay a Greenhouse Warming? The Effectiveness and Feasibility of Options to Slow and Build-Up of Carbon Dioxide in the Atmosphere. Washington: U.S. Environmental Protection Agency.
- Selby, J., M. Hulme & W. Cramer, 2024: There Is No Human Climate Niche. *One Earth* 7: 1155–1157.
- Sending, O.J., I. Øverland & T.B. Hornburg, 2020: Climate Change and International Relations: A Five-Pronged Research Agenda. *Journal of International Affairs* 73: 183–193.
- Serafin, R.J., 1996: The Evolution of Atmospheric Measurement Systems. S. 43–56 in: J.R. Fleming (Hrsg.), *Historical Essays on Meteorology*, 1919–1995. The Diamond Anniversary History Volume of the American Meteorological Society. Boston: American Meteorological Society.
- Sera-Shriar, E., 2013: Observing Human Difference: James Hunt, Thomas Huxley and Competing Disciplinary Strategies in the 1860s. *Annals of Science* 70: 461–491.
- Servigne, P. & R. Stevens, 2020: How Everything Can Collapse. A Manual for Our Times. Cambridge, Medford: Polity Press.
- Shabecoff, P., 1988: Global Warming Has Begun, Expert Tells Senate. *New York Times*, 24.06.1988: 1.
- Shackley, S., 2001: Epistemic Lifestyles in Climate Change Modeling. S. 107–133 in: C.A. Miller & P.N. Edwards (Hrsg.), *Changing the Atmosphere. Expert Knowledge and Environmental Governance*. Cambridge, London: MIT Press.
- Shackley, S. & B. Wynne, 1994: Climatic Reductionism: The British Character and the Greenhouse Effect. *Weather* 49: 110–111.
- Shackley, S. & B. Wynne, 1995: Integrating Knowledges for Climate-Change – Pyramids, Nets and Uncertainties. *Global Environmental Change* 5: 113–126.
- Shalett, S., 2013 [1946]: Electronics to Aid Weather Figuring. S. 58–61 in: G. Kolata & P. Hoffman (Hrsg.), *The New York Times Book of Mathematics. More than 100 Years of Writing by the Numbers*. Toronto: Sterling.
- Shapin, S., 1984: Pump and Circumstance: Robert Boyle's Literary Technology. *Social Studies of Science* 14: 481–520.
- Shapin, S. & S. Schaffer, 1985: *Leviathan and the Air-Pump. Hobbes, Boyle, and the Experimental Life*. Princeton, Guilford: Princeton University Press.
- Shaw, C. & B. Nerlich, 2015: Metaphor as a Mechanism of Global Climate Change Governance: A Study of International Policies, 1992–2012. *Ecological Economics* 109: 34–40.
- Shaw, N., 1914: Daily Synoptic Charts of the Northern Hemisphere and Absolute Units. *Nature* 92: 715–716.
- Shaw, N., 1921: Dr. Julius Hann. *Nature* 108: 249–251.
- Shaw, N., 1932: The Meteorology of Yesterday, To-day and To-morrow. *Scientia* 26: 393–404.

- Shaw, N., 1933: The Drama of Weather. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sheynin, O.B., 1984: On the History of the Statistical Method in Meteorology. *Archive for History of Exact Sciences* 31: 53–95.
- Shove, E., 2010a: Sociology in a Changing Climate. *Sociological Research Online* 15.
- Shove, E., 2010b: Beyond the ABC: Climate Change Policy and Theories of Social Change. *Environment and Planning A: Economy and Space* 42: 1273–1285.
- Siegenthaler, U. & H. Oeschger, 1978: Predicting Future Atmospheric Carbon Dioxide Levels. *Science* 199: 388–395.
- Simmel, G., 1890: Über sociale Differenzierung. Berlin: Duncker & Humblot.
- Simony, F., 1870: Das meteorologische Element in der Landschaft. *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie* 5: 49–60.
- Singer, S.F., 1975a: Editor's Prologue. S. VII–VIII in: S.F. Singer (Hrsg.), The Changing Global Environment. Dordrecht, Boston: D. Reidel.
- Singer, S.F., 1975b: Introduction. S. 3–5 in: S.F. Singer (Hrsg.), The Changing Global Environment. Dordrecht, Boston: D. Reidel.
- Sismondo, S., 1999: Models, Simulations, and Their Objects. *Science in Context* 12: 247–260.
- Skyrdsrup, M., 2017: Envisioning the Future by Predicting the Past: Proxies, Praxis and Prognosis in Paleoclimatology. *Futures* 92: 70–79.
- Skydsgaard, M.A., 2010: It's Probably in the Air: Medical Meteorology in Denmark, 1810–1875. *Medical History* 54: 215–236.
- Smagorinsky, J., 1979: Foreword. S. V in: W.E. Gates (Hrsg.), Report of the JOC Study Conference on Climate Models, Performance, Intercomparison, and Sensitivity Studies (Washington, D.C., 3–7 April 1978). Volume I. World Meteorological Organization, International Council of Scientific Unions.
- SMIC, 1971: Inadvertent Climate Modification. Report of the Study of Man's Impact on Climate. Cambridge, London: MIT Press.
- Smith, D., 1986: Statement. S. 13–15 in: WMO (Hrsg.), Report of the International Conference on the Assessment of the Role of Carbon Dioxide and of other Greenhouse Gases in Climate Variations and Associated Impacts. Villach, Austria, 9–15 October 1985. Genf: World Meteorological Organization.
- Smith, S., 2015: Multiple Temporalities of Knowing in Academic Research. *Social Science Information* 54: 149–176.
- Sörlin, S., 2011: The Anxieties of a Science Diplomat: Field Coproduction of Climate Knowledge and the Rise and Fall of Hans Ahlmann's »Polar Warming«. S. 66–88 in: J.R. Fleming & V. Jankovic (Hrsg.), Special Issue: Klima. *Osiris* 26.
- Sörlin, S. & E. Isberg, 2021: Synchronizing Earthly Timescales: Ice, Pollen, and the Making of Proto-Anthropocene Knowledge in the North Atlantic Region. *Annals of the American Association of Geographers* 111: 717–728.

- Sorokin, P.A., 1928: Contemporary Sociological Theories. New York, London: Harper & Brothers.
- Sorokin, P.A. & R.K. Merton, 1937: Social Time: A Methodological and Functional Analysis. *American Journal of Sociology* 42: 615–629.
- Speich Chassé, D., 2021: Quantifizierung der Weltumwelt. Zur Geschichte einer Kommunikationsform. S. 253–275 in: B. Heintz & T. Wobbe (Hrsg.), Sonderheft: Soziale Praktiken des Beobachtens: Vergleichen, Bewerten, Kategorisieren und Quantifizieren. *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 73.
- Sprung, A., 1885: Lehrbuch der Meteorologie. Hamburg: Hoffmann und Campe.
- Stäheli, U., 2007: Spektakuläre Spekulation. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Stechemesser, A., A. Levermann & L. Wenz, 2022: Temperature Impacts on Hate Speech Online: Evidence From 4 Billion Geolocated Tweets From the USA. *The Lancet Planetary Health* 6: 714–725.
- Steffen, W., K. Richardson, J. Rockström, H.J. Schellnhuber, O.P. Dube, S. Dutreuil, T.M. Lenton & J. Lubchenco, 2020: The Emergence and Evolution of Earth System Science. *Nature Reviews Earth & Environment* 1: 54–63.
- Stehr, N., 1975: Zur Soziologie der Wissenschaftssoziologie. S. 9–18 in: N. Stehr & R. König (Hrsg.), Sonderheft: Wissenschaftssoziologie. Studien und Materialien. *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 18.
- Stehr, N., 1996: The Ubiquity of Nature: Climate and Culture. *Journal of the History of the Behavioral Sciences* 32: 151–159.
- Stehr, N. & A. Machin, 2019: Gesellschaft und Klima. Entwicklungen, Umbrüche, Herausforderungen. Weilerswist: Velbrück Wissenschaft.
- Stehr, N. & H. von Storch, 2000: Eduard Brückner's Ideas – Relevant in His Time and Today. S. 1–24 in: E. Brückner, The Sources and Consequences of Climate Change and Climate Variability in Historical Times. Edited by Nico Stehr & Hans von Storch. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Stehr, N., H. von Storch & M. Flügel, 1995: The 19th Century Discussion of Climate Variability and Climate Change: Analogies for the Present Debate? *World Resource Review* 7: 589–604.
- Steinmetz, G., 2023: The Colonial Origins of Modern Social Thought. French Sociology and the Overseas Empire. Princeton, Oxford: Princeton University Press.
- Steinmetz, S.R., 1912/1913: Die Stellung der Soziographie in der Reihe der Geisteswissenschaften. *Archiv für Rechts- und Wirtschaftsphilosophie* 6: 492–501.
- Stewart, B., 1869: Physical Meteorology I. – Its Present Position. *Nature* 1: 101–103.
- Stichweh, R., 1979: Differenzierung der Wissenschaft. *Zeitschrift für Soziologie* 8: 82–101.
- Stichweh, R., 1984: Zur Entstehung des modernen Systems wissenschaftlicher Disziplinen. Physik in Deutschland, 1740–1890. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

- Stichweh, R., 1987: Die Autopoiesis der Wissenschaft. S. 447–481 in: D. Baecker, J. Markowitz, R. Stichweh, H. Tyrell & H. Willke (Hrsg.), *Theorie als Passion. Niklas Luhmann zum 60. Geburtstag*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Stichweh, R., 1998: Systemtheorie und Geschichte. S. 68–79 in: F. Welz & U. Weisenbacher (Hrsg.), *Soziologische Theorie und Geschichte*. Opladen, Wiesbaden: Westdeutscher Verlag.
- Stichweh, R., 2000a: Konstruktivismus und die Theorie der Weltgesellschaft. S. 232–244 in: R. Stichweh, *Die Weltgesellschaft*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Stichweh, R., 2000b: Zur Genese der Weltgesellschaft: Innovationen und Mechanismen. S. 245–267 in: R. Stichweh, *Die Weltgesellschaft*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Stichweh, R., 2004: Der Wissenschaftler. S. 163–196 in: U. Frevert & H.-G. Haupt (Hrsg.), *Der Mensch des 20. Jahrhunderts*. Essen: Magnus-Verlag.
- Stichweh, R., 2006: Strukturbildung in der Weltgesellschaft – Die Eigenstrukturen der Weltgesellschaft und die Regionalkulturen der Welt. S. 239–257 in: T. Schwinn (Hrsg.), *Die Vielfalt und Einheit der Moderne. Kultur- und strukturvergleichende Analysen*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Stichweh, R., 2007: Einheit und Differenz im Wissenschaftssystem der Moderne. S. 213–228 in: J. Halfmann & J. Rohbeck (Hrsg.), *Zwei Kulturen der Wissenschaft*. Weilerswist: Velbrück Wissenschaft.
- Stichweh, R., 2008a: Das Konzept der Weltgesellschaft. Genese und Strukturbildung eines globalen Gesellschaftssystems. *Rechtstheorie* 39: 329–355.
- Stichweh, R., 2008b: Selbstbeschreibung der Weltgesellschaft. S. 21–51 in: J. Baberowski, H. Kaelble & J. Schriewer (Hrsg.), *Selbstbilder und Fremdbilder. Repräsentation sozialer Ordnungen im Wandel*. Frankfurt a. M., New York: Campus.
- Stichweh, R., 2008c: Soziologie der Weltereignisse. S. 17–40 in: S. Nacke, R. Unkelbach & T. Werron (Hrsg.), *Weltereignisse. Theoretische und empirische Perspektiven*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Stichweh, R., 2010: Fremde, Barbaren und Menschen. Vorüberlegungen zu einer Soziologie der ›Menschheit‹. S. 25–44 in: R. Stichweh, *Der Fremde. Studien zu Soziologie und Sozialgeschichte*. Berlin: Suhrkamp.
- Stichweh, R., 2014: Die Unhintergebarkeit von Interdisziplinarität: Strukturen des Wissenschaftssystems der Moderne. S. 5–14 in: B. Engler (Hrsg.), *Disziplin – Discipline*. Fribourg: Academic Press.
- Stichweh, R., 2021: Disziplinarität, Interdisziplinarität, Transdisziplinarität – Strukturwandel des Wissenschaftssystems (1750–2020). S. 433–448 in: T. Schmohl & T. Philipp (Hrsg.), *Handbuch Transdisziplinäre Didaktik*. Bielefeld: transcript.
- Strang, D. & J.W. Meyer, 1993: Institutional Conditions for Diffusion. *Theory and Society* 22: 487–511.
- Study Group on Carbon Dioxide and Climate, 1979: Carbon Dioxide and

- Climate: A Scientific Assessment. Washington: National Academy of Sciences.
- Summers, H.M., E. Sproul & J.C. Quinn, 2021: The Greenhouse Gas Emissions of Indoor Cannabis Production in the United States. *Nature Sustainability* 4: 644–650.
- Supan, A., 1881: Statistik der unteren Luftströmungen. Leipzig: Duncker und Humboldt.
- Swoboda, W.W., 1979: Disciplines and Interdisciplinarity. A Historical Perspective. S. 49–92 in: J.J. Kockelmans (Hrsg.), *Interdisciplinarity and Higher Education*. University Park, London: Pennsylvania State University Press.
- Symons, G.J., 1881: The History of English Meteorological Societies, 1823 to 1880, Being the Address Delivered at the Annual General Meeting, January 19th, 1881. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 7: 65–98.
- Tagesschau, 2023: Die »Klima-Nische« wird kleiner. Studie zu Erderwärmung. Tagesschau, 22.05.2023. <https://www.tagesschau.de/wissen/klima/klima-nische-erderwaermung-100.html> (25.07.2025).
- Takarabe, K., 2020: The Smithsonian Meteorological Project and Hokkaido, Japan. S. 1–23 in: F. Williamson & V. Jankovic (Hrsg.), *Special Issue: A Question of Scale: Making Meteorological Knowledge and Nation in Imperial Asia*. *History of Meteorology* 9.
- Tandon, A., 2023: Analysis: How the Diversity of IPCC Authors Has Changed over Three Decades. Carbon Brief, 15.03.2023. <https://www.carbonbrief.org/analysis-how-the-diversity-of-ipcc-authors-has-changed-over-three-decades/> (25.07.2025).
- Taylor, N.R., 1905: The Importance of a Well Written Synopsis of Weather Conditions. *Monthly Weather Review* 33: 475–476.
- Taylor, P.J. & F.H. Buttell, 1992: How Do We Know We Have Global Environmental Problems? Science and the Globalization of Environmental Discourse. *Geoforum* 23: 405–416.
- Tenbruck, F.H., 1981: Emile Durkheim oder die Geburt der Gesellschaft aus dem Geist der Soziologie. *Zeitschrift für Soziologie* 10: 333–350.
- Terra, S., 1978: CO₂ and Spaceship Earth. Scientists Disagree over Long-Range Effects of Increasing Concentrations of Carbon Dioxide in the Atmosphere. *EPRI Journal* 3: 22–27.
- Thompson, P.D., 1973: The Role of Computers in the Development of Numerical Weather Prediction. *Atmospheric Technology* 3: 13–16.
- Thompson, P.D., 1983: A History of Numerical Weather Prediction in the United States. *Bulletin of the American Meteorological Society* 64: 755–769.
- Thompson, P.D., 1987: The Maturing of the Science. *Bulletin of the American Meteorological Society* 68: 631–637.
- Thorbecke, F., 1927: Klima und Oberflächenformen: Die Stellung des Problems. S. 1–3 in: F. Thorbecke (Hrsg.), *Düsseldorfer geographische Vorträge und Erörterungen*. Dritter Teil: Morphologie der Klimazonen. Breslau: Ferdinand Hirt.

- Thorbecke, F., 1934: Deutsche Kolonien und deutsche Geographie. *Geographische Zeitschrift* 40: 181–190.
- Thornthwaite, C.W., 1948: An Approach toward a Rational Classification of Climate. *Geographical Review* 38: 55–94.
- Tienoven, T.P. van, 2019: A Multitude of Natural, Social and Individual Time. *Time & Society* 28: 971–994.
- Tolba, M.K., 1986: Statement. S. 9–12 in: WMO (Hrsg.), Report of the International Conference on the Assessment of the Role of Carbon Dioxide and of other Greenhouse Gases in Climate Variations and Associated Impacts. Villach, Austria, 9–15 October 1985. Genf: World Meteorological Organization.
- Topitsch, E., 1958: Vom Ursprung und Ende der Metaphysik. Eine Studie zur Weltanschauungskritik. Wien: Springer.
- Trabant, J., 1986: Der Totaleindruck. Stil der Texte und Charakter der Sprachen. S. 169–188 in: H.U. Gumbrecht & K.L. Pfeiffer (Hrsg.), Stil. Geschichten und Funktionen eines kulturwissenschaftlichen Diskurselements. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Trabert, W., 1905: Meteorologie und Klimatologie. Leipzig, Wien: Franz Deuticke.
- Tratschin, L., 2021: Katastrophenkommunikation, holistische Perspektiven und die Expansion von Expertise. Welt- und Gesellschaftsentwürfe im Spiegel zukünftiger Pandemien. S. 339–362 in: S. Büttner & T. Laux (Hrsg.), Sonderband: Umstrittene Expertise. Zur Wissensproblematik der Politik. *Leviathan* 49.
- Trewartha, G.T., 1961: The Earth's Problem Climates. Madison: The University Press of Wisconsin.
- Trumbo, C., 1996: Constructing Climate Change: Claims and Frames in US News Coverage of an Environmental Issue. *Public Understanding of Science* 5: 269–283.
- Turner, R., 2006: Teaching the Weather Cadet Generation: Aviation, Pedagogy, and Aspirations to a Universal Meteorology in America, 1920–1950. S. 141–173 in: J.R. Fleming, V. Jankovic & D.R. Coen (Hrsg.), Intimate Universality: Local and Global Themes in the History of Weather and Climate. Sagamore Beach: Science History Publications.
- Turnhout, E., 2024: A Better Knowledge Is Possible: Transforming Environmental Science for Justice and Pluralism. *Environmental Science & Policy* 155: 103729.
- U.S. Congress, 1953: An Act to Create a Committee to Study and Evaluate Public and Private Experiments in Weather Modification. 67 Stat., *Public Law* 256: 559–561.
- U.S. House of Representatives, 1956: Hearings before Subcommittees of the Committee on Appropriations: Second Supplemental Appropriation Bill, 1956. Eighty-Fourth Congress: Second Session. Washington: U.S. Government Printing Office.
- U.S. House of Representatives, 1957: Hearings before the Subcommittee of the Committee on Appropriations: Report on International Geophysical

- Year. Eighty-Fifth Congress. First Session. Washington: U.S. Government Printing Office.
- U.S. House of Representatives, 1978: Hearings before the Subcommittee on the Environment and the Atmosphere of the Committee on Science and Technology: Environmental Implications of the New Energy Plan. Washington: U.S. Government Printing Office.
- U.S. Senate, 1966a: Hearings before the Committee on Commerce: Road Work Rules Dispute. Eighty-Ninth Congress. Second Session on the Administration of Public Law 88-108. Part 2. March 22, 1966. Serial No. 89-56. Washington: U.S. Government Printing Office.
- U.S. Senate, 1966b: Weather Modification: Hearings before the Committee on Commerce. Eighty-Ninth Congress. First and Second Sessions. S. 23 and S. 2916: Bills Relating to Weather Modification. Part 1. Washington: U.S. Government Printing Office.
- U.S. Senate, 1978: Weather Modification: Programs, Problems, Policy, and Potential. Committee on Commerce, Science, and Transportation. Washington: U.S. Government Printing Office.
- U.S. Senate, 1988: Hearings before the Committee on Energy and Natural Resources: Greenhouse Effect and Global Climate Change. One Hundredth Congress. First Session: June 23, 1988, Part 2. Washington: U.S. Government Printing Office.
- UN General Assembly, 1988: Protection of Global Climate for Present and Future Generations of Mankind: Resolution / Adopted by the General Assembly. <https://www.refworld.org/docid/3booeff430.html> (25.07.2025).
- Unbehauen, S., 2021: »Ich finde, es wäre doch schad' um uns«. Prof. Dr. Hans Joachim Schellnhuber: Der weltbekannte Klimaforscher spricht im HT über die riesige Aufgabe, die vor uns liegt. Hohenloher Tagblatt, 31.12.2021: 14–15. https://modell-hohenlohe.de/wp-content/uploads/2022/01/Artikel_HT_HohenloherZeitung.pdf (25.07.2025).
- Ungar, S., 1992: The Rise and (Relative) Decline of Global Warming as a Social Problem. *The Sociological Quarterly* 33: 483–501.
- Uppenbrink, J., 1996: Arrhenius and Global Warming. *Science* 272: 1122.
- Vaughan, D., 2004: Theorizing Disaster. Analogy, Historical Ethnography, and the Challenger Accident. *Ethnography* 5: 315–347.
- Vaughan, D., 2014: Analogy, Cases, and Comparative Social Organization. S. 61–84 in: R. Swedberg (Hrsg.), *Theorizing in Social Science. The Context of Discovery*. Stanford: Stanford University Press.
- Vetter, J., 2011: Lay Observers, Telegraph Lines, and Kansas Weather: The Field Network as a Mode of Knowledge Production. *Science in Context* 24: 259–280.
- Victor, D.G., 2015: Climate Change: Embed the Social Sciences in Climate Policy. *Nature* 520: 27–29.
- Visher, S.S., 1924: Climatic Laws. A Summary of Climate. Ninety Generalizations with Numerous Corollaries as the Geographic Distribution of Temperature, Wind, Moisture, etc. New York, London: John Wiley & Sons, Chapman & Hall.

- Vogel, B., 2011: The Letter from Dublin: Climate Change, Colonialism, and the Royal Society in the Seventeenth Century. S. 111–128 in: J.R. Fleming & V. Jankovic (Hrsg.), Special Issue: Klima. *Osiris* 26.
- Voosen, P., 2022: Cleaner Air Is Adding to Global Warming. Satellites Capture Fall in Light-Blocking Pollution. *Science* 377: 353–354.
- Voosen, P., 2024: The Anthropocene Is Dead. Long Live the Anthropocene. *Science*, 05.03.2024. <https://www.science.org/content/article/anthropocene-dead-long-live-anthropocene> (02.05.2025).
- Vostal, F., L. Benda & T. Virtová, 2019: Against Reductionism: On the Complexity of Scientific Temporality. *Time & Society* 28: 783–803.
- Walker, J.M., 2012: History of the Meteorological Office. Cambridge, New York, Melbourne, Madrid, Cape Town, Singapore, São Paulo, Delhi, Tokyo, Mexico City: Cambridge University Press.
- Walsh, M.P., 1989: Controlling Motor Vehicle Emissions. An Assessment of the Implications for Climate Modification. *Platinum Metals Review* 33: 194–212.
- Walter, E.J., 1952: Technische Bedingungen in der historischen Entwicklung der Meteorologie. *Gesnerus* 9: 55–66.
- Wang, S., T. Chen, J.-J. Luo, M. Gao, H. Zuo, F. Ling, J. Hu, C. Yuan, Y. Yang, L. Wang, H. Huang, N. Wang, Y. Li & T. Yamagata, 2024: Warming Climate Is Helping Human Beings Run Faster, Jump Higher and Throw Farther through Less Dense Air. *npj Climate and Atmospheric Science* 7: 94.
- Ward, R.D., 1894: The Newspaper Weather Maps of the United States. *The American Meteorological Journal* 11: 96–107.
- Ward, R.D., 1898: Climatic Contrasts along the Oroya Railway. *Science* 7: 133–136.
- Ward, R.D., 1899: Practical Exercises in Elementary Meteorology. Boston: Ginn & Co., Athenæum Press.
- Ward, R.D., 1903: [Rezension zu:] Handbook of Climatology, by Julius Hann. *Bulletin of the American Geographical Society* 35: 311–313.
- Ward, R.D., 1908: Climate. Considered Especially in Relation to Man. New York, London: G.P. Putnam's Sons, John Murray.
- Ward, R.D., 1911: The Economic Climatology of the Coffee District of Sao Paulo, Brazil. *Bulletin of the American Geographical Society* 43: 428–445.
- Ward, R.D., 1912: The Value of Non-Instrumental Weather Observations. *The Popular Science Monthly* 80: 129–137.
- Ward, R.D., 1925: The Importance of Field-Work in the Study of Climates. *Proceedings of the American Philosophical Society* 64: 64–77.
- Ward, R.D., 1928: A Proposed Guide-Book to the World's Weather and Climates. *Proceedings of the American Philosophical Society* 67: 67–94.
- Ward, R.D., 1929: A Climatologist's Round-the-World Voyage. *Monthly Weather Review* 57: 277–291.
- Warrick, R.A. & W.E. Riebsame, 1983: Societal Response to CO₂-Induced Climate Change: Opportunities for Research. S. 20–60 in: R.S. Chen, E. Boulding & S.H. Schneider (Hrsg.), Social Science Research and Climate Change. An Interdisciplinary Appraisal. Dordrecht, Boston, Lancaster: D. Reidel.

- Weart, S.R., 1997: Global Warming, Cold War, and the Evolution of Research Plans. *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 27: 319–356.
- Weart, S.R., 2003: The Discovery of Rapid Climate Change. *Physics Today* 56: 30–36.
- Weart, S.R., 2007: Money for Keeling: Monitoring CO₂ Levels. *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 37: 435–452.
- Weart, S.R., 2008: The Discovery of Global Warming. Revised and Expanded Edition. Cambridge, London: Harvard University Press.
- Weart, S.R., 2010: The Development of General Circulation Models of Climate. S. 208–217 in: M. Heymann & H. Kragh (Hrsg.), Special Issue: Modelling and Simulation in the Atmospheric and Climate Sciences. *Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 41.
- Weart, S.R., 2013: Rise of Interdisciplinary Research on Climate. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 110: 3657–3664.
- Weather Bureau, 1965: Weather and Climate Modification. U.S. Department of Commerce.
- Weber, M., 1904: Die »Objektivität« sozialwissenschaftlicher und sozialpolitischer Erkenntnis. *Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik* 19: 22–87.
- Weber, M., 1911: Debatte zu dem Vortrag von Alfred Plötz »Die Begriffe Rasse und Gesellschaft und einige damit zusammenhängende Probleme«. S. 137–165 in: Verhandlungen des Ersten Deutschen Soziologentages vom 19.–22. Oktober 1910 in Frankfurt a. M. Reden und Vorträge. Tübingen: J.C.B. Mohr (Paul Siebeck).
- Weingart, P., 1974: On a Sociological Theory of Scientific Change. S. 45–68 in: R. Whitley (Hrsg.), Social Processes of Scientific Development. London, Boston: Routledge & Kegan Paul.
- Weingart, P., 1983: Verwissenschaftlichung der Gesellschaft – Politisierung der Wissenschaft. *Zeitschrift für Soziologie* 12: 225–241.
- Weingart, P., 2000: Interdisciplinarity: The Paradoxical Discourse. S. 25–41 in: P. Weingart & N. Stehr (Hrsg.), Practising Interdisciplinarity. Toronto, Buffalo, London: University of Toronto Press.
- Weingart, P., 2001: Die Stunde der Wahrheit? Zum Verhältnis der Wissenschaft zu Politik, Wirtschaft und Medien in der Wissensgesellschaft. Weilerswist: Velbrück Wissenschaft.
- Weingart, P., 2003: Wissenschaftssoziologie. Bielefeld: transcript.
- Weingart, P., A. Engels & P. Pansegrau, 2000: Risks of Communication: Discourses on Climate Change in Science, Politics, and the Mass Media. *Public Understanding of Science* 9: 261–283.
- Weingart, P., A. Engels & P. Pansegrau, 2008: Von der Hypothese zur Katastrophe. Der anthropogene Klimawandel im Diskurs zwischen Wissenschaft, Politik und Massenmedien. 2., leicht veränderte Auflage. Opladen, Farmington Hills: Barbara Budrich.

- Weischet, W., 1956: Die räumliche Differenzierung klimatologischer Betrachtungsweisen. Ein Vorschlag zur Gliederung der Klimatologie und zu ihrer Nomenklatur. *Erdkunde* 10: 109–122.
- Weiß, A., 2017: Soziologie globaler Ungleichheiten. Berlin: Suhrkamp.
- Wen, J. & M. Burke, 2022: Lower Test Scores from Wildfire Smoke Exposure. *Nature Sustainability* 5: 947–955.
- Wenzlhuemer, R., 2007a: The Dematerialization of Telecommunication: Communication Centres and Peripheries in Europe and the World, 1850–1920. *Journal of Global History* 2: 345–372.
- Wenzlhuemer, R., 2007b: The Development of Telegraphy, 1870–1900: A European Perspective on a World History Challenge. *History Compass* 5: 1720–1742.
- Wenzlhuemer, R., 2011: »I had Occasion to Telegraph to Calcutta«: Die Telegrafie und ihre Rolle in der Globalisierung im 19. Jahrhundert. *The-menportal Europäische Geschichte*: 1–9.
- Werber, N., 2011: Ameisen und Aliens. Zur Wissensgeschichte von Soziologie und Entomologie. *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte* 34: 242–262.
- Werber, N., 2014: Anthropozän. Eine Megamakroepoche und die Selbstbeschreibung der Gesellschaft. *Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung* 5: 241–246.
- Werron, T., 2012: Worum konkurrieren Nationalstaaten? Zu Begriff und Geschichte der Konkurrenz um »weiche« globale Güter. *Zeitschrift für Soziologie* 41: 338–355.
- Werron, T., 2014: Gleichzeitigkeit unter Abwesenden. Zu Globalisierungseffekten elektrischen Telekommunikationstechnologien. S. 251–270 in: B. Heintz & H. Tyrell (Hrsg.), Sonderheft: Interaktion – Organisation – Gesellschaft revisited. Anwendungen, Erweiterungen, Alternativen. *Zeitschrift für Soziologie*.
- Werron, T., 2018: Der globale Nationalismus. Berlin: Nicolai Publishing & Intelligence.
- Werron, T. & L. Ringel, 2020: Pandemic Practices, Part One. How to Turn »Living Through the COVID-19 Pandemic« into a Heuristic Tool for Sociological Theorizing. *Sociologica* 14: 55–72.
- West, J.B., 2016: Early History of High-Altitude Physiology. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1365: 33–42.
- Wexler, H., 1957: Meteorology in the International Geophysical Year. *The Scientific Monthly* 83: 141–145.
- White, R.M., 1979: Climate at the Millennium. S. 1–11 in: WMO (Hrsg.), Proceedings of the World Climate Conference. A Conference of Experts on Climate and Mankind. Geneva, 12–23 February 1979. Genf: World Meteorological Organization.
- White, S., 2015: Unpuzzling American Climate: New World Experience and the Foundations of a New Science. *Isis* 106: 544–566.
- Whitney, M., 1898: Climatology as Distinguished from Meteorology. *Science* 7: 113–115.

- Wigley, T.M.L., 1983: The Pre-Industrial Carbon Dioxide Level. *Climatic Change* 5: 315–320.
- Wigley, T.M.L., P.D. Jones & P.M. Kelly, 1980: Scenario for a Warm, High- CO_2 World. *Nature* 283: 17–21.
- Wilbers, S., L. Ringel & T. Werron, 2021: Homöopathen, »Quacksalber« und wissenschaftliche Mediziner. Zu den Anfängen der Hochschulrankings in der medizinischen Ausbildung der USA, 1850–1930. S. 393–424 in: F. Meier & T. Peetz (Hrsg.), Organisation und Bewertung. Wiesbaden: Springer VS.
- Wille, R.-J., 2017: Colonizing the Free Atmosphere: Wladimir Köppen's ›Aerology‹, the German Maritime Observatory, and the Emergence of a Trans-Imperial Network of Weather Balloons and Kites, 1873–1906. *History of Meteorology* 8: 95–123.
- Williams, J. (Hrsg.), 1978: Carbon Dioxide, Climate and Society. Proceedings of a IIASA Workshop Cosponsored by WMO, UNEP, and SCOPE, February 21–24, 1978. Oxford, New York, Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt: Pergamon Press.
- Williams, R.J., 2016: World Futures. *Critical Inquiry* 42: 473–546.
- Williamson, F., 2021: Just Doing Their Job: The Hidden Meteorologists of Colonial Hong Kong c. 1883–1914. *The British Journal for the History of Science* 54: 341–359.
- Williamson, F. & C. Wilkinson, 2017: Asian Extremes: Experience, Exchange and Meteorological Knowledge in Hong Kong and Singapore c.1840–1939. *History of Meteorology* 8: 159–178.
- Wilson, E.O., 1977: Biology and the Social Sciences. *Daedalus* 4: 127–140.
- Windelband, W., 1894: Geschichte und Naturwissenschaft. Rede zum Antritt des Rectorats der Kaiser-Wilhelms-Universität Strassburg. Strassburg: Heitz & Mündel.
- Winkelmann, R., J.F. Donges, E.K. Smith, M. Milkoreit, C. Eder, J. Heitzig, A. Katsanidou, M. Wiedermann, N. Wunderling & T.M. Lenton, 2022: Social Tipping Processes towards Climate Action: A Conceptual Framework. *Ecological Economics* 192: 107242.
- WMO, 1973: One Hundred Years of International Co-Operation in Meteorology (1873–1973): A Historical Review. Genf: World Meteorological Organization.
- WMO (Hrsg.), 1979: Proceedings of the World Climate Conference. A Conference of Experts on Climate and Mankind. Geneva, 12–23 February 1979. Genf: World Meteorological Organization.
- WMO, 1986a: Conference Statement. S. 1–4 in: WMO (Hrsg.), Report of the International Conference on the Assessment of the Role of Carbon Dioxide and of other Greenhouse Gases in Climate Variations and Associated Impacts. Villach, Austria, 9–15 October 1985. Genf: World Meteorological Organization.
- WMO, 1986b: Executive Summary. Prepared by the International Meteorological Institute. S. 18–23 in: WMO (Hrsg.), Report of the International Conference on the Assessment of the Role of Carbon Dioxide and of

- other Greenhouse Gases in Climate Variations and Associated Impacts. Villach, Austria, 9–15 October 1985. Genf: World Meteorological Organization.
- WMO (Hrsg.), 1988: The Changing Atmosphere: Implications for Global Security. Conference Proceedings: Toronto, Canada, 27–30 June 1988. Genf: World Meteorological Organization.
- Woolard, E.W., 1923: The Development of Meteorology as Illustrative of the Role of Mathematics in the Progress of Science. *Monthly Weather Review* 51: 645–649.
- World Weather Attribution, 2021: Heavy Rainfall which Led to Severe Flooding in Western Europe Made more Likely by Climate Change. World Weather Attribution, 23.08.2021. <https://www.worldweatherattribution.org/heavy-rainfall-which-led-to-severe-flooding-in-western-europe-made-more-likely-by-climate-change/> (25.07.2025).
- Wormbs, N., R. Döscher, A.E. Nilsson & S. Sörlin, 2017: Bellwether, Exceptionalism, and other Tropes. Political Coproduction of Arctic Climate Modeling. S. 159–177 in: M. Heymann, G. Gramelsberger & M. Mahony (Hrsg.), Cultures of Prediction in Atmospheric and Climate Science. Epistemic and Cultural Shifts in Computer-Based Modelling and Simulation. Abingdon, New York: Routledge.
- Wynes, S. & K.A. Nicholas, 2017: The Climate Mitigation Gap: Education and Government Recommendations Miss the most Effective Individual Actions. *Environmental Research Letters* 12: 074024.
- Xu, C., T.A. Kohler, T.M. Lenton, J.-C. Svenning & M. Scheffer, 2020: Future of the Human Climate Niche. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 117: 11350–11355.
- Yearley, S., 1992: Green Ambivalence about Science: Legal-Rational Authority and the Scientific Legitimation of a Social Movement. *The British Journal of Sociology* 43: 511–532.
- Yearley, S., 1996: Sociology, Environmentalism, Globalization. Reinventing the Globe. London, Thousand Oaks, New Delhi: SAGE.
- Yearley, S., 2005: Making Sense of Science. Understanding the Social Study of Science. London, Thousand Oaks, New Delhi: SAGE.
- Yearley, S., 2009: Sociology and Climate Change after Kyoto: What Roles for Social Science in Understanding Climate Change? *Current Sociology* 57: 389–405.
- Young, O.R. & P.C. Stern, 1992: Commentary: Human Dimensions of Global Change. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development* 34: 2–3.
- Zach-Herrmann, 2017: Erklärungen zum Jahrbuch der ZAMG. Klima-Beobachtung in Österreich. Wien: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.
- Zerubavel, E., 1981: Hidden Rhythms. Schedules and Calendars in Social Life. Berkeley, Los Angeles, London: University of California Press.
- Zerubavel, E., 1982: The Standardization of Time: A Sociohistorical Perspective. *American Journal of Sociology* 88: 1–23.

LITERATUR

- Zerubavel, E., 1993: In the Beginning: Notes on the Social Construction of Historical Discontinuity. *Sociological Inquiry* 63: 457–459.
- Zerubavel, E., 1996: Lumping and Splitting: Notes on Social Classification. *Sociological Forum* 11: 421–433.

Klima

bei Velbrück Wissenschaft

Amanda Machin und Nico Stehr
Gesellschaft und Klima
Entwicklungen, Umbrüche, Herausforderungen
188 Seiten · ISBN 978-3-95832-167-0 · EUR 29,90

Amanda Machin und Nico Stehr verdeutlichen die hochgradige Komplexität des Verhältnisses von Gesellschaft, Wissenschaft und Klima. Die Tatsache des Klimawandels erfordert eine multidisziplinäre Herangehensweise, die die Vernetzung der drei Systeme erfasst. Es gilt zu erkennen, dass einerseits das Klima soziale, politische und wirtschaftliche Interaktionen prägt, es andererseits jedoch selbst von sozialen Strukturen, technologischen Praktiken und Energiekulturen beeinflusst wird. Dies ist von besonderer Relevanz in einer Zeit, in der die Klimawissenschaften unter Druck stehen, und zwar sowohl von der breiten Öffentlichkeit als auch von den politischen Entscheidungsträgern. Nicht zuletzt deswegen warnen die Autor:innen, ausgehend von den Erkenntnissen verschiedener Disziplinen und anhand von zahlreichen Beispielen, vor einfachen Annahmen und Antworten.

Martin W. Schnell (Hg.)
Vulnerabilität der Natur
Mensch – Tier – Erde
308 Seiten · ISBN 978-3-95832-403-9 · EUR 29,90

Der menschliche Kulturprozess ist im Zeitalter von Technologie und Digitalisierung an eine Grenze gestoßen. Immer deutlicher wird, dass er die Natur irreversibel zerstört. Die für Mensch und Tier bedrohlichen Folgen sind längst unübersehbar. Dieser Situation im Denken gerecht zu werden, erfordert einen Paradigmenwechsel im Verständnis des Daseins in der Welt. Vor diesem Hintergrund befassen sich die Beiträge des Bandes mit der Vulnerabilität der Natur – von Mensch, Tier und Erde. Sie zeigen zudem, wie der zerstörerische Umgang der Gesellschaft mit ihren natürlichen Grundlagen auch Geist, Freiheit und Demokratie bedroht. Angesichts dessen plädiert das Buch für eine vertiefte sozialphilosophische Reflexion des Verhältnisses von Mensch, Natur und Kultur.

Anita Engels
Die geteilte Umwelt
Ungleichheit, Konflikt und ökologische Selbstgefährdung in der Weltgesellschaft
260 Seiten · ISBN 978-3-934730-70-0 · EUR 35,-

»Eine Welt, die Platz für die Öffentlichkeit haben soll, kann nicht nur für eine Generation errichtet oder nur für die Lebenden geplant sein, sie muss die Lebensspanne sterblicher Menschen übersteigen«, schreibt Hannah Arendt in ihrem Werk *Vita activa* bereits vor über 60 Jahren. Genau diese Einsicht fordern heute junge Menschen von den politisch Verantwortlichen ein – z.B. bei den Fridays for Future-Demonstrationen. Sie kritisieren, dass bislang zu wenig gegen den menschengemachten Klimawandel unternommen wurde, obwohl die Wissenschaft eindeutige Fakten liefert. So verweist der Sonderbericht des Weltklimarates (IPCC) unmissverständlich darauf, dass eine globale Erwärmung von mehr als 1,5 Grad zur existentiellen Bedrohung der Lebensbedingungen zukünftiger Generationen führt. Die Botschaft der Wissenschaft lautet, dass jedes halbe Grad zählt bei der Vermeidung weiterer Temperaturerhöhung.

www.velbrueck-wissenschaft.de

Theorie der Gesellschaft
bei Velbrück Wissenschaft

Johanna K. Fröhlich

Die leidende Gemeinschaft des Volkes

Ethnographische Beobachtungen in der neuen rechten Bewegung

452 Seiten · ISBN 978-3-95832-413-8 · EUR 49,90

Jens Eisfeld (Hg.)

Werte und Werturteile in den Sozialwissenschaften

2. KOLLOQUIA Triesen 2023

200 Seiten · ISBN 978-3-95832-412-1 · EUR 39,90

Anne-Marlen Engler

Rechts(t)räume

Territoriale Souveränität, Flüchtlingslager und Transformationen
des Rechts im Deutschen Rechtsstaat

468 Seiten · ISBN 978-3-95832-399-5 · EUR 34,90

Johann August Schüle

Schwierige Dioskuren

Die Koevolution Sozialer und Psychischer Realität

324 Seiten · ISBN 978-3-95832-405-3 · EUR 39,90

Gesa Lindemann

Demokratie – Wirtschaft – Gewalt

Für eine realistische Gesellschaftskritik

148 Seiten · ISBN 978-3-95832-397-1 · EUR 20,–

www.velbrueck-wissenschaft.de

