

# 1 Der Sinn des Klimas: Planetare Semiotik

---

Tatsächlich spricht die Erde mit uns in Begriffen von Kräften, Verbindungen und Interaktionen, und das genügt, um einen Vertrag zu schließen.

*Michel Serres, Der Naturvertrag*

Unsere Worte passen nicht mehr zu Prophezeiungen. Diese Macht bleibt anderen Spezies überlassen: den Eichen beispielsweise, den Gezeiten, die durch ihre Unruhe ein Nachleuchten mit sich bringen, für dessen Verstehen wir nicht gerüstet sind.

*Etel Adnan, Die Stille verschieben*

## 1.1 Im Gewirr planetarer Zeichen

Wir leben auf einem Planeten voller Bedeutungen und Zeichen. Ganz in diesem Sinn erzählt Umberto Eco in seiner Einführung in die Theorie der Zeichen eine kleine Geschichte. Sie handelt von Signor Sigma, der sich in Paris mit einer Verstimmung in seinem ›Bauch‹ wiederfindet. In der Folge erlebt Signor Sigma eine Art semiotische Odyssee, bei der er die Gewässer unterschiedlichster Zeichensysteme befährt. Von der Interpretation körperlicher Empfindungen, über das Telefonbuch, in dem er eine Arztpraxis ausfindig macht, die Benutzung des Telefons, die Lokalisierung der Arztpraxis im Adresssystem von Paris, die Nutzung der Metro mit ihren unterschiedlichen Linien und das dafür notwendige Lesen und Verstehen der Fahrpläne, dem Gespräch mit dem Arzt, für das Signor Sigma seine Körperempfindungen und die italienischen Worte, mit denen er sie unwillkürlich belegt hat, in die französische Sprache übersetzen muss, damit der Arzt wiederum die Symptome entsprechend seiner Ausbildung im medizinischen Zeichensystem der Diagnostik verortet und eine dazugehörige Behandlung anordnet. Es ist eine ungemeine Vielzahl miteinander gekoppelter »Zeichensysteme«, zwischen denen Signor Sigma in sei-

nen Interpretationshandlungen, fast ohne es zu merken, hin und her wechselt.<sup>1</sup> Sie alle sind Teil seines alltäglichen Repertoires des Verstehens.

Wir alle beherrschen eine Vielzahl solcher Zeichensysteme. Manche davon wie die Empfindungen unseres Körpers, Alltagssprache, Körpersprache, Verkehrszeichen u.v.a. sind – obwohl auch sie auf unterschiedlichen Niveaus beherrscht und die Kunst ihrer Interpretation verfeinert und vertieft werden kann – innerhalb einer Gesellschaft tendenziell allgemein bekannt. Andere Zeichensysteme wiederum werden in der Regel nur von Personen einer bestimmten Berufsgruppe sicher beherrscht (mechanische, pädagogische, medizinische, juristische, geographische, musikalische, literarische etc.) oder von Angehörigen bestimmter Kreise oder Subkulturen und sind Nicht-Benutzer\*innen nur rudimentär und in Auszügen zugänglich.

Stellen wir uns nun vor, Signor Sigma würde in Zeiten der Klimakrise leben. Dann würde er als gebildeter Menschen in seinem Alltag wahrscheinlich eine Vielzahl relativ neuer und komplexer Zeichensysteme berücksichtigen, die für die Öffentlichkeit, den politischen und moralischen Diskurs, aber auch die Interpretation von Handlungen und Gegenständen unseres Alltags eine zunehmend wichtige Rolle spielen – und das obwohl die Herkunft dieser Zeichensysteme in den komplexen spezialwissenschaftlichen Infrastrukturen der Erdsystemwissenschaften, der Klimatologie, der Geologie und vieler verbundener Naturwissenschaften liegt. Gemeint sind die planetaren Zeichensysteme, die die semiotische Grundlage bilden, wenn wir über Klimapolitik diskutieren, über ökologische Fußabdrücke von Produkten und Lebensstilen und die Frage, wie unsere menschlichen Zivilisationen dauerhaft auf der Erde überleben können.

Ausgehend von der Annahme, dass wir einen von Zeichen bevölkerten Planeten bewohnen, verstehe ich unter *planetarer Semiotik*, die Erde in ihren semiotischen Qualitäten zu untersuchen und die Rolle von Bedeutung für das (menschliche) Leben auf diesem Planeten zu betrachten. Mit *planetar* bezeichne ich dabei alles, was auf ein Verständnis der Erde als komplexes Gefüge (oder System) abzielt, das physikalische, chemische, geologische, biologische, politische, soziale, ökonomische, historische ebenso wie kulturelle Existenzmodi umfasst und einzelne Phänomene in den Kontext dieses Gefüges einordnet. Aus diesem weiten Feld werde ich nur einzelne Aspekte behandeln.

Zunächst interessiert mich: Was heißt es, wenn wir unsere (alltägliche) Welt im Bezugsrahmen des Planeten Erde interpretieren? Worin besteht die Kunst des planetaren Verstehens? Bevor ich die für unsere Gegenwart so entscheidenden planetaren Zeichensysteme umreiße, möchte ich einen kleinen

Umweg einschlagen und den Blick für deren Einbettung weiten: Stellen Sie sich einen Menschen vor, der in die Sterne schaut. Die Sterne und ihre leuchtende, für unsere Körper unerreichbare Erscheinung sind in gewisser Weise der unmittelbarste Hinweis darauf, dass der Ort, an dem wir uns befinden, endlich und in einen viel größeren Zusammenhang eingebettet ist. In Form von Gefühlen wie Staunen oder dem Empfinden von Erhabenheit scheinen unsere Körper in der Lage, diese ›Botschaft‹ der Sterne zu empfangen. Trotzdem ist es von diesem rudimentären Verständnis noch ein weiter Weg bis zur Interpretation der Sterne als Zeichen dafür, dass wir auf einem Planeten leben.

Selbst die Nutzung der Sterne zur Bestimmung des eigenen Standorts und des einzuschlagenden Kurses z.B. auf See oder in der Wüste könnte theoretisch damit auskommen, diese in einem navigatorischen System zu verorten, das Wissen über die zu unterschiedlichen Tages- und Jahreszeiten beobachtbaren Sternenhimmel mit entsprechender Ortskenntnis verbindet. Dann würde zwar die Tatsache, dass die Erde ein Planet ist, mit einer bestimmten, annähernd regelmäßigen Bewegung im Universum, praktisch genutzt, könnte dabei aber als Tatsache unsichtbar bleiben. Erst wenn ein Mensch in die Sterne schaut und diese im Rahmen eines kosmologischen Denkgebäudes, einer Theorie über die Erde als Planeten in einem Universum mit anderen Planeten und Sternen interpretiert, werden die Sterne zu Zeichen dafür, dass wir auf einem endlichen Planeten existieren. Das heißt, die Entwicklung eines entsprechenden Denkgebäudes, in dessen Zusammenhang die Sterne interpretiert werden können, ist die Voraussetzung dafür, dass sie zu Zeichen für die planetar-kosmologische Dimension unserer Existenz werden können. Das kosmologische Denkgebäude stellt so Regeln der planetaren Auslegung von Beobachtungen bereit. Aus dieser Sicht interpretieren wir immer dann planetar, wenn wir etwas (einen Gegenstand, ein Ereignis, eine Handlung, einen Prozess, ein literarisches Werk) als in einem planetaren Rahmen für etwas anderes stehend bzw. auf etwas anderes verweisend begreifen, z.B. wenn wir bei Nacht in den Sternenhimmel aufschauen und diesen als Zeichen für die Tatsache verstehen, dass wir uns auf der Erde in einem kleinen, abgelegenen Winkel des Universums befinden.

Die Zeichensysteme, um die es mir in diesem Kapitel geht, sind zwar mit dieser planetar-kosmologischen Betrachtungsweise verbunden, unterscheiden sich von ihr aber grundlegend. Die oben beschriebenen Interpretationshandlungen beziehen sich auf ein Wissen über die Relation der Erde zu anderen Himmelskörpern. Die Verstehensakte, um die es mir im Folgenden

geht, gründen in einem Wissen über die komplexen Relationen von Entitäten und Prozessen auf der Erde.<sup>2</sup>

Das lässt sich leicht veranschaulichen. Den ersten Entwurf für diesen Abschnitt habe ich von Hand in einem Notizbuch skizziert. Das Papier, auf dem ich geschrieben habe, ebenso wie das Papier, auf dem die gedruckten Worte zu einem späteren Zeitpunkt zu lesen sind, lässt sich auf sehr unterschiedliche Weise auslegen – wenn wir das Papier selbst denn wahrnehmen und nicht einfach als Untergrund des Schreibens oder Hintergrund der Worte unter der Schwelle unseres Bewusstseins ruhen lassen. Das weiße, leere Blatt hätte ich z. B. im Sinne der von fast allen Schreibenden zu irgendeinem Zeitpunkt geteilten Erfahrung der Angst vor dem weißen Blatt, dem *horror vacui*, deuten können, als Symbol für die Schwierigkeiten des Verfassens von Texten und die Idee einer damit verbundenen schöpferischen Anstrengung. Für Personen, die sich für die Buchfassung anstelle einer digitalen Kopie entschieden haben, ist das Papier womöglich nicht nur ein pragmatischer Schriftträger, sondern auch eine Verkörperung von Buchkultur, ein in seiner haptischen und visuellen Qualität emotional aufgeladenes Zeichen, und steht für eine ganz bestimmte Praxis des Lesens und für Lebensformen, die um die Liebe zu Büchern aufgebaut sind. In beiden Fällen wird das Papier als Symbol im Horizont von Erfahrungen des Schreibens und Lesens und tradierten Reflexionen auf diese Erfahrungen interpretiert und evtl. auch im Rahmen der Diskurse um Digitalisierung, der Entwicklung neuer Leitmedien und veränderter Aufmerksamkeitsökonomien, wobei das gedruckte Buch sowohl zum Symbol von Antiquiertheit als auch einer gewissen Widerständigkeit gegen die Digitalisierung unserer Kultur werden kann. Wenn ich das Papier stattdessen planetar interpretiere, lege ich einen anderen Bezugsrahmen zugrunde und wende andere Regeln der Auslegung an.

Denn ich kann das Papier auch als einen Hinweis auf die für seine Produktion notwendige Abholzung von Bäumen in Wäldern und Forsten sowie den im gesamten Produktionsprozess anfallenden Energieverbrauch deuten.<sup>3</sup> Diese vorgestellten Produktionsprozesse kann ich wiederum als Zeichen für freigesetzte Treibhausgase und Habitatsverlust deuten und diese wiederum, über die Vermittlung und die Skalensprünge kumulativer Effekte, als Verweise auf die mit naturwissenschaftlichen Methoden und in ihrer Sprache formulierten Befunde der menschengemachten Klimakrise und des ebenfalls von Menschen zu verantwortenden sechsten Massenaussterbens – um nur die ohne tiefergehende Recherche möglichen Deutungen zu nennen. Ich folge also jeweils einer

ganzen Spur von Zeichen, die, im Licht planetarer Zusammenhänge betrachtet, jeweils wieder auf andere Zeichen verweisen.

Bei diesen planetaren Interpretationshandlungen ist die Verweisstruktur in unserem Alltag in der Regel statistischer Natur. Ich weiß nicht genau, wo und wie das Holz für die Herstellung des konkreten, von mir benutzten Papiers gewonnen wurde, auch nicht wie sein Produktionsprozess im weiteren Verlauf genau aussah.<sup>4</sup> Also deute ich es als einen Hinweis auf ›gefällte Wälder‹, ›Treibhausgasemissionen‹ und ›Habitatsverlust‹ im Allgemeinen.

Auch der Laptop, auf dem ich diesen Abschnitt jetzt erneut schreibe, umstelle und überarbeite – und der, wenn ich mit ihm in einer Hängematte am Stadtrand liege oder im Zug schreibe, auch als Symbol eines digitalen Nomadismus, neuer Arbeitskulturen bei Geistes- und sog. Kreativarbeiter\*innen stehen kann – ebenso wie das elektronische Gerät, auf dem sie diesen Text auch lesen könnten, lassen sich ohne weiteres planetar interpretieren. Denn für deren Herstellung sind eine Vielzahl von Materialien notwendig, z.B. sogenannte ›seltene Erden‹, deren Förderung massive Eingriffe in die Gesteinsschichten der Erde notwendig macht und die aufs engste verknüpft ist, mit historisch gewachsenen Systemen der Objektivierung, Degradierung und Ausbeutung von Menschen und Ökosystemen.<sup>5</sup> Außerdem ist der Betrieb des Gerätes selbst, ebenso wie sein Anschluss an das Internet, mit einem konstanten Verbrauch von Energie verbunden.

Die Liste von Gegenständen unseres Alltags, die sich auf der Grundlage rudimentärer Kenntnisse zur gegenwärtigen Verwicklung von menschlichen Tätigkeiten und Erdsystem als Zeichen dieser planetaren Zusammenhänge deuten lassen, ließe sich fast beliebig fortführen: Kosmetikprodukte oder Plastikflaschen als Zeichen für Mikroplastik und die tiefgreifende Kontamination planetarer Stoffkreisläufe durch von Menschen erfundene und produzierte Materialien; eine Box Chicken Wings als Zeichen für die industrielle Massentierhaltung, in der ein Großteil der tierischen Biomasse auf der Erde existiert, und die ein Treiber von Klima- und Biodiversitätskrise ist; ein Auto als Zeichen für den Individualverkehr, seinen Anteil an Treibhausgasemissionen, individualistische Konsumkultur und petrofossile Industrien.

All diejenigen von uns, die innerhalb der Systeme eines globalen, hochtechnologisierten Kapitalismus leben, sind allgegenwärtig mit Produkten und Strukturen umgeben und vor Handlungsentscheidungen gestellt, die vermittelt über die Akkumulation der Effekte kollektiver Lebensweisen signifikant auf den Planeten Erde einwirken. Die multiplen ökologischen Krisen der Gegenwart sind, ob sichtbar oder unsichtbar, Teil unseres täglichen Lebens.<sup>6</sup> Aus

dieser Sicht werden die Dinge unseres Alltags auf unheimliche Weise lebendig, sie beginnen weltumspannende Geschichten zu erzählen, die tief in Vergangenheit und Zukunft reichen, legen Zeugnis von Ausbeutung und Unterdrückung ab, beschwören apokalyptische Szenarien fragen nach utopischen Visionen, formulieren moralische Imperative und umgeben uns mit einer Kakophonie weitgereister Stimmen. Aber woher kommen diese Stimmen und wie entsteht dieses Gewirr von Zeichen?

So wie es für die Interpretation von Sternen als Zeichen für unsere planetare Existenz planetar-kosmologische Zeichensysteme braucht, braucht es für die planetare Interpretation unseres Alltags und unserer gesellschaftlich-politischen Wirklichkeit planetar-irdische Zeichensysteme. Sie sind die Grundlage dafür, dass wir unsere Existenz im Kontext der Erde verorten und verstehen können. Während planetare Zeichensysteme sich aus einer Vielzahl von spezialwissenschaftlichen Zugängen zur Erde speisen, entfalten sie darüber hinaus im öffentlichen und kulturellen Diskurs Eigendynamiken, die letztlich ebenso sehr wie die wissenschaftlichen Erkenntnisse über die Bedeutungen entscheiden, die wir den planetaren Zeichen geben. Im folgenden Abschnitt werde ich beschreiben, wie manche Aspekte dieses planetar-irdischen Zeichensystems funktionieren und welche wissenschaftlichen und kulturellen Techniken erforderlich sind, damit Menschen die Dinge, die sie in der Welt beobachten, als Zeichen für die planetare Dimension ihrer Existenz interpretieren können.

Allen oben genannten Beispielen liegt ein bestimmter Zeichenbegriff zugrunde. In der Tradition von Charles Sanders Peirce gehe ich davon aus, dass etwas immer dann zum Zeichen wird, wenn etwas »für jemanden in gewisser Hinsicht oder Fähigkeit für etwas steht. Es wendet sich an jemanden, d.h., erzeugt im Geist dieser Person ein äquivalentes Zeichen oder vielleicht ein mehr entwickeltes Zeichen.«<sup>7</sup> Diese triadische Bestimmung von Zeichen zielt nicht auf die Beschreibung der Bedeutungsstruktur von Zeichen selbst – im Gegensatz z.B. zu Ferdinand de Saussures dyadischer, vor allem auf die Beschreibung der menschlichen Sprache ausgerichteten Bestimmung der Beziehung zwischen Zeichen und Bezeichnetem. In Peirces Definition, die nicht nur auf die menschliche Sprache abzielt, sondern auf alle Prozesse der Bedeutungsentstehung im Universum, ist vielmehr ein Verständnis ausgedrückt, das Bedeutung als etwas bestimmt, das prozessual und nicht letztlich abschließbar in Interpretationshandlungen hervorgebracht wird. Hier steht also die Semiose, das Zeichenwerden, im Vordergrund.<sup>8</sup> Damit werden Naturprozesse, die andere Naturprozesse aufgreifen, selbst als eine Grundform der ›Interpretation‹ begriffen und als strukturell bedeutungsstra-

gend angesehen, z.B. wenn gefrierendes Wasser Luftblasen einschließt und sich entsprechend jahreszeitlicher Temperaturschwankungen und klimatischer Langfristveränderungen entsprechende Schichten von Eis bilden und übereinander ablagern. Menschliche Interpretationen von Naturprozessen und -strukturen sind in dieser Hinsicht nicht bloße Zuschreibungen von Bedeutungen auf eine bedeutungslose Natur. Vielmehr sind sie eine Fortführung der Semiose mit den Mitteln der Kultur. Sprachliche Aussagen über die Natur sind in ihrer Bedeutung in der Bedeutungsstruktur der Natur selbst gegründet, z.B. wenn die Analyse der chemischen Zusammensetzung der in Eisbohrkernen eingeschlossenen Luft (selbst schon eine Form der Interpretation) als Zeugnis einer vergangenen Zusammensetzung der Atmosphäre interpretiert wird.

Eine solche Sichtweise destabilisiert die anthropozentrische Idee, dass nur Sprache und sprachähnliche Strukturen Bedeutung tragen können. Erst eine solche Erweiterung der Idee davon, was Bedeutung und Sinn sind, macht hörbar, dass die menschliche Existenz dicht in Sinnstrukturen eingewoben ist, die auch andere Spezies und die mehr-als-menschliche Welt verbinden.<sup>9</sup> Auf dieser theoretischen Grundlage wird verstehbar, wie Menschen dem Klima und der Erderhitzung einen tief in der Realität gegründeten Sinn geben. Ohne mehr-als-menschliche Semiose, die unaufhörlich Natur und Kultur miteinander verbindet, bleibt das Klima sinnlos, unverständlich, unsagbar. Oder wie Bruno Latour schreibt: »Wenn wir auf eine artikulierte Weise sprechen, dann deshalb, weil die Welt, auch sie, aus Artikulationen, Gliederungen besteht, deren eigentümliche Verbindungsglieder wir für jeden Existenzmodus auszumachen beginnen.«<sup>10</sup>

Aufgrund dieser Offenheit für nichtsprachliche Semioseprozesse eignet sich das triadische Modell besser als das dyadische, um die Sinngebungen menschlicher Kulturen in ihren ökologischen und auch planetaren Zusammenhängen zu verstehen.<sup>11</sup> Planetare Zeichen weisen aus dieser Sicht zwei wichtige Merkmale auf. Erstens entstehen planetare Zeichen aus der sukzessiven Übersetzung nichtsprachlicher Muster in sprachliche, symbolische und diskursive Strukturen. Zweitens verweisen planetare Zeichen per definitionem nicht auf konkrete Einzeldinge, sondern auf komplexe Zusammenhänge und Dynamiken, die erst durch den Rückgriff eines Interpretierenden auf entsprechende Symbolsysteme verständlich werden und deren Bedeutung sich in Abhängigkeit der Wechselwirkungen zwischen Menschen und Erdsystem dynamisch verändern kann.

Die intrinsische Komplexität planetarer Zeichen lässt sich gut im Durchgang durch die bekannteste der Peirce'schen Einteilungen von Zeichen verdeutlichen: das Ikon, das durch seine Eigenschaften selbst für jemanden auf etwas anderes verweist (in der Regel durch eine wahrgenommene Ähnlichkeit mit dem Bezeichneten); der Index, der durch raumzeitliche Kausalbeziehungen auf etwas anderes verweist; und das Symbol, das aufgrund einer festgelegten Regel auf etwas anderes verweist.<sup>12</sup>

Ein ikonisches Zeichen wäre z.B. ein Schild in einem Flusstal, auf dem eine Flutwelle und ein Mensch abgebildet sind. Diese Schilder sind oft auch mit Schrift versehen, erfüllen aber auch ohne eine solche ihre Funktion, um allein durch die optisch wahrnehmbaren Eigenschaften des Schildes darauf hinzuweisen, dass in einem so markierten Flusstal die Gefahr von Springfluten besteht. Wie komplex die Struktur planetarer Zeichen ist, zeigt sich schon bei den ikonischen Zeichen. Betrachten wir uns dafür die Funktionsweise der ikonischsten ikonischen Darstellung unserer Erde: die Blue Marble-Fotografien, auf denen die Erde aus dem All zu sehen ist, eine blaue Kugel, über die sich große Wolkenbänder ziehen, wie die Musterungen auf manchen Glasmurmeln.

Wenn ich eine dieser Fotografien der Erde aus dem All als Zeichen für die Erde interpretiere, tue ich das aufgrund der wahrnehmbaren Eigenschaften der Fotografie, weil sie aussieht wie die Erde. Aber im Grunde ist der Sachverhalt bei diesem planetaren Ikon komplizierter. Denn die Erde haben die allerwenigsten Menschen jemals mit eigenen Augen aus dem All, als Ganzes, gesehen. Das heißt, diese Fotografien mussten uns erst mit den dazugehörigen Erzählungen der Astronauten, Wissenschaftler, Journalisten und Fernsehmoderatoren präsentiert und erklärt werden. Diese Fotografien sind Teil eines kulturellen Systems von Verweisstrukturen und nicht einfach nur ikonische Darstellungen, eher symbolische Ikons. Dagegenhalten ließe sich eventuell, dass auch die Erfahrung vom Sein auf der Erdoberfläche mit den grünen Wäldern und Wiesen, den blauen Seen und Meeren, den weißen Wolken und dem schwarzen Nachthimmel ausreichen könnte, damit ein Mensch, der in unserem Gedankenexperiment noch keinen Kontakt mit der modernen Medienwelt hatte und eine solche Fotografie zum ersten Mal und ohne jegliche Erklärung gezeigt bekäme, sie möglicherweise als ein ikonisches Zeichen der Erde begreifen könnte.

Wenn ich Rauch als Zeichen für Feuer interpretiere, interpretiere ich im Sinn einer erfahrungsmäßigen Ursache-Wirkungs-Beziehung, der Rauch wird zum Index für Feuer. Ähnliches gilt dafür, wenn wir einen Waldbrand oder eine Flutkatastrophe als Zeichen für die Klimakrise interpretieren. Ob-

wohl diese Interpretation eine sehr klassische Anmutung hat – ein Brand verweist auf eine Brandursache – liegt der Fall hier komplizierter. Erst durch die komplexen erdsystemisch-statistischen Berechnungen der sogenannten Attributionsforschung kann der ›Anteil der Erderhitzung an einer individuellen Naturkatastrophe oder einem Extremwetterereignis belastbar eingeschätzt werden.<sup>13</sup> Auch hier handelt es sich also nicht um einen einfachen, sondern um einen sehr komplexen, auf die Vermittlung durch symbolische Systeme angewiesenen und statistischen Index.

Bei der Zeichenklasse des Symbols unterscheiden sich planetare Zeichen strukturell nicht ganz so stark von anderen Zeichen. Die Wörter ›Flut‹ oder ›Feuer‹ sind in ihrer Bedeutung genauso an die Übereinkünfte einer Sprecher\*innengemeinschaft und die Gesetzmäßigkeiten eines sprachlichen Symbolsystems gebunden wie die Wörter ›Planet‹ oder ›Erde‹. Der Unterschied besteht hier darin, dass die Wörter ›Flut‹ oder ›Feuer‹ ihren Sinn auf Grundlage verkörperter Erfahrung erhalten können, während die Interpretation der Wörter ›Planet‹ oder ›Erde‹ (im planetarischen Wortsinn) auf kosmologische, erdsystemische oder verwandte Wissenssysteme zurückgreifen müssen – ebenso wie das planetarische Ikon und der planetarische Index.

In gewisser Weise lässt sich also sagen, dass planetare Zeichen immer Symbolqualität haben, weil sie stets an regelhafte Systeme gebunden sind, in denen Menschen ihr Wissen über den Planeten Erde generieren, speichern und kommunizieren. Aufgrund dessen spielt für meinen Versuch, die Struktur planetarer Zeichen und planetarer Interpretationshandlungen zu verstehen, die systemische Entstehung von Bedeutung in Relation zu anderen Bedeutungen eine entscheidende Rolle.

Um die Konstitution planetarer Zeichensysteme besser zu verstehen, auf denen die uns in der Gegenwart geläufigen und alltäglichen planetaren Interpretationshandlungen beruhen, werde ich im nächsten Kapitel die zugrundeliegenden Zeichensysteme der Geologie, Klimatologie und Erdsystemwissenschaften umreißen. Das ist aus meiner Sicht deshalb wichtig, weil diese Zeichensysteme die semiotische Infrastruktur bereitstellen, auf der planetares Verstehen (auch unseres sozialen, ökonomischen, technologischen, kulturellen Handelns) beruht: materialisierte und institutionalisierte Strukturen, die das Zirkulieren von Bedeutung ermöglichen und formen. Diese semiotische Infrastruktur zu kennen, erlaubt ein besseres Verständnis der Art, wie wir unsere menschliche Existenz als Teil eines planetaren Gewebes begreifen. Mein Ziel ist keine vollständige Systematisierung planetarer Zeichen, sondern die

Entwicklung eines Beschreibungsmodells, das es erlaubt, Prozesse planetarer Bedeutungsgebung differenziert zu reflektieren.

## 1.2 Klimaforschung als semiotische Infrastruktur

Immer wenn eine Person eine alltägliche Situation, ein Produkt oder ein politisches Ereignis in den Rahmen der Klimakrise einordnet, ist das ein kleines semiotisches Wunder. Aus der individuellen Perspektive kann es sein, dass diese Person nur Aussagen wiederholt und rekombiniert, die sie über verschiedene mediale Kanäle aufgenommen hat. Ein Klima-Urteil kann schnell gefällt werden und die Aussage fast wie geskriptet erscheinen. Auch muss der Person nicht notwendig bewusst sein, was ihre Aussage möglich macht, was ihr Evidenz und soziale Legitimation verleiht. Es ist nicht notwendig, die mechanische Funktionsweise einer S-Bahn zu verstehen, um in sie einzusteigen, oder das logistische Kalkül hinter einem S-Bahn-Netz, um sich in ihm zurechtzufinden.

Infrastruktur kann benutzt werden, ohne, dass sie verstanden wird. Dasselbe gilt auch für die semiotische Infrastruktur. Die wenigsten Menschen, mich eingeschlossen, verstehen auch nur einen Bruchteil jener Zeichensysteme, die der Kommunikation in unseren hochkomplexen Gesellschaften zugrunde liegen. Ebenso wie nur die wenigsten Menschen verstehen, welche Prozesse, Interaktionen und Verschaltungen von Software und Hardware notwendig sind, damit ein Laptop oder ein Smartphone funktionieren. Trotzdem bewegen die meisten Menschen sich intuitiv durch die Benutzer\*innenoberflächen ihrer digitalen Geräte und sind für die Gestaltung ihres Alltags davon ebenso abhängig wie unsere gesellschaftliche Organisation. Unser Zusammenleben beruht auf einer Vielzahl von hochkomplexen und über lange Zeiträume entwickelten und aufgebauten Infrastrukturen, die wir nicht verstehen, deren Geschichten wir kaum kennen und die wir trotzdem benutzen können.

Auch die semiotische Infrastruktur, die begründete Aussagen über planetare Zusammenhänge erlaubt, ist immens. Verdeutlichen lässt sich das an der Rolle des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, im Deutschen oft als ›Weltklimarat‹ bezeichnet), das 1988 vom United Nations Environmental Program (UNEP) und der World Meteorological Organization (WMO) gegründet wurde, um staatliche Entscheidungsträger\*innen über den aktuellen Forschungsstand zur Klimakrise zu informieren. Auf die Details seiner

Arbeitsweise kann hier nicht eingegangen werden, dazu finden sich andernorts gute einführende Darstellungen (auch auf der Seite des IPCC selbst).<sup>14</sup> Wichtig ist aber, dass für die Erstellung der Sachstands- und Sonderberichte des IPCC über Jahre hinweg international tausende Wissenschaftler\*innen ehrenamtlich zusammenarbeiten, um naturwissenschaftliche, technische und sozioökonomische Studien zur Klimakrise zu sichten, auszuwerten und in einem synoptischen Überblick darzustellen. Dabei entstehen Berichte zur Physik von Klimasystemen (Arbeitsgruppe I), der Verwundbarkeit von Gesellschaften und Ökosystemen gegenüber Klimaveränderungen (Arbeitsgruppe II) und möglichen technologischen und sozioökonomischen Maßnahmen zur Minderung der Klimakrise (Arbeitsgruppe III). Politische, ökonomische, soziale und technologische Aspekte werden hier direkt in Verbindung gebracht mit den Prozessen des globalen Klimas, Beziehungen zwischen ihnen beschrieben und so die Grundlage für die Beurteilung dieser Phänomene in einem planetaren Kontext geschaffen.

Das IPCC hat aber nicht nur eine Informationsfunktion. Mindestens ebenso wichtig ist seine Aufgabe, eine verbindliche und von möglichst allen Nationen akzeptierte Grundlage für die internationale Klimapolitik zu schaffen. Deshalb werden die viele tausend Seiten umfassenden Berichte der einzelnen Arbeitsgruppen am Ende zu einem Kurzbericht für politische Entscheidungsträger\*innen (»Summary for Policymakers«) zusammengefasst, bei dem im Austausch mit Delegierten von allen 195 Mitgliedsnationen des IPCC hart um jeden einzelnen Satz gerungen und der am Ende von allen unterzeichnet, gewissermaßen ratifiziert, wird.<sup>15</sup> Dabei werden die wissenschaftlichen Aussagen der zugrundeliegenden Berichte nicht geändert, aber über deren Formulierung und Gewichtung in der Zusammenfassung entschieden. In diesem Sinn sind die Ergebnisse und Aussagen des IPCC, gerade weil sie nicht nur das Ergebnis interdisziplinärer wissenschaftlicher Zusammenarbeit, sondern auch politischer Aushandlungen sind, ein verbindlicher Bezugspunkt für die Konstitution planetarer Bedeutungen in Bezug auf die Klimakrise. Im Summary für Policymakers des AR6 Synthesis Reports von 2023 heißt es gleich zu Beginn in einem rot hervorgehobenen Kasten:

A.1 Human activities, principally through emissions of greenhouse gases, have unequivocally caused global warming, with global surface temperature reaching 1.1°C above 1850–1900 in 2011–2020. Global greenhouse gas emissions have continued to increase, with unequal historical and ongoing contributions arising from unsustainable energy use, land use and

land-use change, lifestyles and patterns of consumption and production across regions, between and within countries, and among individuals (high confidence).<sup>16</sup>

Aufgrund der Rolle dieser Berichte in der internationalen Klimapolitik ist das nicht nur eine Zusammenfassung wissenschaftlicher Beobachtungen. Es ist zugleich die politische Anerkennung menschlicher Verantwortung für den systemischen Zustand der Erde. Die Benennung der Ursachen weist auf Bereiche hin, in denen die internationale Gemeinschaft auf grundlegende Veränderungen hinarbeiten muss. Der Verweis auf die ungleichen historischen und gegenwärtigen Beiträge zur Erderwärmung legt die Grundlage für Fragen der gerechten Verteilung der Verantwortung zwischen Akteur\*innen.

Mit den Worten des französischen Philosophen Michel Serres lassen sich diese Zusammenfassungen deshalb als Vorarbeiten zu globalen »Naturverträgen« lesen. Dieser schreibt: »Tatsächlich spricht die Erde mit uns in Begriffen von Kräften, Verbindungen und Interaktionen, und das genügt, um einen Vertrag zu schließen.«<sup>17</sup> Folgt man diesem Gedankengang, speist das IPCC planetare Kräfte, Beziehungen und Wechselwirkungen, die mittels wissenschaftlicher Verfahren in die menschliche Sprache übersetzt wurden, als »Kommunikationsakte der Erde« in den internationalen politischen Diskurs ein. Die Berichte selbst haben allerdings noch keine rechtliche Verbindlichkeit. Damit die planetaren Sprechakte, die aus der Interaktion von naturgesetzlichen Prozessen mit wissenschaftlichen Verfahren und Institutionen entstehen, auch zu Naturverträgen werden, braucht es nationale und internationale Gesetzgebungen wie das *Paris Agreement* von 2015<sup>18</sup> und die Gesetzgebungen unterschiedlicher Länder.

Gleichzeitig führt das IPCC selbst keine Forschung durch. Weder erhebt es Daten, noch nimmt es selbst Modellbildungen vor. Vielmehr fügt das IPCC die Arbeiten von klimawissenschaftlichen Teams überall auf der Welt zusammen. In der Terminologie von Serres ist es die Aufgabe der Klimawissenschaft (und vieler anderer Wissenschaften), die Begriffe von Kräften, Verbindungen und Interaktionen, in denen die Erde mit uns spricht, zu verstehen und so auszudrücken, dass diese planetaren Propositionen zur Grundlage von Verträgen und dauerhaftem kollaborativem Zusammenleben werden können. Denn die Begriffe, die die Erde spricht, sind Menschen nicht ohne weiteres verständlich.<sup>19</sup> Sie müssen vielmehr in aufwändigen Verfahren übersetzt werden.

Diese Übersetzungsaufgabe kommt der interdisziplinären Klimafor-

Ozeanen, Eis und Erde zusammen, um das Zusammenspiel dieser Sphären und damit klimatische Dynamiken der Erde als ganzer zu verstehen.<sup>20</sup> Bevor die Forschung aber zu einem wirklich planetaren Verständnis des Klimas gelangen konnte, hat sie eine lange, nonlineare und durch viele Disziplinen und Herangehensweisen kreuzende Entwicklung durchlaufen, in der sich auch grundlegend verändert hat, was unter ›Klima‹ verstanden wird.<sup>21</sup> Das Nachdenken über das Klima bestimmter Orte, Länder und Gegenden reicht bis in die Antike zurück und war meist eng an die Frage geknüpft, wie sich diese Witterungsbedingungen auf Menschen, ihre Lebensweise und Kultur auswirken.<sup>22</sup> Auch als Alexander von Humboldt die Klimatologie als eine quantitative und empirisch verfahrenende Wissenschaft etabliert, wird Klima vor allem noch als die Gesamtheit der meteorologischen Einflüsse verstanden, die an einem Ort auf Menschen einwirken. Trotzdem wird damit der Fokus der Klimatologie auf das Sammeln meteorologischer Daten gelenkt, so dass im 19. Jahrhundert die Anfänge klimawissenschaftlicher Infrastruktur entstehen. Professionelle Wetterdienste werden gegründet, die Zahl der Messstationen und Messinstrumente nimmt rapide zu. Außerdem führt die zunehmende nationale und internationale Standardisierung der Datenerfassung, sowie die Nutzung telegraphischer Kommunikation dazu, dass Wetterdienste (seit den 1850ern insbesondere in Großbritannien, den USA, Belgien und Frankreich) Netzwerke von Messstationen etablieren und für die Erstellung von Wettervorhersagen nutzen können.

Im 20. Jahrhundert entwickelte sich der Zweig der dynamischen Klimatologie, der sich damit befasste, großskalige Dynamiken und Austauschprozesse in der Atmosphäre zu beschreiben und aus diesen globalen Prozessen lokale Wetterereignisse abzuleiten (Übergang von einem geographischen zu einem physikalischen Klimaverständnis). Es wurden mathematische Modelle entwickelt, die es hypothetisch erlauben würden, bei Kenntnis eines Ausgangszustands der Atmosphäre deren weitere Entwicklung zu berechnen. Allerdings standen diese Modelle vor dem Problem des Rechenaufwands – der britische Physiker Lewis Frye Richardson schätzte, dass, um eine zeitnahe Wettervorhersage auf der Basis eines solchen Modells vorzunehmen, eine ›Rechenfabrik‹ von 64.000 Mitarbeiter\*innen nötig wäre. Erst mit einem im Auftrag des US-Militärs entwickelten Computer konnte im Jahr 1946 eine stark vereinfachte Wetterberechnung auf Grundlage eines mathematischen Modells der Atmosphäre durchgeführt werden.

Neben der Wettervorhersage ermöglichte die zunehmende Rechenleistung von Computern eine neue Art von wissenschaftlichem Experiment.

Sogenannte ›Simulationsexperimente‹ oder ›numerische Experimente‹.<sup>23</sup> Diese Experimente werden nicht ›an der Natur‹, sondern an Modellen von Naturprozessen vorgenommen. Ein erstes Simulationsexperiment unternahm 1955 Norman Philipps und obwohl dessen Atmosphärenmodell stark vereinfacht war, reproduzierte es beobachtbare Naturphänomene wie Zyklone oder Hoch- und Tiefdruckgebiete. Damit war das erste General Circulation Modell (GCM) getestet worden. Diese Modelle berechnen für die globale Atmosphäre die Veränderung von einem gegebenen Anfangszustand und erlauben zu testen, wie sich die Manipulation bestimmter Parameter (zum Beispiel des CO<sub>2</sub>-Gehalts) auf die Dynamik des Modells auswirkt.

Für eine Wissenschaft, die die Erde als Ganzes in den Blick nimmt, war die Entwicklung dieser neuen Art von Experiment maßgeblich. Denn mit einem ganzen Planeten lassen sich kaum kontrollierbare und reproduzierbare Experimente durchführen (obwohl die anthropogene Anreicherung der Atmosphäre mit CO<sub>2</sub> bei gleichzeitigem wissenschaftlichem Monitoring der Ergebnisse durchaus den Charakter eines Experiments hat und wahrscheinlich einen gewissen Beitrag zur Verfeinerung der wissenschaftlichen Modelle leistet).<sup>24</sup> Damit Aussagen über die langfristige Entwicklung des globalen Klimas also experimentell getestet werden können, falsifizierbar und damit überhaupt wissenschaftlich sind, braucht es eine überzeugende Möglichkeit, Experimente am Modell durchzuführen.<sup>25</sup>

Leistungsfähigere Computer konnten zunehmend komplexere Modelle berechnen, so dass immer mehr Klimafaktoren berücksichtigt und in Simulationsexperimenten untersucht werden konnten – anthropogene Emissionen eingeschlossen.<sup>26</sup> Die Klimamodelle wurden als »Synthese des verfügbaren Wissens über das Klima« angesehen und ihre Weiterentwicklung etablierte sich als die Königsdisziplin der Klimaforschung.<sup>27</sup> Damit verschob sich das wissenschaftliche Interesse von der Untersuchung lokaler Klimata auf Simulationsexperimente langfristiger und globaler Prozesse. Im Zuge dessen rückte eine lange Zeit nicht ernst genommene Hypothese in den Mittelpunkt der Forschung: die schon gegen Ende des 19. Jahrhunderts von Svante Arrhenius formulierte Hypothese, dass die Verbrennung fossiler Brennstoffe zu einer langfristigen Erwärmung der Atmosphäre führen könne (wobei Arrhenius darin vor allem eine Hoffnung auf wärmere und gemäßigtere Klimata sah).

Nachdem Charles Keeling 1958 erstmals einen Anstieg der Konzentration von CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre nachweisen konnte, wurde ein weltweites Netz von Messstationen aufgebaut und später auch Erdbeobachtungssatelliten zur Erfassung der Konzentration von Treibhausgasen und anderen atmosphäri-

schen Parametern eingesetzt. Auf diese Weise wurde es möglich, Computermodelle nicht nur mit Wetterdaten, sondern auch mit realistischen Werten zum CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre zu versorgen. Der anthropogene Treibhauseffekt konnte dadurch in Simulationsexperimenten datengestützt untersucht werden.

Seit den 1970er Jahren setzte sich zunehmend die Sichtweise durch, dass das Klima der Erde nur verstanden werden könne, wenn eine Vielzahl beteiligter Elemente und ihre Wechselwirkungen berücksichtigt werden – Meere, Eisschilde, Konzentration von Treibhausgasen, Sonnenstrahlung und viele mehr. Die Klimamodelle beschränken sich deshalb nicht mehr auf Simulationen der Atmosphäre, sondern wurden um zusätzliche Aspekte erweitert. Heute berücksichtigen sie auch die Rolle von Pflanzenbewuchs, menschliche und tierische Aktivitäten (Biosphäre), Ozeane und andere Gewässer (Hydrosphäre), den Boden und die Erdkruste (Pedo- und Lithosphäre) sowie Eis und Schneebedeckung (Kryosphäre) und betrachten das Klima als ein umfassendes System.<sup>28</sup> Die einzelnen Sphären werde mit je eigenen Programmen modelliert, die dann über entsprechende Schnittstellen zu übergeordneten Klimamodellen gekoppelt werden, z.B. im Potsdam Earth System Model (POEM).<sup>29</sup>

Mit dem Wort ›Klimaforschung‹ verhält es sich ähnlich wie mit dem Titel dieses Buches: Es hat einen synekdochischen Charakter und bezeichnet Untersuchungen, die weit über das hinausgehen, was im engeren Sinne unter Klima verstanden wird. Sie sind letztlich auf ein Verständnis der vielschichtigen Dynamiken des Planeten Erde ausgerichtet sind. Im Zug dieser erweiterten Betrachtung des Klimas entstanden die interdisziplinären Erdsystemwissenschaften und es wurden entsprechende Institutionen gegründet, wie das Institut für Angewandte Systemanalyse in Wien (1972), das Earth System Sciences Committee der NASA (1983) oder das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK, 1992). Mit der interdisziplinären Integration des Wissens über die Erde in Modellen zur Erdsystemanalyse lässt sich die Genese eines tatsächlich planetarischen Wissens feststellen, das nicht nur ortsgebundene ökologische Zusammenhänge bedenkt, sondern diese in ein systemisches Gefüge erdumspannender Dynamiken hineinwebt.<sup>30</sup> Mittlerweile werden auch zunehmend sozio-ökonomische sowie politische Analysen und Daten für die Durchführung von Simulationen und unterschiedlichen Trajektorien des Erdsystems herangezogen, da politische Entscheidungen, Lebensweisen und Wirtschaftsformen eng mit dem CO<sub>2</sub>-Ausstoß von Gesellschaften verbunden sind. In den Modellen werden in nu-

merischen Experimenten Korrelationen zwischen verschiedenen Parametern simuliert, z.B. wie sich ein ungebremstes fossiles Wachstum, CO<sub>2</sub>-Gehalt, die mittlere globale Temperatur, ein Abschmelzen der Eisschilde und ein Steigen der Meeresspiegel zueinander verhalten und welche Wechselwirkungen und Rückkopplungen zwischen ihnen bestehen. Auf diese Weise wird ein erdsystemischer Verweisungszusammenhang etabliert, in dem Veränderungen eines Parameters auch Veränderungen bei anderen Parametern bedeuten. So kann z.B. das Verbrennen fossiler Brennstoffe innerhalb dieses erdsystemischen Verweisungszusammenhangs als ein simulativ-indexikalisches Zeichen für zukünftige Veränderungen gedeutet werden.

Mit den Worten des Wissenschaftshistoriker Paul Edwards lässt sich die interdisziplinäre Klimaforschung als eine ›riesige Maschine‹<sup>31</sup> bezeichnen oder auch als ›Wissens-Infrastruktur für das Anthropozän‹.<sup>32</sup> Ununterbrochen werden überall auf der der Erde und aus dem All Klimadaten erhoben, gesammelt, ausgetauscht und miteinander in Beziehung gesetzt. Die Fernbeobachtung durch Satelliten aus dem All, die in den 1950er Jahren mit dem russischen Satelliten Sputnik begann, hat viel zu der Idee beigetragen, dass die Erde als planetares Objekt erfassbar ist und im Sinne eines ›Raumschiff Erde‹ gemanaged bzw. in einer kybernetischen Betrachtungsweise programmiert und gesteuert werden kann.<sup>33</sup> Durch die zunehmende Etablierung und Vernetzung von Sensoren zur Erfassung von Daten innerhalb der Erdoberfläche (z.B. Wildtiermonitoring, die Beobachtung der Gesundheit von Wäldern und anderen Ökosystemen, Wetterdaten) ist das Paradigma der Satellitenbeobachtung ergänzt worden. Das Leben auf der Erde existiert mittlerweile zu großen Teilen nicht nur *in vivo*, sondern auch »*in silico*« – das heißt in Form von Daten auf Festplatten und Servern.<sup>34</sup> In der Folge vervielfältigen sich die Bilder von den Ökosystemen der Erde und je nachdem, welche Sensoren konsultiert und welche Messungen wie miteinander verbunden und welche Simulationsexperimente mit ihnen durchgeführt werden, erscheint uns die Erde als eine andere Art von Planet – bringen unsere technologischen Wahrnehmungsapparate die Erde als immer wieder neuen, multiplen Planeten hervor.<sup>35</sup> Gleichzeitig mit dieser Pluralisierung planetarer Wissensproduktion gibt es seit den 2000er Jahren insbesondere bei den großen Klima- und Erdsystemmodellen eine zunehmende Tendenz zur Modularisierung, Standardisierung und Globalisierung der Infrastruktur zur Produktion von Wissen über das Klima der Erde.<sup>36</sup> Diese planetaren Wissensinfrastrukturen machen es möglich, dass massiv in Raum und Zeit verteilte Hyperobjekte<sup>37</sup> wie der Klimawandel oder das Artensterben wahrnehmbar und verstehbar werden,

obwohl sie Wahrnehmungs- und Denkvermögen des einzelnen verkörperten Subjekts weit übersteigen.

Die umfassende Erfassung von Daten über die Erde sowie die immer größere Leistungsfähigkeit, Einheitlichkeit und Vergleichbarkeit von integrierten Klima- und Erdsystemmodellen und ihren Prognosen hat zu einem zunehmenden Grundkonsens in der Klimaforschung geführt. Schon 2007 stimmten in einer Befragung von 998 zufällig ausgewählten Mitgliedern der American Meteorological Society und der American Geophysical Union 84 % der Aussage zu, dass die gegenwärtige außergewöhnliche Erwärmung durch den Menschen verursacht ist.<sup>38</sup> Eine Auswertung von über 12000 Fachartikeln, die zwischen 1991 und 2011 veröffentlicht wurde, kam zu dem Schluss, dass 97 % der Artikel, die die globale Erwärmung des Klimas zu erklären versuchen, diese auf Aktivitäten des Menschen zurückführen.<sup>39</sup>

Dieser wissenschaftliche Konsens, der sich z. B. in den Berichten und Empfehlungen des IPCC ausdrückt, ist entscheidend dafür, dass wir uns als Gesellschaften mittlerweile – zumindest außerhalb von verschwörungstheoretischen und extremistischen Zirkeln der Klimawandelleugnung – auf relativ verlässliche Regeln zur planetaren und klimatischen Interpretation unseres Lebens und Zusammenlebens verlassen können.

Und genau an diesem Punkt zeitigt sich eine neue Entwicklung in der Klimaforschung, die in einer Art spiralförmigen Bewegung sich ihrem Ausgangspunkt wieder nähert. Nachdem mittlerweile der menschliche Einfluss auf das Klima und die anthropogene Erderhitzung als gesichert gelten, wird das Interesse dafür wiederbelebt, wie das Klima bzw. der Klimawandel sich an konkreten Orten auf das Leben von Menschen auswirkt.<sup>40</sup> Damit wächst auch das Interesse an nicht-wissenschaftlichen, verkörperten, indigenen und ortsgebundenen Modi der Erkenntnis von Wetter und Klima.<sup>41</sup> Auch die Klimaforschung verbindet sich wieder mit ihren Anfängen und trifft zunehmend auch Aussagen über einen Gegenstand, der lange Zeit als Tabu galt: das konkrete Wetter.<sup>42</sup>

Der Zweig der Attributionsforschung widmet sich der Analyse des Anteils, den der Klimawandel an einem realen (Extrem-)Wetterereignis hat. Ob er es wahrscheinlicher oder unwahrscheinlicher gemacht hat, welche Aspekte er, statistisch gesehen, verstärkt, welche verändert oder abgeschwächt hat. Die Attributionsforschung erlaubt es zunehmend präziser, für konkrete Ereignisse (wie Hitzewellen, Flutkatastrophen, Waldbrände) den Anteil des Klimawandels an ihrem Auftreten und ihrer Intensität zu bestimmen. Nach ihrer Entstehung Anfang der 2000er Jahre fristete die Attributionsforschung einige Jahre ein Nischendasein, weil es unter Klimaforscher\*innen als un-

seriös galt, Aussagen über Ereigniszeiträume von weniger als 30 Jahren zu treffen. Trotzdem haben sich die Methoden der Attributionsforschung stetig weiterentwickelt und 2013 hat auch der IPCC die Möglichkeit, wissenschaftlich belastbare Aussagen über den Anteil des Klimawandels am Wetter zu treffen, in seinen Sachstandsbericht aufgenommen.<sup>43</sup> Die wichtigste Akteurin in diesem Feld ist die seit 2014 tätige World Weather Attribution Initiative. Deren Zielsetzung ist es, direkt nach Extremwetterereignissen – und nicht erst viel später nach ausgiebigen Peer-Review-Prozessen – für Medien, Entscheidungsträger und Gesellschaft Informationen darüber bereitzustellen, inwiefern diese Ereignisse durch den Klimawandel beeinflusst, wahrscheinlicher gemacht, oder verschärft wurden.<sup>44</sup> Der Deutsche Wetterdienst schreibt dazu trocken:

Im Rahmen der Attributionsforschung erfolgt im Klimabereich eine Analyse und Bewertung des möglichen Einflusses des Klimawandels auf extreme Wetterereignisse wie Dürren, Hitzewellen, Kälteeinbrüche und extreme Regenfälle und deren Kommunikation.<sup>45</sup>

Damit erlaubt die Attributionsforschung auf der Grundlage einer kausalstatistischen Verbindung, dass die Berichterstattung eine belastbare Verbindung zwischen Wetter und globaler Erwärmung herstellt und kommuniziert. So kann in der öffentlichen Wahrnehmung die Erfahrungen von konkreten Wetterereignissen auf differenzierte und sachlich begründete Weise zugleich als Erfahrungen des Lebens mit dem Klimawandel bewertet und interpretiert werden.

Vom abstrakten physikalischen Objekt verwandelt sich das Klima epistemologisch zurück in ein Element, in dem Menschen leben und an dessen eher mehr als weniger gravierende Veränderungen sie sich werden anpassen müssen. Das Klima ist in der Gegenwart Element und Medium, das Menschen als Handelnde und Erleidende mit den systemischen Dynamiken des Planeten verbindet<sup>46</sup> und das existentielle planetarische Verweisungs- und Bedeutungszusammenhänge schafft.

Eine weitere bedeutende Entwicklung ist die kritische Reflexion von Geschichte und Praktiken unseres naturwissenschaftlichen Wissens von der Erde. Im medialen Diskurs werden Klimawissenschaftler\*innen oft als diejenigen inszeniert, die eine unwissende Öffentlichkeit über die erdsystemischen Geflechte informieren, in denen wir alle leben. Wissen von der Erde erscheint in diesen Darstellungen als eindeutig ›gut‹ bzw. als ›neutrak.

Aber für Infrastrukturen des Wissens und der Bedeutungserzeugung gilt dasselbe wie für alle anderen Infrastrukturen moderner Gesellschaften: Der Begriff ebenso wie der Diskurs über ihre Errichtung und Instandsetzung suggeriert »interesselose Technizität, unparteiischen Pragmatismus und politische Neutralität«, während aber das »Ideologische der Infrastruktur« ihr unhintergebar eingeschrieben ist.<sup>47</sup> Denn Infrastrukturen sind weit verzweigte Materialisierungen von Ideen und Erzählungen, in denen sich institutionalisierte Entscheidungen darüber niederschlagen, welche materiell-semiotischen Prinzipien wir unserer kollektiven Welterzeugung und Weltumwandlung (oder Weltzerstörung) zugrunde legen und welchen Weisen der Welterzeugung wir strukturelle Wirkmacht verleihen.

Die wissenschaftsgeschichtliche Forschung hat in den letzten Jahren die historische Verwicklung von geologischem Wissen mit der Ausbeutung von Erde und Menschen in den Blick gebracht. Die Geologin Kathryn Yusoff beschreibt in einer wissenschaftskritischen Studie, wie die Geologie durch die Erschließung und Systematisierung der Erde als Ressource und im Zuge ihrer Verquickung mit kolonialistischen Projekten rassistisch codifizierte Ursprungserzählungen und Kategorien dafür lieferte, wer »menschlich« und »unmenschlich« ist, wer oder was »benutzt« werden darf und als wirtschaftliche »Ressource« gelten kann.<sup>48</sup> So hat die geologische Forschung nicht nur Anteil an der Generierung von Kenntnis über Aufbau und Geschichte der irdischen Welt, sondern auch an ihrer rassistisch und kolonialistisch geprägten Aneignung und Verfügbarmachung. Sichtbar gemacht wird auch, wie sich in der Klimatologie und der Erdsystemwissenschaft eine kulturelle Dominanz des globalen Nordens, männlich gendeterter sowie rationalistischer, technologischer, mathematischer und naturwissenschaftlicher Wissensmodi im Verstehen unseres Planeten fortschreibt.<sup>49</sup> Die Entwicklung einer inklusiveren und selbstkritischen Infrastruktur planetaren Wissens, die mehr unterschiedliche Stimmen und Wissensmodi zu Wort kommen lässt, ist eine Herausforderung, die es notwendig macht, in die interdisziplinäre Klimaforschung und in die großen Erzählungen von unserer Erde auch Sozial-, Geistes- und Kulturwissenschaften ebenso wie nicht-wissenschaftliche Weisen der Welterzeugung einzubeziehen.

### 1.3 Das Erzählen der Steine und des Eises: Erdgeschichte und mehr-als-menschliche Zeichenprozesse

Die Schriftstellerin Annie Dillard erzählt in einem ihrer Essays von einem jungen Mann, der versucht, einem Stein das Sprechen beizubringen. Er verwahrt ihn auf einem Holzbrett an der Wand unter einem Tuch. Von dort holt er ihn mehrfach am Tag hervor, um ihn in einem gemeinsamen Ritus in die menschliche Sprache einzuweisen. Für Dillard ist dieses Vorhaben nobel, aber vergeblich und wird zum Anlass über das »Schweigen der Natur« und die Stille am Grunde unserer Existenz nachzusinnen.<sup>50</sup> Trotzdem besteht genau darin die Praxis der Erdgeschichtsschreibung: Steinen das Sprechen beizubringen – und sich selbst das Hören. Aus heutiger Sicht lässt sich sagen, dass Geolog\*innen – auf anderen Wegen als der junge Mann in Dillards Erzählung – sehr erfolgreich darin waren, mit Steinen ins Gespräch zu kommen und von ihnen unerhörte Geschichten über die Erde zu erfahren. In dieser Begegnung unterweisen die Steine die Menschen in ihrer Sprache.

Im letzten Abschnitt habe ich dargelegt, wie die Infrastrukturen der Klimaforschung die Grundlage dafür bilden, dass wir in unserem Alltag geteilte Regeln planetarischen Verstehens anwenden können. Aber die Voraussetzungen für unser Sprechen über das Klima reichen über diese Wissenschaften und die technologischen Wahrnehmungs- und Denkapparate hinaus, dorthin, wo diese planetare Kräfte, Verbindungen und Interaktionen berühren und jene Spuren lesen, in denen die Erde ihre eigene Geschichte schreibt. Ich möchte zeigen: Wenn wir vom Klima sprechen, sprechen wir nie nur selbst. Wenn wir vom Klima sprechen, sprechen wir in mehr-als-menschlichen Zungen.

Zunächst einmal sind aus einer forschungspragmatischen Sicht historische Abgleiche und Validierungen von Klimasimulationen mit Daten der Klimageschichte nötig. Dafür muss eine Dimension berücksichtigt werden, die aus Computermodellen und der Welt der von Menschen bewusst gesammelten Klimadaten hinausführt. Denn selbst die ältesten von Menschen intentional und systematisch gesammelten Klimadaten – Englands zentrale Temperaturaufzeichnungen – reichen nur bis in das Jahr 1659 zurück.<sup>51</sup> Um aber klimatische Trends und Entwicklungen betrachten und vor allem um sie im Kontext der Erdgeschichte verstehen und bewerten zu können, ist es notwendig, weit größere Zeiträume als nur 300–400 Jahre zu berücksichtigen. In der Folge werden Klimadaten aus Zeiten benötigt, als Menschen diese noch nicht oder nicht weitreichend genug gesammelt haben. Dafür werden in der Paläoklimatologie »Stellvertreter«, sogenannte »Klimaproxies«

oder ›Klimazeugen‹ verwendet. Damit sind Gegenstände gemeint, denen sich Klimaphänomene vergangener Zeiten (z.B. Niederschlag, Temperatur, Stoffkonzentrationen in der Atmosphäre) eingepägt haben. Dabei kann es sich um Ozeansedimente, Korallen, Baumringe, Eisbohrkerne, Stalagmiten aber auch menschliche Aufzeichnungen von Ernteerträgen, Logbücher von Seefahrern oder Ähnliches handeln.<sup>52</sup>

Mittels wissenschaftlicher Verfahren können diese Gegenstände als Spuren der erdgeschichtlichen Vergangenheit gelesen werden. Dafür braucht es zum einen gesichertes Wissen darüber, wie sich bestimmte Klimaphänomene den Gegenständen einschreiben, wie z.B. Temperatur und Niederschlag das Wachstum von Bäumen und damit die Bildung von Baumringen beeinflussen.<sup>53</sup> Zum anderen braucht es wissenschaftliche Methoden, Technologien und Entschlüsselungsverfahren, um die in den entsprechenden Zeugen codierten Informationen über die Vergangenheit lesbar zu machen.<sup>54</sup>

Eines der wichtigsten Klimaarchive ist das Eis in den Polarregionen. Dort waren die Temperaturen für eine sehr lange Zeit so niedrig, dass sich kontinuierlich neuer Schnee gebildet, sich abgelagert und die tieferen Schichten zu Eis komprimiert hat. In diesem tiefenzeithlichen Ablagerungsprozess bilden sich unterscheidbare Schichten (vergleichbar den Jahresringen der Bäume), die jahreszeitlichen Schwankungen zugeordnet werden können und deshalb eine genaue Datierung zulassen, auch wenn zwischenzeitliche Schmelzprozesse an der Oberfläche für manche Jahre eine gewisse Unschärfe erzeugen. Wenn sich Eis bildet, werden in ihm kleine Luftblasen eingeschlossen, in denen die chemische Zusammensetzung der Atmosphäre zum Zeitpunkt ihrer Entstehung erhalten bleibt. Um aus den Lufteinschlüssen Informationen zu gewinnen, spielt die Messung der Isotopenverhältnisse mittels Massenspektrometrie eine wichtige Rolle. Das heißt, es werden die Massen der Atome in der eingeschlossenen Luft gemessen und die Verhältnisse der Isotope ermittelt, von chemischen Elementen mit der gleichen Zahl von Protonen aber unterschiedlich vielen Neutronen; also das Verhältnis von Variationen derselben chemischen Elemente, z.B. das Verhältnis von leichtem Kohlenstoff (<sup>12</sup>C) und schwerem Kohlenstoff (<sup>13</sup>C). Aus diesen Verhältnissen lassen sich unterschiedliche Informationen ableiten. Zum Beispiel reagiert das Verhältnis von leichtem und schwerem Stickstoff (<sup>14</sup>N und <sup>15</sup>N) sensibel auf Temperatur und erlaubt so Rückschlüsse auf die Temperatur der Luft zum Zeitpunkt der Entstehung des Eises. Auch andere Informationen können abgeleitet werden. Sulfate geben Auskunft über mögliche Vulkanausbrüche, die Zusammensetzung von mineralischem Staub über Zirkulationsbewegungen der Atmosphäre.<sup>55</sup>

Die Aufzeichnungen im Eis erlauben, mit großer Sicherheit zu belegen, dass der gegenwärtige Anstieg der Kohlenstoffkonzentration in der Atmosphäre von Menschen und nicht durch andere Wirkmächte verursacht wird.<sup>56</sup> Das zeigt eine Betrachtung der historischen Entwicklung des Verhältnisses von schwerem und leichtem Kohlenstoff, der in der Atmosphäre lange Zeit nur einen relativ geringen Anteil ausmachte. Beim Verbrennen von fossilen Brennstoffen wird vor allem leichter Kohlenstoff freigesetzt, weil der Stoffwechsel von Pflanzen, aus denen fossile Brennstoffe letztlich bestehen, diesen bevorzugt.

Die Klimaaufzeichnungen des Eises dokumentieren, dass sich mit dem Anstieg von CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre um die Mitte des 19. Jahrhunderts gleichzeitig auch das Verhältnis von leichtem und schwerem Kohlenstoff umkehrt, wodurch mit hoher Wahrscheinlichkeit belegt ist, dass in der Gegenwart ein Großteil des CO<sub>2</sub>-Gehalts in der Atmosphäre auf das Verbrennen fossiler Brennstoffe durch Menschen zurückgeführt werden kann. Die wissenschaftliche Erschließung von polarem Eis als Klimaarchiv (und von Tiefseesedimenten, die in ähnlicher Weise präzise und kontinuierlich die Veränderungen der Erdatmosphäre dokumentieren) in den 1970er Jahren hat »die Klimatologie revolutioniert [...] also ob ein Forscher, der seine Studien bislang mit zufälligen Bänden aus einem Antiquariat betrieben hatte, plötzlich Zugang zur Library of Congress bekommen hätte«, und hat maßgeblich dazu beigetragen, Zweifel an der Verursachung des Klimawandels durch den Menschen auszuräumen.<sup>57</sup>

Die gegenwärtig verfügbaren Eisbohrkerne erlauben, etwa 700.000 Jahre atmosphärischer Geschichte zu rekonstruieren (160 Millionen Jahre bei Tiefseesedimenten, allerdings mit ungenauerer Auflösung). Fortlaufend arbeiten Forscher\*innen daran, tiefer in die Überlieferung des Eises einzudringen und ältere Eisbohrkerne zu gewinnen.<sup>58</sup> Dadurch können erdsystemische Veränderungen der Gegenwart und »jüngeren« Vergangenheit in einem größeren erdhistorischen Kontext betrachtet und eingeordnet werden. Ironischerweise wird das Eis, das als natürliches Archiv entscheidend zum Nachweis des menschengemachten Klimawandels beigetragen hat, durch die Erhitzung der Atmosphäre dezimiert und bedroht; als ob sich das Wort von den Siegern, die Geschichte schreiben, hier auf geophysikalischer Ebene tragisch bewahrheiten würde.<sup>59</sup> Das polare Eis ist längst nicht mehr ewig, ein bedrohtes Archiv planetarer Geschichte und längst Symbol für den menschengemachten Klimawandel und eine traurige Ikone in den kulturellen Auseinandersetzungen um unsere erdhistorische Umbruchphase.<sup>60</sup>

Planetare Zeichensysteme beruhen zu nicht unwesentlichen Teilen auf der Sammlung, Systematisierung und Auslegung von physischen Objekten wie Eisbohrkernen. Der Zusammenhang dieser physischen Objekte wird oft auch als ›Archiv der Erde‹ oder ›Archive der Natur‹ bezeichnet. Anders als in Archiven von in menschlicher Sprache verfassten Dokumenten, die dann von menschlichen Historiker\*innen gelesen und gedeutet werden, spielt in den Archiven der Erde die formgebende Kraft von Naturprozessen mit menschlicher Interpretationstätigkeit zusammen. So lässt sich mit der Literaturwissenschaftlerin Claire Colebrook die Geschichte der Erde, das Entstehen und Vergehen von Lebensformen, geologischen Formationen, wechselnden Kompositionen der Atmosphäre, die Tätigkeiten menschlicher Kollektive als eine sich der materiellen Gestalt der Erde einprägende Vielfalt von Inskriptionsprozessen denken.<sup>61</sup> Die in den Archiven der Erde »aufbewahrten Materialien sind durch physikalische Prozesse entstanden und wurden durch diese verändert; sie sind somit indexikalische Zeichen der Vergangenheit«, schreibt der Philosoph und Wissenschaftshistoriker Georg Toepfer.<sup>62</sup> Zu indexikalischen Zeichen werden diese Materialien aber erst, wenn sie mit Kenntnis der Gesetzmäßigkeiten jener Naturprozesse, die sie geformt, verändert und im größeren Zusammenhang der Erdkruste angeordnet haben, interpretiert werden. Die Formulierung und historische Anwendung von Naturgesetzen gibt hier also die Interpretationsregeln zur Rekonstruktion der Vergangenheit vor. Je nachdem, um welche Materialien es sich handelt und welches Zusammenspiel von Naturprozessen in der Herstellung ihrer gegenwärtigen Form mitgewirkt hat, unterscheiden sich die heranzuziehenden Gesetzmäßigkeiten und die Regeln der Interpretation. Oder wie Toepfer schreibt: »Die Geschichte der Natur ist nicht ohne die Probleme einer Hermeneutik zu haben.«<sup>63</sup>

Aber die Archive der Erde bilden nicht nur eine Grundlage für die semiotische Infrastruktur des Sprechens über die planetaren Krisen unserer Gegenwart. Sie standen auch historisch gesehen am Anfang einer erdgeschichtlichen, d.h. einer planetar-historischen Perspektive. Die Wendung von den Archiven der Erde geht zurück ins 18. Jahrhundert und fällt mit der Verzeitlichung der Natur und der Anwendung historischen Denkens auf Naturphänomene<sup>64</sup> zusammen, in deren Folge Begriffe und Methoden aus der Geschichtswissenschaft auf die Untersuchung der Natur übertragen wurden.<sup>65</sup>

Allerdings handelt es sich bei der Erde nicht um ein intentional angelegtes Archiv. Während den fast 4,5 Milliarden Jahren ihrer Entstehung wurden die materiellen Bestände weder katalogisiert und systematisiert noch durch entsprechende Schutzvorrichtungen vor Veränderung, Beschädigung oder

Zerstörung geschützt. Die Geologen und Universalgelehrten des 18. Jahrhunderts sahen sich also einer schier unfassbaren Fülle von palimpsestartig überschriebenem, nur bruchstückhaft erhaltenem, vielfach durcheinander geratenem Material gegenüber. Darwin schreibt darüber in der Metapher vom ›Buch der Natur‹, die eine häufige Alternative zum ›Archiv der Erde‹ darstellt:

I look at the natural geological record, as a history of the world imperfectly kept, and written in a changing dialect; of this history we possess the last volume alone, relating only to two or three countries. Of this volume, only here and there a short chapter has been preserved; and of each page, only here and there a few lines.<sup>66</sup>

In diesen Zeilen drückt Darwin einen profunden Sinn für die Unordnung und Unvollständigkeit der ›planetaren Überlieferung‹ aus. Diese kann nur entziffert werden, wenn eine Vielzahl naturgesetzlicher Grammatiken angewandt wird, um spekulativ die Beiträge und Interferenzen unterschiedlicher Naturprozesse zu rekonstruieren und damit den polyphonen Sinn des gegenwärtigen Textes lesbar zu machen. Das Buch der Erde ist ein Babel von Naturprozessen, die alle mit ihren eigenen Gesetzmäßigkeiten sprechen, diskutieren und einander ins Wort fallen. Die Versteinerung von Korallen spricht eine andere Sprache als die Erosion von Gebirgen, der Ausbruch von Vulkanen, die Plattentektonik oder die Explosion des Sauerstoffgehalts in der Luft. Und alle diese Prozesse werden wieder von anderen Prozessen aufgenommen und in deren Naturgesetzsprache übersetzt, z.B. die Sauerstoffkatastrophe in das Aussterben unzähliger Lebensformen und die Entstehung anderer. Manche Ereignisse bewahren bestimmte Überlieferungen, wie z.B. die Entstehung von Eis in den Lufteinschlüssen die Zusammensetzung der Atmosphäre zu einem bestimmten Zeitpunkt einfriert, archiviert im engeren Sinn.

Andere Ereignisse vernichten Zeugnisse. Aber auch die dadurch entstehenden Abwesenheiten können gewisse Auskünfte geben. Wenn sie als solche erkennbar sind, als Einschlüsse von Abwesenheit in den Sedimenten, kann möglicherweise rekonstruiert werden, wie diese Abwesenheit entstanden ist. Die Lücke wird zum Dokument. So gibt gerade das Nicht-Vorhandensein von Fossilien in bestimmten Erdschichten, während sie in vorherigen überall zu finden sind, Aufschluss über einschneidende erdhistorische Ereignisse.

Die Verwandlung der Erde in ein verwendbares Archiv, ein lesbares Buch oder eine Bibliothek verlangt nicht nur eine individuelle Kunst des Verstehens, sondern auch die Ausbildung eines großen Komplexes von Interpretationsre-

geln, durch welche die indexikalischen Zeichen und ihre Zusammenhänge (ihre indexikalischen Grammatiken) lesbar gemacht werden konnten.

Über dieses große semiotische Infrastrukturprojekt schrieb der deutsche Physiker und Literat Georg Christoph Lichtenberg in einer frühen populärwissenschaftlichen Darstellung der Forschung zur Erdgeschichte:

Mit Kenntnis der Natur und gezähmter Phantasie behandelt, biethet sich in ihm [der Erde als Gegenstand des Erzählens, Anm. d. Verfassers] ein unerschöpflicher Quell von Geistesübung und Unterhaltung dar, deren Genuß durch die wachsende Hoffnung, dereinst tiefer in die Geschichte, wo nicht unserer ganzen Kugel, doch ihrer ganzen Kruste einzudringen, als aus menschlichen Denkmählern möglich ist, keinen geringen Reiz erhält. Auch da wir täglich neue Zeichen entziffern lernen, womit jene Geschichte so unauslöschlich geschrieben ist, so ist es immer der Mühe werth, dann und wann einmahl unsere unsere kleinen Fortschritte im A B C an jenem schweren Text zu prüfen, und zu sehen, wie viel wir dadurch dem eigentlichen Sinn näher gerückt sind.<sup>67</sup>

In diesen Zeilen wird die Vielschichtigkeit der planetaren Überlieferung etwas vereinfacht. Die polyphone Komplexität naturgesetzlichen Planetenschreibens wird hier zur erhabenen Beschaulichkeit eines großen Alphabets. Die Menschen haben es noch zu lernen, machen aber Fortschritte. Die Idee einer »unauslöschlich« festgehaltenen Geschichte blendet die kontinuierlichen Verformungen von Strukturen der Erdoberfläche aus und wird den fortlaufenden Überschreibungsprozessen der Erdgeschichte nicht gerecht. Die Idee vom »eigentlichen Sinn« vereinheitlicht die Vielzahl der Naturprozesse und ihrer in unterschiedlichen »Dialekten« verfassten Einträge. Die Interpretation als konstituierender Teil des planetaren Sinns wird ausgeblendet. Trotz dieser Vereinfachungen kommt hier metaphorisch dasselbe Streben zum Ausdruck wie bei Darwin: in der Geschichtsschreibung hinter die von Menschen gemachten »Denkmähler« zurückzugehen und die materiellen Phänomene des Planeten so zu ordnen, dass es möglich wäre, an ihnen, wie an einem in menschlicher Sprache verfassten Text, die Geschichte der Erde abzulesen. Anders gesagt: Hier werden die Anfänge der Produktion eines historisch-planetaren Zeichensystems dokumentiert.

Dabei lässt sich retrospektiv eine interessante Doppelbewegung in der Entwicklung eines planetaren Zeichensystems feststellen. Auf der einen Seite ging sie einher mit der rasant zunehmenden Unterwerfung der »Natur« für

die Zwecke der weißen, westlichen, kapitalistischen Industriestaaten, wurde durch sie ermöglicht und stellte ihr nützliche Werkzeuge und Wissensbestände zur Unterwerfung und Ausbeutung ›der Natur‹ zur Verfügung. Auf der anderen Seite entfalteten die Dinge, Gesteinsschichten und Fossilien eine eigene semiotische Wirkmacht. Die Forscher, die sich mit ihnen befassten, mussten feststellen, dass sie das, was sie sahen – die Überlagerungen der Gesteinsschichten, die Abfolge der Fossilien – nicht verstehen und erklären konnten, wenn sie an der etablierten christlichen Sichtweise auf die Geschichte der irdischen Schöpfung festhielten. Denn diese besagte – wie Rechnungen entlang der biblischen Generationenfolge ermittelt hatte –, dass die Erde vor etwa 6000 Jahren von den Händen des Schöpfers geformt worden war. Diese Zeitspanne reichte aber selbst bei gutem Willen nicht aus, um die Anordnungen in den Oberflächenschichten des Planeten zu erklären. Obwohl man damals noch deutlich sparsamer mit der Zeit umging als heute, beanspruchten die Forscher für ihre erdhistorischen Modelle weitaus mehr Zeit, als die Bibel zur Verfügung stellte. So spekulierte z.B. Buffon in seinen einflussreichen *Epoques de la nature* (1778) über eine erdgeschichtliche Vergangenheit von 75.000 Jahren und eine Zukunft von weiteren 90.000 Jahren.

Neben die Version, die Propheten, Heilige, Evangelisten und Bischöfe von der Geschichte der Welt verkünden, ausgestattet mit der Autorität von Gottes Wort, treten Wissenschaftler und Gelehrte, und ihre Autorität speist sich aus dem Sinn und der Sprache von Landschaften, Steinen und Fossilien. Ihnen leihen sie ihre universalgelehrten Zungen.

Dadurch entstand ein Konflikt zwischen zwei historischen Sichtweisen: der menschlich-religiösen und der mehr-als-menschlich-planetaren. Zweitere wird zwar von Menschen entwickelt, speist aber ihre Sprengkraft, den Zeitrahmen menschlicher Narrative völlig zu verändern, aus den Strukturen von Landschaften und Gesteinsschichten, aus ihren inneren Zusammenhängen und aus den gesetzmäßigen Formen der oberen Erdschichten. Der Planet entfaltet semiotische Wirkmacht, die in die menschliche Geschichtsschreibung hineinstrahlt – und die umso mächtiger wird, je mehr Menschen physisch in die Erde eingreifen. Das plötzliche Mit-Reden und Mit-Erzählen von Steinen und Fossilien erschütterte die historisch-religiöse Erzählung.

Vom Protagonisten in einer biblischen oder politischen Geschichte, in deren Zentrum seine Taten, Verfehlungen und Triumphe stehen, wird der Mensch, schon rein quantitativ, zu einer Randfigur bzw. einem Zwischenkapitel in einer Geschichte, deren bedeutsamste Akteure geologische sowie klimatologische Prozesse und Ereignisse sind. Die Spekulation über eine Viel-

zahl revolutionärer erdgeschichtlicher Umwälzungen, in deren Zuge ganze Spezies aussterben, führt, mit den Worten von Eva Horn und Peter Schnyder, zu einer »Säkularisierung und Pluralisierung der Apokalypse«, in der geologische und klimatologische Umwälzungen alle Menschen auslöschen könnten, ohne dass damit notwendig auch die Erdgeschichte enden müsste, sodass ein »posthumanes Klimawandelnarrativ[]« dem historischen Denken verfügbar wird.<sup>68</sup>

Im Anschluss an den Geologen Stephen Jay Gould ist es fast schon zum Topos geworden, die kulturelle Bedeutung der Entdeckung der planetaren Tiefenzeit in die Reihe der von Sigmund Freud beschriebenen kosmologischen Kränkungen des Menschen einzuordnen. Freud bestimmte drei historische Kränkungen der neuzeitlichen Subjektivität: eine räumliche Dezentrierung durch die kopernikanische Revolution im 16. Jahrhundert, eine Relativierung der wesenhaften Besonderheit des Menschen durch die Evolutionstheorie Charles Darwins und die Kränkung der Freiheit des Bewusstseins durch die Psychoanalyse. Freud hat aber, so Gould, die »große zeitliche Begrenzung, mit der die Geologie die Bedeutung des Menschen einschränkt« vergessen.<sup>69</sup> Diese dem Menschen von der Geologie auferlegte Begrenzung wird beschrieben als »zeitliche Marginalisierung« (Braungart) bzw. »zeitliche[] Dezentrierung« (Schnyder).<sup>70</sup> Eine Einschränkung menschlicher Bedeutung ist das aber nur für unterschiedliche Spielformen anthropozentrischer Weltanschauung, die sich dadurch widerlegt finden.<sup>71</sup> Denn durch die Entdeckung der Tiefenzeit wird die menschliche Geschichte in die größere Geschichte des Planeten eingebettet, der historiographische Blick trifft auf neue Sinnhorizonte, kosmologische Erzählungen und Bedeutungsformationen. Die menschliche Geschichte erhält ein Mehr an historischem Kontext, was auch ein Mehr an Deutungsmöglichkeiten und historischen Bezügen ermöglicht.

Trotzdem ist das offensichtlich nicht die Geschichte, die Menschen sich aussuchen würden, wenn sie die freie Wahl hätten, aus ihrer Fantasie oder religiöser Eingebung zu schöpfen. Das ist eine Geschichte, die Menschen auf sich selbst gestellt niemals so erzählen könnten. Um diese Geschichte zu erzählen, sind Menschen auf das Mitwirken anderer Prozesse, Wesen und Kräfte angewiesen, mit denen die Wissenschaften auf ihre Weisen Unterredungen abhalten und deren mehr-als-menschlicher Input notwendig ist, um unserem Leben eine planetare Bedeutung zu geben. Die Anthropologin Anna Lowenhaupt Tsing sieht die Fähigkeiten von nicht-menschlichen Wesen, an der Geschichtsschreibung teilzuhaben, ganz grundlegend darin, dass deren in »der ›historischen‹ Zeit stattfindenden artenübergreifenden Verflechtungen«

unsere gemeinsame Welt hervorbringen, sodass »die Spuren und Anzeichen nicht-menschlicher Dinge« ebenso Teil der historischen und erzählenden Aufmerksamkeit werden sollten wie »menschliche Hinterlassenschaften wie Archive und Tagebücher« – Geschichtsschreibung ist dementsprechend für sie die »Verzeichnung von vielen Trajektorien der Welterzeugung, sei diese nun menschlichen oder nicht-menschlichen Ursprungs.«<sup>72</sup> Mit einer ähnlichen Überlegung in Bezug nicht auf Landschaften, sondern auf die Erde entwirft Bruno Latour das Konzept der Geo-Stories: Die Geschichten des Planeten werden zuerst von der Erde selbst und erst auf dieser Grundlage dann von Menschen erzählt, ausgeschmückt und überliefert.<sup>73</sup>

In der Folge spielt es eine entscheidende Rolle, welche Wesen und Prozesse als Zeugen der Erdgeschichte angehört werden und Berücksichtigung in der menschlichen Geschichtsschreibung finden. So wurden die Genauigkeit und Belastbarkeit der heutigen Klimatologie erst durch die Einbeziehung von Eisbohrkernen und Tiefseesedimenten möglich. Erst durch die Aussagen dieser ›Zeugen‹ können wir heute in unseren politischen Auseinandersetzungen mit einer solchen Sicherheit von der Menschengemachtheit der Klimakrise und der Drastik ihrer Folgen ausgehen, dass diese Aussage gegen alle interessengeleiteten Widerstände bestehen kann.

Die Messung von Klimadaten, die computergestützte Modellierung des Erdsystems und die Befragung von Klimazeugen führen die nichtsprachlichen Strukturen planetarer Prozesse in die menschlichen Symbolwelten hinein. Dadurch entsteht eine weitreichende Kopplung von menschlich sprachlicher und planetar-nichtsprachlicher Semiose. Die kulturelle »Semiosphäre« (Jurij Lotman)<sup>74</sup> wird von anderen Arten des Sinns durchdrungen. Das ließe sich zum einen so bewerten, dass die menschlichen Gesellschaften im Sinne einer planetaren Sphäre der Vernunft oder Noosphäre (Vladimir Vernadskij)<sup>75</sup> agieren, die alle Regungen der Erde wissenschaftlich-technologisch erfasst, in einer Form von planetarischer Selbstwahrnehmung, und in kollektiven Erkenntnisprozessen verarbeitet. In einer solchen Darstellung würde der Sinn der Erde quasi mit dem Wissen der Menschen in eins fallen. Es bliebe kein Überschuss von Bedeutung, nichts Unübersetzbares, kein Sinn jenseits des von Menschen erfassten. Betrachtet man die semiotischen Infrastrukturen aber als situiert und eingebettet in sehr spezifische Praktiken und Techniken der Bedeutungsgebung, als Ausdruck von bestimmten Grundannahmen, kulturellen Überzeugungen, konstitutiven Erzählungen, Werten und Absichten, zeigt sich ein anderes Bild. Die planetaren Zeichensysteme umgreifen dann nicht die Gesamtheit planetaren Sinns. Vielmehr sind sie eine spezifische

Zunge, die die Erde spricht, eine unvollständige Überlieferung irdischer Geschichten in den Symbolen mancher Menschen. In dieser Betrachtungsweise offenbart sich: Die menschliche Kultur wird in ihrer Sinnproduktion von anderen Wesen und Prozessen angesprochen, bewegt und verwandelt. Sie ist eingebettet in ein ungeheures Wogen, Erstarren, Aufbrechen, Beben, Verschieben von mehr-als-menschlichem Sinn und von rätselhaften Vorgängen der Einschreibung. Unsere Sinnproduktion ist in eine naturkulturelle Semiosphäre eingebettet. Mit der Auslegung der irdischen Überlieferungen, die nie feststehen, und den immer neu gesprochenen Prophezeiungen anderer Spezies und Naturprozesse, werden die Menschen, zum Glück, an kein Ende kommen.

Der Geologe Victor Baker hat von einer semiotischen Kontinuität gesprochen, die irdische Überlieferungen und menschliche Symbolsysteme verbindet. Diese Kontinuität reicht von vergangenen Naturprozessen über deren materielle Einschreibungen bis in die wissenschaftlichen Berichte über diese Zeugnisse und entsprechende Rekonstruktionen der Erdgeschichte. Wissenschaftliche Arbeiten, populärwissenschaftliche Darstellungen oder künstlerischer Verarbeitungen, die sich nur auf von Menschen verfasste Texte stützen, haben trotzdem indirekt Anteil an dieser semiotischen Kontinuität.<sup>76</sup> So reichen die geologischen Semioseprozesse, wenn auch partiell und in unterschiedlicher Deutlichkeit, bis in unsere alltäglichen Sprechakte über die Klimakrise, journalistische Texte, Twitter-Beiträge, Gedichte und Romane hinein. Deshalb sind Texte, die von der Erdgeschichte handeln oder auf Wissen über die Erdgeschichte beruhen, stets auch in intertextuelle und intersemiotische Beziehungen eingebunden, die im Rahmen der naturkulturellen Semiosphäre über die menschliche Sprache hinausgehen und eine Art ›Natur-Text‹ bzw. eine ›planetare Textualität‹ konstituieren.<sup>77</sup>

Im menschlichen Erforschen und Verstehen planetarer Geschichte und Gegenwart entsteht ein Geflecht von Bedeutungen, das über unterschiedliche Artikulations- und Existenzweisen hinweg reicht. In dieses Geflecht sind wir eingebettet. Vicky Kirby erweitert (und unterwandert) in diesem Sinn das Diktum von Jaques Derrida, dass es kein Außerhalb des Textes gebe: Es gibt auch kein Außerhalb der Natur und menschliche Bedeutungsproduktion ist nicht nur von sprachlichen Diskursen durchdrungen, sondern auch von der Semiose der Natur.<sup>78</sup>

Daraus folgt: Wenn wir im freundschaftlichen Austausch oder im politischen Streitgespräch über die Klimakrise diskutieren, dann sprechen in uns nicht nur menschliche Stimmen, sondern wir artikulieren mit unseren

Stimmen auch die Stimmen des Klimas, das sich in Luftfeinschlüssen, Korallen ebenso wie an Sensoren und Wetterstationen auf vielfältige Weise ausdrückt und unsere Rede ›beseelt‹. Wenn wir über die Klimakrise sprechen, sprechen viele Wesen mit, das Eis, die Sedimente der Tiefsee, Baumringe ... und ohne Frage enthüllen sie uns stets nur einen Bruchteil des Sinns, der von ihnen in viele Richtungen ausstrahlt.

#### 1.4 Die Gegenwart in der Erde lesen: Vom Anthropozän bis zum Chthuluzän

Nicht nur geophysikalische Prozesse, auch allzu menschliche Geschichten wollen in unserer Rede von der Klimakrise artikuliert sein, sprechen in ihr mit. Die Gegenwart und jüngere Geschichte der Erde lassen sich nur verstehen, wenn das politische, wirtschaftliche, kulturelle und technologische Verhalten menschlicher Gesellschaften berücksichtigt wird. Diese Einsicht wurde unter anderem auf den Begriff des Anthropozän (Eugene Stoermer und Paul Crutzen) gebracht.<sup>79</sup> Dieser besagt, dass die westlichen Industrienationen spätestens seit Beginn von Kapitalismus, Kolonialismus und Industrialisierung, mit zunehmender Intensität aber seit Mitte des 20. Jahrhunderts, ein maßgeblicher geophysikalischer Faktor sind. Damit werden Menschen zu einem Naturprozess, der sich unmissverständlich in die materielle Formation der Erde einschreibt und als eine ›blinde Kraft‹ (Dipesh Chakrabarty)<sup>80</sup> nicht nur in historischen Zeugnissen, sondern auch in den nichtsprachlichen, materiellen Formationen des Planeten lesbar wird.

Dem Anthropozän, das sich aus dem griechischen *anthropos* = Mensch und dem griechischen *zän* = das Neue zusammensetzt, wurden zahlreiche alternative und (kritisch) ergänzende Begriffskompositionen zur Seite gestellt: z. B. das Technozän (Alf Hornborg), das in der von Menschen geschaffenen Technosphäre, d. h. den emergenten Eigenschaften und Wirkungen technologischer Infrastrukturen, die entscheidende Triebkraft der jüngeren Erdgeschichte sieht,<sup>81</sup> das Kapitalozän (Andreas Malm, Jason Moore), mit dem das ökonomische System des Kapitalismus als wichtigste Wirkmacht ökologischer Zerstörung in planetarem Ausmaß identifiziert wird,<sup>82</sup> das Plantationocene (Donna Haraway, Anna Tsing), das die vom weißen Europa ausgehenden Kolonisationsprozesse und die damit verbundene Ausbeutung von Ökosystemen und nichtweißen Menschen als historische Ursprünge der gegenwärtigen planetaren Katastrophen bestimmt;<sup>83</sup> oder das Chthuluzän (Haraway), das

sich gegen den Anthropozentrismus der anderen Vorschläge richtet und demgegenüber schlicht die vielfältigen mehr-als-menschlichen Lebensformen, die Erdgebundenen (*kththôn*), in ihrem symbiotischen Zusammenwirken als jene Kräfte nennt, die die Erde kontinuierlich umwandeln.<sup>84</sup>

Bei letzterem Vorschlag handelt es sich in gewisser Weise um eine Tautologie oder einen Pleonasmus – das Erdzeitalter der auf der Erde lebenden –, der die spezifischen Verantwortungszuschreibungen der anderen Begriffe auflöst. Trotzdem lässt sich darin die strukturelle Funktionsweise dieser Komposita am klarsten ablesen: Sie legt jeweils die Verflechtungen zwischen einer bestimmten Entität (dem Menschen, der Technologie, dem Kapitalismus, der Sklaverei) und der Erde offen und macht deren wechselseitige Beziehungen zum Gegenstand näherer Untersuchung. Mit der Gegenwartsbezeichnung ›Chthuluzän‹ lassen sich alle Wesen und Strukturen, die den Planeten bevölkern, daraufhin befragen, wie sie Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der Geschichte des Planeten formen – und wie sie wiederum von planetaren Prozessen affiziert werden. Entitäten und Strukturen werden damit auf die Lesbarkeit ihrer materiell-semiotischen Beziehungen zur Erdgeschichte geprüft.

In einer systematischen Untersuchung von wissenschaftlichen und journalistischen Texten zum Anthropozän hat Gabriele Dürbeck festgestellt, dass die unterschiedlichen narrativen Frames trotzdem

gemeinsame Strukturmerkmale auf[weisen], die auf einer strukturprägenden Ebene eine Verbindung herstellen, die über den Bezug auf das Leitkonzept des Anthropozän als gemeinsamen Nenner hinausgehen: erstens der Bezug auf die Gefährdung der Welt durch den Menschen als Plot; zweitens eine tiefenzeitliche Perspektive; drittens ein planetarischer Bezugsrahmen; viertens eine Aufhebung der kategorialen Grenzen zwischen Natur und Kultur im Horizont des Erdsystemkonzepts; fünftens die Thematisierung der ethischen Verantwortung für die Verminderung weiterer Umweltzerstörung und das Überleben der menschlichen Zivilisationen.<sup>85</sup>

Unabhängig von der spezifischen Ausgestaltung der relevanten Akteure, Ereignisse und ihrer Bewertung etablieren die Spielformen anthropozäner Erzählungen doch eine geteilte Welt des Erzählens, in der sie menschliches Handeln verorten, eine Welt, die dezidiert planetarisch, erdsystemisch und erdhis-torisch verfasst ist.

In den spezifischeren Komposita werden jeweils bestimmte Figuren als Schlüssel zur Interpretation planetaren Geschehens erprobt. Die Technosphäre organisiert ihr Wirken nach anderen Prinzipien als der Kapitalismus, als Vulkanausbrüche, der Kolonialismus oder die tropischen Regenwälder. Sie alle bilden je spezifische (miteinander interagierende) Naturkulturprozesse und verlangen nach auf sie zugeschnittenen Auslegungsverfahren (die alle miteinander kombiniert werden müssen), um die von ihnen gebildeten planetaren Strukturen interpretieren zu können.

Entsprechend ist planetares Denken vielfältig und vielstimmig. Wer die Klimakrise als ein technologisches Problem betrachtet (verklärt), wird in der Welt um sich her andere planetare Zusammenhänge lesen, als diejenigen, die in der Klimakrise ein intersektionales Gerechtigkeitsproblem sehen, eine unvermeidliche Folge kapitalistischen Wirtschaftens oder gar die materielle Auswirkung der sogenannten modernen Metaphysik.

Ein Bewusstsein für die unterschiedlichen planetaren Zeichensysteme hilft, zu reflektieren, welche Schwerpunkte wir in unseren Interpretationen planetarer Gegenwart setzen, welchen Regeln des Verstehens wir dabei folgen und welche alternativen Deutungen begründet möglich sind. So reproduziert die Beschreibung, wie ich sie bisher gegeben habe, ein Problem in der semiotischen Infrastruktur unseres Sprechens über den Planeten: die starke Bevorzugung von Aussagen über die Klimakrise vor Aussagen über andere planetare Krisen – die aber alle auf das Engste miteinander verwoben sind. Allen voran die Krise des sechsten Massenaussterbens. Schätzungen zufolge sterben jeden Tag 100 bis 150 Spezies aus, die Aussterberate liegt um mindestens ein Zehn- bis Hundertfaches höher als die ›Hintergrundrate‹ des Artensterbens in den letzten zehn Millionen Jahren. Zugleich ist sie in ihrem Ausmaß mit weit zurückliegenden Ereignissen von Massenaussterben vergleichbar, die mit gravierenden Einschnitten in die Verfassung des Planeten verbunden waren und nach denen es hunderte bis tausende von Millionen Jahren dauerte, bis vielfältiges Leben auf die Erde zurückkehrte.<sup>86</sup> Diese Krise wiederum hängt maßgeblich mit dem Verlust und der Fragmentierung von Habitaten, der Einführung von invasiven Arten, Erderhitzung, Umweltverschmutzung und Überfischung zusammen. Das Sprechen über die Klimakrise strukturiert sich demgegenüber maßgeblich an einer erdsystemischen und erdgeschichtlichen Kohlenstoffgrammatik, mit der wiederum spezifische politische, ökonomische und technologische Grammatiken zusammenhängen, die sich um Begriffe wie Klimaneutralität, Emissionsbudgets und Energiewende strukturieren. Damit ist aber unter Umständen noch nichts über Landnutzung und

den Schutz von Habitaten und Artenvielfalt gesagt. Aus Perspektive der Biodiversität eröffnen sich also andere Regeln zur planetaren Interpretation von Politik, von Maßnahmen und kollektivem Handeln. Das sechste Massenaussterben hat eine andere materielle Grammatik als die Klimakrise und verlangt dementsprechend andere Praktiken des Verstehens. Ein Modell wie das der planetaren Grenzen, das neun Parameter umfasst (Klimawandel; Aerosolbelastung der Atmosphäre; Biodiversitätskrise; Ozonschicht; Phosphor- und Stickstoffzyklus; Landnutzung; Wassernutzung; Übersäuerung der Ozeane; chemische Verschmutzung) lässt sich in diesem Sinn als eine Systematisierung der wichtigsten Bezugssysteme für ein planetares Verständnis unserer Lebenswelt begreifen.<sup>87</sup> Aber auch diese Grenzen werden erst unter Rückgriff auf soziopolitische, ökonomische und kulturelle Analysen zu Schlüssel, mit denen wir unser menschliches Leben neu denken können.

## 1.5 Bedeutungsgefüge, Zeichensysteme und das doppelte Leben des CO<sub>2</sub>

Unser planetares Verstehen gründet in mehr-als-sprachlichen Bedeutungsgefügen,<sup>88</sup> die aus dem Zusammenspiel sehr heterogener Semioseprozesse entstehen: von materiellen Strukturen, in denen sich die geologischen, klimatischen und evolutionären Vorgänge der Erdgeschichte einschreiben und in denen so die Vergangenheit der Erde bis zu einem gewissen Grad aufgezeichnet ist; von physischen, chemischen und biologischen Prozesse, die Auswirkungen auf das Geflecht des Lebens haben und so Bedeutung für dessen Gegenwart und Zukunft besitzen; von wissenschaftlichen Verfahren der Übersetzung dieser Prozesse in symbolische Formen der Repräsentation; von sozialen, kulturellen und politischen Interpretationen dieser wissenschaftlichen Erkenntnisse.<sup>89</sup> Bedeutungsgefüge verstehe ich deshalb als miteinander verbundene Semioseprozesse, die wechselseitig die durch sie konstituierten Bedeutungen beeinflussen. Zum Beispiel haben die Erzählungen der westlichen und wissenschaftlichen Moderne und die an sie geknüpften gesellschaftlichen und ökonomischen Organisationsformen die grundlegende Zusammensetzung der Atmosphäre ebenso wie viele andere Erdsystemparameter verändert und sich den indexikalischen Zeichen in den ›Archiven der Erde‹ eingeschrieben, was wiederum von den Wissenschaften beobachtet wurde, deren Ansichten über die Beziehung von Menschen und Erde verändert hat, von dort in die kulturelle, gesellschaftliche und politische

Debatte eingespeist wurde, was zur Folge hat, dass sich wiederum verändert, wie Menschen sich den ›Archiven der Erde‹ in Zukunft einschreiben werden. Die semiotischen und agentiellen Realitäten der hier geschilderten Verflechtungen sind natürlich komplizierter, aber deutlich werden die Interdependenzen zwischen unterschiedlichen Formen von Semiose, die nicht notwendig sprachlicher oder auch nur symbolischer Natur sein müssen. Die für Menschen relevanten planetaren Bedeutungsgefüge sind eine Kopplung von symbolischen und mehr-als-symbolischen Sphären. Sie sind grundsätzlich dynamisch und unabgeschlossen, abhängig von kontingenten aber gesetzmäßigen Veränderungen der Welt bzw. der Erde selbst ebenso wie von den Beziehungen symbolischer und mehr-als-symbolischer Sphären.<sup>90</sup> Ein Großteil der Bedeutungsgefüge, die die Erde zusammenhalten, sind aber Gemische von Bedeutung, in denen menschliche Symbolsysteme keine Rolle spielen, sei es in den dichten Bedeutungsmyzelen von Wäldern, der unterseeischen Kommunikation von Meerestieren oder den Tänzen der Bienen. In den planetaren Bedeutungsgefügen zirkuliert mehr Sinn als Menschen erfassen können.

Dementsprechend markiert der Begriff des Bedeutungsgefüges, dass die mehr-als-menschlichen Verflechtungen, die planetare Bedeutungen hervorbringen, aus heterogenen Elementen bestehen, die zwar innerhalb von kulturellen Zeichensystemen als Symbole erscheinen, aber weder ausschließlich noch primär als Symbole existieren. Deshalb bezeichne ich mit dem Begriff der planetaren Zeichensysteme alle Praktiken, Technologien und Institutionen, mit denen Menschen die Welt im Hinblick auf die Erde als System interpretieren. Diese Zeichensysteme sind zwar global verbreitet, aber trotzdem nur eine unter den mannigfaltigen Sonderformen von Sinn, die das Leben auf der Erde erfunden hat. Sie speisen sich aus Bedeutungsgefügen und sind zugleich als symbolische Semiose in sie eingebettet.

Das Verhältnis von Bedeutungsgefügen und Zeichensystemen lässt sich gut am Beispiel des Zeichens »CO<sub>2</sub>« verdeutlichen. Als Folge von Buchstaben und einer Ziffer handelt es sich hier eindeutig um ein in Schriftsprache ausgedrücktes Symbol. Dieses Symbol repräsentiert innerhalb des Periodensystems der Chemie das Element Kohlenstoffdioxid, es spielt eine Schlüsselrolle in der Wissenschaft vom Erdsystem, ist im gesellschaftlichen Diskurs über politische, technologische und wirtschaftliche Transformation die zentrale Messgröße und bildet einen der wichtigsten Maßstäbe in moralischen Diskussionen über das ökologisch richtige Leben. »CO<sub>2</sub>« ist ein sehr komplexes Symbol mit einer Vielzahl konventionalisierter Verweisungsstrukturen.

Gleichzeitig beruht dieses symbolische Leben des »CO<sub>2</sub>« auf seinem umtriebigen mehr-als-symbolischen Leben als Treibhausgas.<sup>91</sup> Als Nebenprodukt entsteht Kohlenstoffdioxid bei den allermeisten menschlichen Aktivitäten und kann so als eine allgemeine Vergleichsgrundlage für menschliches Handeln genutzt werden. Dieser Vergleichsgrundlage messen wir deshalb so große Bedeutung bei, weil Kohlenstoffdioxid sich in der Atmosphäre sammelt, von der Erdoberfläche reflektierte Sonnenstrahlung zurückwirft und so zu einer Erhitzung der Erde führt, die nicht-lineare, erdsystemische Feedbackschleifen in Gang setzt durch welche die planetaren Lebensgrundlagen der menschlichen Zivilisationen bedroht sind. Zwar ist uns dieses mehr-als-symbolische Leben des CO<sub>2</sub> nur symbolisch zugänglich – die eminente Bedeutung und bedeutungsstiftende Kraft des Symbols »CO<sub>2</sub>« rührt aber daher, dass wir es auf sein mehr-als-symbolisches Leben hin interpretieren, also auf seine Rolle in planetaren Stoffkreisläufen – sprich seine Bedeutung für das Leben auf der Erde. Denn in einem triadischen Modell lässt sich sagen, dass die Atmosphäre das CO<sub>2</sub> in Form von Erwärmung interpretiert, woran dann viele weitere materielle Interpretationen hängen: das Schmelzen der Gletscher, der Anstieg der Meeresspiegel, die Erwärmung der Ozeane, das Ausbleichen von Korallen, insgesamt die Änderung von Lebensräumen und Ökosystemen und vielen anderen Aspekten, von denen uns sicherlich immer noch viele vollständig entgegen dürften. Das heißt, dass Leben auf der Erde interpretiert den Anstieg der Konzentration von CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre auf mannigfaltige Weise.

Für uns Menschen entsteht der Sinn des Zeichens »CO<sub>2</sub>« aus der Relation von symbolischer und mehr-als-symbolischer Existenzweise. Das gleiche gilt für alle planetaren Zeichen, da es zu ihrem Wesen gehört, dass sie auf die mehr-als-menschlichen, mehr-als-sprachlichen Dimensionen des Lebens auf der Erde hindeuten, ohne dass wir diese ganze erfassen können.

Möglich ist dabei natürlich, dass die symbolischen Sphären eine Dynamik entwickeln, in der bestimmte Zeichen ein Eigenleben entwickeln, das nur zu gewissen Teilen aus ihrem mehr-als-symbolischen Leben erklärbar ist und sich eher auf Wechselwirkungen innerhalb von Symbolsystemen bezieht. Das gilt auch für »CO<sub>2</sub>«. Mit seiner symbolischen Verbreitungsfähigkeit hat es das kollektive Denken, Institutionen und Transformationsnarrative so umfassend angereichert, dass es viele andere Symbole verdrängt, obwohl deren mehr-als-symbolische Rolle für den langfristigen Erhalt biodiversen Lebens auf der Erde ähnlich wichtig ist. So sind die chemischen Symbole für andere maßgebliche Treibhausgase wie »CH<sub>4</sub>« (Methan), »NH<sub>2</sub>« (Lachgas), »NF<sub>3</sub>« (Stickstofftrifluorid) oder »SF<sub>6</sub>« (Schwefelhexafluorid) jenseits ihrer wissenschaftlichen

Verwendung weit weniger berühmt und verfügen nicht über die kulturelle Bedeutungsdichte von »CO<sub>2</sub>« – sogar wenn sie, wie z.B. Methan, deutlich schädlicher sein können. Aber auch diese symbolische Dominanz des »CO<sub>2</sub>« hat wiederum einen mehr-als-symbolischen Grund – es ist das Treibhausgas, das am engsten mit der Ausbeutung petrofossiler Energiequellen verwickelt ist. Interessant ist auch, dass in der kulturellen Bedeutung dieses Symbols seine Wertung als ›Klimakiller‹ überwiegt und die mehr-als-symbolische Rolle des Kohlenstoffdioxids als entscheidender Grundbaustein des Lebens auf der Erde fast vollständig überdeckt.<sup>92</sup>

Ein ebenfalls eindrückliches Beispiel für ein planetares Zeichen, bei dem symbolische Wirkmacht und soziale Bedeutungsdimensionen mindestens ebenso wichtig sind wie die erdsystemische Wirkmacht, ist »SUV«. Ohne Frage ist der globale Energie- und Ressourcenverbrauch für Produktion und Betrieb dieser »Sport Utility Vehicles« in der Klimakrise kein unerheblicher Faktor.<sup>93</sup> Trotzdem stehen sie im öffentlichen Diskurs nicht primär für Veränderungen in erdsystemischen Stoffkreisläufen und mehr für kapitalistisch-industrielle Machtstrukturen, für rücksichtsloses, ignorantes, unsolidarisches Verhalten einiger wohlhabender und konsumorientierter Bevölkerungsgruppen und für die fatale Tendenz des kapitalistischen Systems, entgegen besserem Wissen im Namen von Profit und marktliberaler Freiheit einem immer größeren Ressourcenverbrauch entgegenzustreben. Hier geht es nicht nur um ›Emissionen an sich‹, sondern um die moralische Dimension von Emissionen, die sich z.B. daran ermisst, ob diese im Zuge überlebensnotwendiger Landwirtschaft im globalen Süden entstehen oder als Folge eines durch imperialistisches Handeln ermöglichten Luxus-Lebensstils im globalen Norden.<sup>94</sup>

Der »SUV« steht also synekdochisch für die soziale, ökonomische, technologische und moralische Seite der tragischen Verwicklungen von Menschen und Planeten, von Kapitalismus und Lebensnetz.<sup>95</sup> Deshalb kommt dem »SUV«, zumindest in Europa, eine wichtige und stark emotionalisierende symbolische Funktion in den sozialen Kämpfen um eine tiefgreifende Transformation unserer Gesellschaften zu. Das zeigt sich z.B., wenn Andreas Malm in seiner vielgelesenen, manifestartigen politischen Analyse *How to Blow Up a Pipeline* (2021) davon erzählt, wie er mit Freunden und Verbündeten Kartoffeln in die Abgasrohre von SUVs steckt, um diese klimaschädliche kapitalistische Infrastruktur zu sabotieren.<sup>96</sup> Ähnlich funktioniert das Symbol der Luxusyacht, das für die Rücksichtslosigkeit im Lebensstil der Superreichen steht, mit realen materiellen Auswirkungen verbindet und sogar im

Mikrokosmos des Lebens an Bord (wer arbeitet unter welchen ausbeuterischen Bedingungen für wen?) in einer quasi-allegorischen Inszenierung die Unterdrückungsstrukturen des Kapitalozäns reproduziert.<sup>97</sup>

Planetare Zeichen können ihre Bedeutung aus sehr heterogenen Kontexten speisen. In ihnen vermischen sich Verweise auf mehr-als-symbolische planetare (erdsystemische, ökonomische, soziale, technologische etc.) Zusammenhänge mit symbolischen Eigendynamiken auf komplexe Weise. Planetare Zeichensysteme sind also nicht einfach die aus der Gesamtheit naturwissenschaftlichen Wissens über die Erde abgeleiteten Regeln zur Interpretation von Naturphänomenen. Im Gegenteil: Ganz im Sinn einer Peirce'schen Semiotik entstehen sie durch die auf eine bestimmte Finalität (z.B. das Wohlergehen menschlicher Zivilisationen) ausgerichteten Interpretationsprozesse einer bestimmten Menge dieses Wissens und dadurch sich etablierende Regeln und Konventionen der Interpretation. Dynamiken und Aushandlungsprozesse entstehen dabei sowohl durch Verschiebungen und Unterschiede in der Finalität (z.B. der Fokus auf intersektionale Klimagerechtigkeit vs. dem Fokus auf Klimaneutralität bei gleichbleibender Verteilung von Wohlstand und Armut) und damit sich unterscheidenden Auswahl- und Interpretationsprozessen, als auch durch Veränderungen im Wissensbestand selbst (z.B. durch die Verfügbarkeit von Eisbohrkernen als klimageschichtlicher Quelle, oder der Entwicklung der Attributionsforschung, die konkrete Wetterereignisse statistisch auf die Erderhitzung beziehen kann). Planetare Zeichensysteme sind deshalb trotz geteilter Grundlagen plural und veränderbar. Sie hängen von sozialen Werten, gesellschaftlichen Zielsetzungen und kulturellen Erzählungen ebenso ab wie von den wissenschaftlichen Möglichkeiten, die Archive der Erde zu interpretieren, Daten zu erheben und zusammenzuführen.

## 1.6 Drei Grundkonzepte: Semiotische Kontinuität, Wirkmacht und Infrastrukturen

Im Zuge dieses Kapitels wurden drei Grundkonzepte für eine planetare Theoretisierung von (natur)kulturellem Sinn entwickelt: (1) die *semiotischen Kontinuität*, (2) die *semiotischen Wirkmacht* und (3) die *semiotische Infrastruktur*.

Zu (1): Ausgehend von der triadischen Semiotik in der Tradition von Charles Sanders Peirce lassen sich nicht-sprachliche Strukturen (wie z.B. die Schichten der Erde) als in sich bedeutungstragend beschreiben. Wissenschaftliche Texte, die von der Erdgeschichte handeln, sprechen dann nicht

nur über die Erde, sondern übersetzen die nichtsprachliche Semiose von Naturprozessen in menschliche Sprache und Symbole. Kulturelle Texte, die von solchen erdsystemischen Vorgängen handeln, haben dann, zumindest indirekt, an dieser Kontinuität menschlicher Bedeutungsproduktion mit der nichtsprachlichen Semiose der Erde teil.

Zu (2): Daraus folgt, dass nichtmenschliche Wesen semiotische Wirkmacht entfalten. Das heißt, sie können Unterschiede in die menschliche Sinngebung einführen. Das zeigt sich z.B., wenn die Beobachtung von Fossilien in den Oberflächenschichten der Erde den durch die Bibel gesetzten Zeitrahmen der Entstehung der Erde widerlegt und es notwendig macht, den Zeitrahmen der Geschichte über historische Aufzeichnungen und die von Menschen imaginierte Vergangenheit des Planeten hinaus zu erweitern. Diese Erweiterung von Erzählungen über die Entstehung der Welt wird zwar von Menschen durchgeführt, sie wäre aber nicht möglich ohne die Bedeutungen, die aus der Interaktion von Menschen mit der Materialität der Erde entstehen, und von denen erdgeschichtliches Erzählen in Gang gesetzt, legitimiert und fortlaufend verwandelt wird.

Zu (3): Damit die Aspekte (1) und (2) überhaupt zur Geltung kommen, braucht es Wissenspraktiken, die systematisch die ›Sprache der Erde‹ in die Sprachen und Symbolsysteme der Menschen übersetzen, wie z.B. die Geologie oder die Klimaforschung. Die umfassende Erhebung von Daten, deren Messung, Systematisierung, Erhebung aus Klimaarchiven und deren Zusammenführung in computationalen Modellen erlauben, wissenschaftliche Aussagen über die Erde als Ganzes zu treffen und Verweisungszusammenhänge zwischen verschiedenen Naturprozessen zu etablieren, z.B. zwischen dem Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre und der Wahrscheinlichkeit bestimmter Wetterereignisse. Diese materiellen, technologischen, wissenschaftlichen und semiotischen Infrastrukturen koppeln menschliche Symbolsysteme an die nichtsprachliche Semiose der Erde und machen auf diese Weise die Einbettung menschlicher Bedeutungsproduktion, Kultur und Literatur in mehr-als-menschliche Geflechte planetarer Semiose möglich. Sie bilden die Grundlage für das Lesen und Schreiben im Zeichen des Planeten.

## 1.7 Planetare Hermeneutik und Kritik

Es gibt schwer quantifizierbare und modellierbare planetare Zusammenhänge wie z.B. die von kulturellen Erzählungen, Glaubenssystemen und

Vorstellungswelten mit den geophysikalischen Wirkungen menschlicher Gemeinschaften. Um diese Zusammenhänge zu verstehen, müssen naturwissenschaftliche und erdhistorische Erkenntnisse mit historischen, philosophischen, soziologischen, ökonomischen und kulturwissenschaftlichen Zugängen verbunden werden. Denn wenn die symbolischen Welten, die Menschen erschaffen und bewohnen, eine Wirkmacht auf die Erde ausüben, dann müssen die hermeneutischen Wissenschaften mit einbezogen werden, um zu verstehen, was auf diesem Planeten vor sich geht, welche sonderbaren Wirkweisen seine Atmosphäre, seine Ozeane, seine Wälder, Stoffkreisläufe und die Gemeinschaft der Erdenbewohner\*innen so tiefgreifend durcheinander bringen und verheeren.

Planetare Zeichensysteme beruhen nicht nur auf der in den Archiven der Erde dokumentierten Vergangenheit, sondern auch auf Wahrnehmungen der dichten, dynamischen Gegenwart – ebenso wie Vorstellungen möglicher planetarer Zukünfte, in die wir hinein handeln. Modellierungen und Imaginationen der erdsystemischen Folgen in Abhängigkeit von der Erhitzung der Erde sind eine notwendige Bedingung für klimapolitische Handlungspläne. Gleichzeitig sind diese Modellierungen, Zukunftsvorstellungen und klimapolitische Pläne selbst wieder planetare Wirkfaktoren, weil sie das Handeln menschlicher Kollektive koordinieren und in bestimmte Richtungen lenken. Sie sind Interpretationen planetarer Zusammenhänge, die mit politischem Handeln weiter ›interpretiert‹ und dadurch zu materiell-semiotischen planetaren Kräften werden. In der Folge ist die kritische multiperspektivische Reflexion der Art, wie wir Geschichte und Gegenwart der Erde wissenschaftlich, kulturell und politisch auslegen – also die Kunst einer planetaren Hermeneutik und der kritischen Prüfung planetarer Zeichensysteme –, selbst eine politische und ethische Angelegenheit.

## Anmerkungen

- 1 Eco, Umberto. 1977. *Zeichen. Einführung in einen Begriff und seine Geschichte*. Aus dem Italienischen von Günter Memmert. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 9–15, insbesondere 13.
- 2 Diese paradigmatische Unterscheidung von zwei Dimensionen des Planetaren bezieht sich auf je unterschiedliche Felder des Wissens, die jeweils ihre eigene Geschichte haben. Wenn z.B. Hans-Joachim Schellnhuber die Entwicklung der modernen Erdsystemwissenschaften

- als eine ›zweite kopernikanische Revolution‹ bezeichnet, ist die erste kopernikanische Revolution Teil der Geschichte des planetar-kosmologischen, die zweite des planetar-irdischen Denkens. Vgl. Schellnhuber, Hans-Joachim. 1999. ›Earth system analysis‹ and the second Copernican revolution. *Nature* 402: 19–23.
- 3 Der Literaturwissenschaftler Thomas Ford schreibt dazu: »Any instance of text, whatever it might say, is also in social and material terms so many kilograms of embodied CO<sub>2</sub>, a future thickness of submarine limestone, and so is potentially legible climatologically and stratigraphically, as well as in any more traditionally literary sense.« Ford, Thomas. 2017. Punctuating History Circa 1800. The Air of Jane Eyre. In: Tobias Menely and Jesse Oak Taylor (Hg.): *Anthropocene Reading. Literary History in Geologic Times*. University Park, PA: Pennsylvania State University Press, 78–95, hier 85.
  - 4 Papiersigel, wie wir sie z. B. in manchen Büchern finden, übermitteln uns, wenn wir ihnen nicht weiter nachgehen, auch kaum mehr als die rudimentäre und durchaus streitbare Botschaft, dass wir uns über die Herkunft des Papiers, auf dem wir lesen, beruhigen und uns ganz den Zeichenwelten des Buches widmen können.
  - 5 Der Medienwissenschaftler Jussi Parikka kritisiert die Versuche, die materielle Infrastruktur von Medien mit Vorstellungen einer abstrakten ›Cloud‹ zu vernebeln. Er beschreibt ausführlich, wie die Förderung von Ressourcen wie Kupfer, Nickel, Bauxit u. a. im Rahmen einer kolonialistischen und extraktivistischen Geologie seit dem 19. Jahrhundert die materielle Grundlage für die medialen Infrastrukturen geschaffen hat, die uns heute so selbstverständlich umgeben. Vgl. Parikka, Jussi. 2015. *A Geology of Media*. Minneapolis und London: University of Minnesota Press, viii und 29–30.
  - 6 Die Literaturwissenschaftlerin Stephanie LeMenager hat für dieses Phänomen den Begriff des »Everyday Anthropocene« geprägt. Damit möchte sie der Gefahr entgegenwirken, dass mit der Formulierung einer neuen, durch den Menschen als geophysikalische Kraft geprägten Epoche der Erdgeschichte die damit verbundenen politischen und existentiellen Fragen in die Erhabenheit historischer Distanz gebannt werden. »I recommend paying attention to what it means to live, day by day, through climate shift and the economic and social injuries that underwrite it.« LeMenager, Stephanie. 2017. Climate Change and the Struggle for Genre. In: Tobias Menely und Jesse Oak Taylor (Hg.): *Anthropocene Reading. Literary*

- History in Geologic Times*. University Park, PA: Pennsylvania State University Press, 220–238, hier 223 und 225.
- 7 Peirce, Charles Sanders. 1931–1958. *Collected Papers. Volumes 1–6*. Hg. von C. Hartshorne und P. Weiss. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, Volume 2, Paragraph 228. Zitiert nach Nöth, Winfried. 2000. *Handbuch der Semiotik*. 2. Vollständig neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart und Weimar: Metzler, 62.
  - 8 Vgl. Nöth, *Handbuch der Semiotik*, 62.
  - 9 Vgl. Kohn, Eduardo. 2013. *How Forests Think. Toward an Anthropology Beyond the Human*. Berkeley, Los Angeles und London: University of California Press, 40.
  - 10 Latour, Bruno. *Existenzweisen. Eine Anthropologie der Modernen*. Aus dem Französischen von Gustav Roßler. Berlin: Suhrkamp, 217.
  - 11 Vgl. Nöth, *Handbuch der Semiotik*, 250.
  - 12 Die vollständige Einteilung von Zeichen wie Peirce sie vornimmt, ist sehr komplex und umfasst insgesamt zehn Hauptzeichenklassen. Ikon, Index und Symbol stellen dabei nur die Dimension der Objektrelation dar, die in der Klassifikation noch mit der Art des Repräsentamens, des Interpretantenbezugs sowie den Kategorien von Möglichkeit, Existenz und Drittheit zusammenspielen. Für den Zweck dieses Kapitels möchte ich mich mit der Objektrelation begnügen, es wäre aber sicher eine interessante Übung, planetare Zeichen durch die gesamte Klassifikation von Zeichen auszdifferenzieren. Für eine ausführliche Darstellung der Zeichenklassen von Peirce vgl. Pape, Helmut. 1989. *Erfahrung und Wirklichkeit als Zeichenprozess*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
  - 13 Für eine Erzählung von der Entstehung, dem wissenschaftsgeschichtlichen Hintergrund und der politischen Bedeutung der Attributionsforschung vgl. Otto, Friederike. 2019. *Wütendes Wetter. Auf der Suche nach den Schuldigen für Hitzewelle, Hochwasser und Sturm*. Berlin: Ullstein.
  - 14 Das IPCC ist vor eine große Herausforderung gestellt. Trotz der unüberschaubaren Vielzahl der an ihm beteiligten Wissenschaftler\*innen, der Komplexität des Gegenstands sowie wissenschaftlicher Unsicherheiten und Uneinigkeiten muss es zu einem Bericht gelangen, der möglichst verständlich, akkurat und relevant ist. Für die Verfahren, mit denen das IPCC diese Herausforderung zu bewältigen versucht vgl. Drouet, Isabelle et al. 2021. Expert reports by large multidisciplinary groups: the case of the International Panel on Climate Change. *Synthese* 199: 14491–14508. Aus eben diesen Gründen legt das IPCC großen Wert auf die Transparenz

- seiner Verfahren und erklärt diese auch auf seiner Internetseite, vgl. <https://www.ipcc.ch/documentation/procedures/>. Aufgerufen am 11.07.2022. Eine umfassende und gut verständliche Zusammenfassung der Arbeitsweise des IPCC findet sich z.B. auf <https://www.klimafakten.de/meldung/der-ipcc-ein-kurzportraet-teil-1>. Aufgerufen am 11.07.2022.
- 15 Beim aktuellen 6. Assessment Report umfassen bspw. der vollständige Bericht der Arbeitsgruppe II »Impacts, Adaption, and Vulnerability« 3675 Seiten, die technische Zusammenfassung 96 Seiten und die Summary for Policymakers 40 Seiten, vgl. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>. Aufgerufen am 11.07.2022.
  - 16 IPCC. 2023. *Summary for Policymakers*. Approved, Subject to Copyedit, 4. [https://report.ipcc.ch/ar6syr/pdf/IPCC\\_AR6\\_SYR\\_SPM.pdf](https://report.ipcc.ch/ar6syr/pdf/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf). Aufgerufen am 04.06.2023.
  - 17 Vgl. Serres, Michel. 2015. *Der Naturvertrag*. Aus dem Französischen von Hans-Horst Henschen. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 71. Hervorhebung getilgt.
  - 18 Als Suche nach einem Naturvertrag interpretierte z.B. der französische Philosoph Bruno Latour die Verhandlungen um das Klimaabkommen 2015 in Paris. Er gab dieser Interpretation in dem gemeinsam mit Laurence Tubiana und unter Beteiligung der Sciences Po École des Arts Politiques (SPEAP) initiierten und von Philippe Quesne und Frédérique Aït-Touati inszenierten *Théâtre des Négociations* (Verhandlungstheater, 2015) Ausdruck. In Form eines Pre-Enactments der Pariser Klimaverhandlungen rangen Student\*innendelegationen mit Beteiligten aus 30 Ländern um die Erarbeitung eines »Verfassungsrechts der ERDE«. Latour, Bruno. 2017. *Kampf um Gaia. Acht Vorträge über das neue Klimaregime*. Aus dem Französischen von Achim Russer und Bernd Schwibs. Berlin: Suhrkamp, 432.
  - 19 Wobei es auch zunehmend Kritik an der Idee gibt, dass wir die ›Sprache von nichtmenschlichen Wesen und Prozessen nur vermittelt über die Wissenschaft verstehen könnten. Monica Gagliano plädiert beispielsweise in der Erforschung der ›Sprache von Pflanzen‹ für die Zusammenführung von wissenschaftlichen Experimenten mit Praktiken des Zuhörens (z.B. bewusstseinsweiternde Rituale). Darin verbindet sich eine nach dem empirischen Informationsparadigma beschriebene Sprache der Pflanzen mit einer Form der elementaren, vorbewussten semiotischen Verbindung von Menschen mit anderen Wesen. Vgl. Gagliano, Monica. 2018. *Thus Spoke the Plant. A Remarkable Journey of Groundbreaking Scientific*

- Discovery and Personal Encounters with Plants*. North Atlantic Books. Möglicherweise ließe sich Ähnliches auch für das menschliche Verhältnis zur Sprache der Erde diskutieren.
- 20 Für eine Darstellung der interdisziplinären Struktur der Klimaforschung siehe z.B. Schönwiese, Christian-Dietrich. 2020 (5. Auflage). *Klimatologie*. Stuttgart: UTB, Kap. 2.8.
- 21 Vgl. Heymann, Matthias. 2009. Klimakonstruktionen. Von der klassischen Klimatologie zur Klimaforschung. *N.T.M.* 17: 171–197, hier 189f. Die Geschichte der Klimaforschung hin zu ihrer heutigen Gestalt ist mittlerweile ein gut untersuchtes Feld. Insbesondere auch die Erkenntnis eines anthropogenen Klimawandels von ersten, wenig beachteten Hypothesen im 19. Jahrhundert bis zu einem zunehmend gesicherten und umfassenden Wissen gegen Ende des 20. und Anfang des 21. Jahrhunderts hat viel Beachtung erfahren. Auch das IPCC selbst hat im vierten Bericht ein umfassendes Kapitel zur Forschungsgeschichte eingefügt. Vgl. IPCC. 2007. *Climate Change. The Physical Science Basis*. Cambridge: Cambridge University Press, Kapitel 1. Einen guten Eindruck von der unordentlichen Komplexität der Forschungsgeschichte des Klimawandels gibt auch der entsprechende Wikipediaartikel. Vgl. Wikipedia: Forschungsgeschichte des Klimawandels. [https://de.wikipedia.org/wiki/Forschungsgeschichte\\_des\\_Klimawandels](https://de.wikipedia.org/wiki/Forschungsgeschichte_des_Klimawandels). Ich orientiere mich im Folgenden an der Darstellung von Matthias Heymann, da diese einen Schritt zurücktritt und sich nicht nur auf die Forschungsgeschichte des Klimawandels konzentriert, sondern die Entwicklung von einer geographisch am Wetter und lokalen Gegebenheiten orientierten Klimatologie über eine zunehmend datenbasierte Herangehensweise, die Entstehung der dynamischen, physikalisch ausgerichteten Klimatologie bis zur erdsystemischen und computerbasierten Betrachtungsweise der interdisziplinären Klimaforschung verfolgt. In einer solchen Darstellung wird ersichtlich, wie sich die Klimaforschung – auch unabhängig vom menschengemachten Klimawandel – zu einem Paradigma planetarischen Wissens entwickelt hat.
- 22 Z.B. Shcheglov, Dimitry. 2004. *Ptolemy's system of seven climata and Eratosthenes' geography*. *Geographia Antiqua* XIII: 21–37; Behringer, Wolfgang. 2010. *Kulturgeschichte des Klimas. Von der Eiszeit bis zur globalen Erwärmung*. München: C.H. Beck; Mauelshagen, Franz. 2023. *Geschichte des Klimas. Von der Steinzeit bis zur Gegenwart*. München: C.H. Beck.

- 23 Vgl. Aspray, William. 1992. *John von Neumann and the Origins of Modern Computing*. Cambridge: MIT Press, 152.
- 24 Roger Revelle und Hans Suess haben die Idee, dass die Menschen mit der Verbrennung fossiler Brennstoffe ein langfristiges »geophysikalisches Experiment« durchführen, schon 1957 formuliert, und das trotz des warnenden Untertons durchaus wörtlich gemeint: »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. This experiment, if adequately documented, may yield a far-reaching insight into the processes determining weather and climate. It therefore becomes of prime importance to attempt to determine the way in which carbon dioxide is partitioned between the atmosphere, the oceans, the biosphere and the lithosphere.« Revelle, Roger/Suess, Hans. 1957. Carbon Dioxide Exchange between Atmosphere and Ocean and the Question of an Increase of Atmospheric CO<sub>2</sub> During the Past Decades. *Tellus* 9: 18–27, 19f.
- 25 Vgl. IPCC. 2007. *Climate Change. The Physical Science Basis*. Cambridge: Cambridge University Press, 98.
- 26 Vgl. Weart, Spencer. 2007. Climatology as a Profession. <https://history.aip.org/climate/pdf/Climogy.pdf>. Aufgerufen am 04.06.2023.
- 27 Heymann, Klimakonstruktionen, 186f.
- 28 Vgl. Heymann, Klimakonstruktionen, 188.
- 29 <https://www.pik-potsdam.de/en/institute/departments/earth-system-analysis/models/poem>. Aufgerufen am 06.07.2022.
- 30 So sieht z. B. Clive Hamilton in den Erdsystemwissenschaften die Entstehung einer neuen Art der universellen Vernunft, in der die planetarische Verwobenheit jedes menschlichen Lebens erkennbar wird: »Earth System Science tells us that we live on the Earth, which is not merely a collection of many local worlds but a dynamic, evolving total entity above and beyond the local, and increasingly deciding the fate of all locals«. Hamilton, Clive. 2017. *Defiant Earth. The Fate of Humans in the Anthropocene*. Cambridge und Malden: Polity Press, 77.
- 31 Edwards, Paul N. 2010. *A Vast Machine. Computer Models, Climate Data and the Politics of Global Warming*. Massachusetts: Institute of Technology.
- 32 Edwards, Paul N. 2017. Knowledge infrastructures for the Anthropocene. *The Anthropocene Review* 4.1: 34–43.

- 33 Für eine Auseinandersetzung mit frühen Reflexionen auf die Erde als Ganzes im Umfeld von Kybernetik und Gegenkultur im Kalifornien der 1960er Jahre vgl. Diederichsen, Diederich/Franke, Anselm (Hg.). 2013. *Kalifornien und das Verschwinden des Außen*. Berlin: Sternberg Press.
- 34 Peters, John Durham. *The Marvelous Clouds. Toward a Philosophy of Elemental Media*. Chicago und London: University of Chicago Press, 2f.
- 35 Vgl. Gabrys, Jennifer. 2016. *Becoming Earth. Environmental Sensing Technology and the Making of a Computational Planet*. Minneapolis und London: University of Minnesota Press, 13f.
- 36 Vgl. Edwards, Paul N. 2011. History of Climate Modeling. *WIREs Clim Change* 2: 128–139, hier 137.
- 37 Vgl. Morton, Timothy. 2013. *Hyperobjects. Philosophy at the End of the World*. Minneapolis und London: University of Minnesota Press.
- 38 Farnsworth, Stephen und Robert S. Lichter. 2011. *The Structure of Scientific Opinion on Climate Change*. *Int. Journal of Public Opinion Research* 24. 1. <https://doi.org/10.1093/ijpor%2Fedr033>.
- 39 Cook, John et al. 2013. Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature. *Environmental Research Letters* 8.2. <https://doi.org/10.1088/1748-9326%2F8%2F2%2Fo24024>.
- 40 Vgl. Heymann, Klimakonstruktionen, 192.
- 41 Z.B. Schnegg, Michael. 2019. Knowing the Namibian Weather from Someplace and from Noplace. *American Anthropologist* 121.4: 830–844; Rice, Jennifer, Brian Burke und Nik Heynen. 2015. Knowing Climate Change, Embodying Climate Praxis: Experiential Knowledge in Southern Appalachia. *Annals of the Association of American Geographers* 105.2: 253–262. <https://www.doi.org/10.1080/00045608.2014.985628>.
- 42 Vgl. Otto, *Wütendes Wetter*.
- 43 Vgl. Bindoff, Nathaniel, Peter Stott et al. 2013. Detection and Attribution of Climate Change: From Global to Regional. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge und New York: Cambridge University Press.
- 44 World Weather Attribution: World Weather Attribution Initiative. <https://www.worldweatherattribution.org/about/>. Aufgerufen am 04.06.2023. Für eine Zusammenfassung der Methoden und Hinweise auf wissenschaftliche Fachpublikationen vgl. World Weather Attribution: Pathways and Pitfalls in extreme event attribution. <https://www.worldweather>

- attribution.org/pathways-and-pitfalls-in-extreme-event-attribution/.  
Aufgerufen am 04.06.2023.
- 45 Deutscher Wetterdienst: Attribution/Attributionsforschung. <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/begriffe/A/Attributionsforschung.html;jsessionid=2AD9A3238929F939520821D3D685DE5E.live11054?nn=16102>.  
Aufgerufen am 04.06.2023.
- 46 So können Luft bzw. Klima als elementare Medien verstanden werden, die uns alle umgeben und zugleich mit den Dynamiken in der Atmosphäre des Planeten verbinden, z.B. Horn, Eva. 2018. *Air as Medium*. *Grey Room* 73: 6–25. Für eine phänomenologische Beschreibung der Erfahrung des Klimawandels plädiert z.B. Hepach, Maximilian. <https://re-imagine-climate.com/climate-phenomenology-weather-sensitivity-as-epistemic-indicator/>.
- 47 Vgl. Richter, Steffen. 2018. *Infrastruktur. Ein Schlüsselkonzept der Moderne und die deutsche Literatur 1848–1914*. Berlin: Matthes & Seitz, 17.
- 48 Yusoff, Kathryn. 2018. *A Billion Black Anthropocenes or None*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 20. <https://manifold.umn.edu/read/untitled-5f0c83c1-5748-4091-8d8e-72bebc5b94b/section/6243cd2f-68f4-40dc-97a1-a5c84460c09b>.
- 49 Siehe für eine solche Kritik der Aufrechterhaltung globaler Dominanzstrukturen im Modus der Klimawissenschaft z.B. Israel, Andrei L. und Carolyn Sachs. 2013. *A Climate for feminist intervention: Feminist science studies and climate change*. In: Margaret Alston und Kerri Whittenbury (Hg.): *Research, Action and Policy: Addressing the Gendered Impacts of Climate Change*. New York: Springer, 33–51.
- 50 Dillard, Annie. 2022. *Einen Stein zum Sprechen bringen*. In: Dies.: *Einen Stein zum Sprechen bringen*. Aus dem Englischen von Karen Nölle. Berlin: Matthes & Seitz, 62–71.
- 51 Vgl. <https://interactive.carbonbrief.org/how-proxy-data-reveals-climate-of-earths-distant-past/>. Aufgerufen am 11.07.2022. Siehe auch <https://www.ncei.noaa.gov/products/paleoclimatology>. Aufgerufen am 11.07.2022.
- 52 Eine Übersicht über eine Vielzahl von Klimazeugen sowie Zugang zu interaktiven Karten, die diese verzeichnen, und verbundenen Datensets bietet z.B. die Seite des National Centers for Environmental Information, vgl. <https://www.ncei.noaa.gov/products/paleoclimatology>. Aufgerufen am 11.07.2022.

- 53 Darüber wie Bäume in ihren Ringen Erdgeschichte aufzeichnen und über die Dendrochronologie als die Kunst, diese Aufzeichnungen zu lesen, schreibt z.B. Trouet, Valerie. 2020. *Tree Story. The History of the World Written in Rings*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- 54 Für eine allgemeine Darstellung zur wissenschaftlichen Auswertung von Klimazeugen und der Rekonstruktion vergangener Klimata vgl. Wanner, Heinz. 2016. *Klima und Mensch – eine 12'000-jährige Geschichte*. Bern: Haupt, 57–101.
- 55 Castellano, E., et al. 2005. Holocene volcanic history as recorded in the sulfate stratigraphy of the European Project for Ice Coring in Antarctica Dome C (EDC96) ice core. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 110.D6. <https://doi.org/10.1029/2004JD005259>; Aizen, Vladimir B. et al. 2006. Climatic and atmospheric circulation pattern variability from ice-core isotope/geochemistry records (Altai, Tien Shan and Tibet). *Annals of Glaciology* 43: 49–60.
- 56 Vgl. Rubino, M. et al. 2013. A revised 1000 year atmospheric  $\delta^{13}\text{C}$ -CO<sub>2</sub> record from Law Dome and South Pole, Antarctica. *JGR Atmospheres* 118.15: 8482–8499, hier 8483. <https://doi.org/10.1002/jgrd.50668>.
- 57 Bjornerud, Marcia. 2020. *Zeitbewusstheit. Geologisches Denken und wie es uns helfen könnte, die Welt zu retten*. Aus dem amerikanischen Englisch von Dirk Höfer. Berlin: Matthes & Seitz, 164.
- 58 So gibt es in der Antarktis ein Projekt, Eis aus 2.774 Meter Tiefe zu gewinnen, um damit bis zu 1,5 Millionen Jahre alte Klimadaten zu rekonstruieren. Vgl. <https://www.forschung-und-wissen.de/nachrichten/geologie/bohrung-nach-dem-aeltesten-eis-der-erde-13375689>. Aufgerufen am 15.03.2023.
- 59 Zynisch mutet vor diesem Hintergrund der Versuch des norwegischen Unternehmers Geir Olsen an, Eis aus dem Gletscher Svartisen in Norwegen herauszubohren, um daraus Eiswürfel für High-End-Bars in New York, London oder Dubai herzustellen. Vgl. Eiswürfel aus Gletschereis. Die teuersten Eiswürfel der Welt. *Gourmetwelten. Das Genussportal*, 11. Juli 2018. [https://www.nikos-weinwelten.de/beitrag/die\\_teuersten\\_eiswuerfel\\_der\\_welt\\_eiswuerfel\\_aus\\_gletschereis/](https://www.nikos-weinwelten.de/beitrag/die_teuersten_eiswuerfel_der_welt_eiswuerfel_aus_gletschereis/). Aufgerufen am 15.03.2023.
- 60 Für eine interdisziplinäre Auseinandersetzung insbesondere mit den archiv-, kultur- und medientheoretischen Dimensionen des arktischen Eises vgl. Frank, Susi K. und Kjetil A. Jakobsen (Hg.). 2019. *Arctic Archives. Ice, Memory, and Entropy*. Bielefeld: transcript.

- 61 Colebrook, Claire. 2018. The Intensity of the Archive. *Memory Studies and the Anthropocene: A Roundtable*. *Memory Studies* 11.4: 498–515, hier 507.
- 62 Toepfer, Georg. 2013. Archive der Natur. *Trajekte* 27: 3–7, hier 3. Toepfer analysiert in diesem Aufsatz sechs Gemeinsamkeiten zwischen den Archiven der Kultur und den Archiven der Natur: das Vorhandensein von »konsistente[n] Kriterien des Ein- und Ausschlusses von Objekten« (7), die im Fall der Archive der Erde durch Naturgesetze konstituiert werden; das Vorhandensein von Konservierungs- und Stillstellungsmechanismen; die Konservierung nicht von Ereignissen, sondern von Strukturen, Beziehungen und Konzentrationen; Dokumentation nicht nur von »individuelle[n] Ereignisse[n], sondern regelmäßige[n] Muster[n] von Prozessen und Transformationen« (ebd.); Dokumentation von Anfangspunkten bestimmter Prozesse; und die Bereitstellung von »Rohdaten und Primärquellen« zur »wissenschaftlichen Erforschung der Vergangenheit« (ebd.). Diese Untersuchung zeigt, dass trotz gewisser Unterschiede beider Archivtypen grundsätzliche Gemeinsamkeiten zwischen kulturellen und natürlichen Prozessen der Speicherung von Informationen bestehen und dass Aufbewahrung, Gedächtnis und Erinnern nicht rein menschliche Eigenschaften sind, die auf die Ebenen individueller Gehirne und Körper oder kultureller Praktiken begrenzt werden müssen, sondern auch als Eigenschaft von Orten und Materialität des Planeten Erde betrachtet werden können. Was Toepfer nur am Rande streift, ist die Frage nach den wissenschaftlichen Praktiken und Interpretationsprozessen, d.h. nach den Interaktionen zwischen Menschen und materiellen Ablagerungen, die diese überhaupt erst zu Archiven für die Geschichtsschreibung und den Erinnerungsprozess einer bestimmten Gegenwart machen.
- 63 Toepfer, Archiver der Natur, 5.
- 64 Für eine Darstellung dieser wissenschaftsgeschichtlichen Entwicklung z.B. Lepenies, Wolf. 1976. *Das Ende der Naturgeschichte: Wandel kultureller Selbstverständlichkeiten in den Wissenschaften des 18. und 19. Jahrhunderts*. Darmstadt: WBG.
- 65 Vgl. Toepfer, Archive der Natur, 4–5.
- 66 Darwin, Charles. 2001 (Orig. 1859). *On the Origin of Species*. The Pennsylvania State University, 278.
- 67 Lichtenberg, Georg Christoph. 1803 (Orig. 1794). *Einige Betrachtungen über die physischen Revolutionen unserer Erde*. In: *Vermischte Schriften VII. Band*,

- gesammelt und herausgegeben von Ludwig Christian Lichtenberg und Friedrich Kries. Göttingen: Heinrich Dieterich, 25–68, hier 26f.
- 68 Horn, Eva und Peter Schnyder. 2016. Romantische Klimatologie. Zur Einführung. *Zeitschrift für Kulturwissenschaften* 1: 9–18, hier 15f.
- 69 Gould Stephen Jay. 1990. *Die Entdeckung der Tiefenzeit. Zeitpfeil und Zeitzyklus in der Geschichte unserer Erde*. Aus dem amerikanischen Englisch von Holger Fließbach. München: Carl Hanser, 14.
- 70 Braungart, Georg. 2009. Poetik der Natur. Literatur und Geologie. In: Anz, Thomas (Hg.): *Natur – Kultur. Zur Anthropologie von Sprache und Literatur*. Paderborn: mentis, 55–78, hier 56; Schnyder, Peter. 2013. Geologie. In: Roland Borgards, Harald Neumeyer, Nicolas Pethes et al. (Hg.): *Literatur und Wissen. Ein interdisziplinäres Handbuch*. Stuttgart: Metzler, 75–79, hier 76.
- 71 Was nicht heißt, dass der Streit darum, wie und auf Grundlage welchen ›Worts‹ die Geschichte der Welt zu erzählen sei, beendet wäre. Das eindrücklichste Beispiel dafür sind die kreationistischen Kulturkämpfe in den USA. Deren Ansichten über die Entstehung der Erde, die für viele Menschen in den USA auch im 21. Jahrhundert eine große Rolle spielen, finden sich z.B. dokumentiert in einem Creation Wiki »that has been written from the Biblical worldview«, sich also in seinem Weltwissen auf Gottes Wort verlässt und die Semiose anderer Wesen ausschließt. Vgl. Creation Wiki. The Encyclopedia of Creation Science. [https://www.creationwiki.org/Main\\_Page](https://www.creationwiki.org/Main_Page). Aufgerufen am 04.06.2023.
- 72 Tsing, Anna Lowenhaupt. 2018. *Der Pilz am Ende der Welt. Über das Leben in den Ruinen des Kapitalismus*. Aus dem amerikanischen Englisch von Dirk Höfer. Berlin: Matthes & Seitz, 224.
- 73 Bruno Latour schreibt zur philosophisch-semiotischen Grundlage des Erzählens der von allen Lebewesen auf der Erde geteilten »geostory«: »Storytelling is not just a property of human language, but one of the many consequences of being thrown in a world that is, by itself, fully articulated and active« Latour, Bruno. 2014. Agency at the Time of the Anthropocene. *New Literary History* 45.1: 1–18, 13.
- 74 Vgl. Lotman, Jurij. 2017. *Die Innenwelt des Denkens. Eine semiotische Theorie der Kultur*. Aus dem Russischen von Gabriele Leupold und Olga Radetzka. Berlin: Suhrkamp. Weitere Überlegungen zur Erweiterung von Jurij Lotmans anthropozentrischem Begriff der Semiosphäre finden sich in Kapitel 3.

- 75 Vgl. Vernadskij, Vladimir. 1997. Einige Worte über die Noosphäre. In: Ders.: *Der Mensch in der Biosphäre. Zur Naturgeschichte der Vernunft*. Aus dem Russischen von Felix Eder und Peter Krüger. Frankfurt am Main, Berlin und New York: Peter Lang, 239–249.
- 76 Baker, Victor. 1999. Geosemiosis. *Geological Society of America Bulletin* 111.5: 633–645, 640.
- 77 Vgl. Maran, Timo. 2007. Towards an integrated methodology of ecosemiotics: The concept of nature-text. *Sign System Studies* 35.1/2: 269–294; Probst, Simon. 2022. Planetary Textuality. Reading Asmus Trautsch's ›Die Urwälder Europas‹. *Germanic Review. Literature, Culture, Theory* 97.2: 188–201.
- 78 Kirby, Vicky. 2011. *Quantum Anthropologies. Life at Large*. Durham und London: Duke University Press, xf.
- 79 Crutzen, Paul J. und Eugene F. Stoermer. 2000. The Anthropocene. *IGBP* 41: 17–18.
- 80 Für Chakrabarty ist es genau diese Dimension von Menschen als einer ›Kraft‹, die zunächst einmal blind wirkt, an der sich eine anthropozäne Zusammenführung von Menschheits- und Erdgeschichte abarbeiten muss. Daraus ergibt sich eine neue konzeptuelle Schicht des ›Menschlichen‹ als Spezies und geophysikalischer Kraft, die zur Idee des autonomen Subjekts als Agens der Geschichte hinzutritt. Vgl. Chakrabarty, Dipesh. 2018. Anthropocene Time. *History and Time* 57.1: 5–32.
- 81 Vgl. Haff, Peter. 2014. Humans and technology in the Anthropocene. Six rules. *The Anthropocene Review* 1.2: 126–136; Hornborg, Alf. 2015. The political ecology of the Technocene: Uncovering ecologically unequal exchange in the world-system. In: Hamilton, Clive et al. (Hg.): *The Anthropocene and the Global Environmental Crisis. Rethinking modernity in a new epoch*. New York: Routledge, 57–69.
- 82 Moore, Jason. 2015. *Capitalism in the Web of Life. Ecology and the Accumulation of Capital*. London und New York: Verso.
- 83 Vgl. Haraway, Donna et al. (2016). Anthropologists are talking about the Anthropocene. *Ethnos* 81.3: 535–564.
- 84 Haraway, Donna. 2015. Anthropocene, Capitalocene, Plantationocene, Chthulucene: Making Kin. *Environmental Humanities* 6: 159–165.
- 85 Dürbeck, Gabriele. 2018. Narrative des Anthropozän – Systematisierung eines interdisziplinären Diskurses. *KWZ* 2.1: 1–20, hier 15f.
- 86 Vgl. Ceballos, Gerardo, Paul Ehrlich, Anthony Barnosky et al. 2015. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass

- extinction. *Science Advances* 1.5. <https://www.doi.org/10.1126/sciadv.1400253>.
- 87 Rockström, Johan, Will Steffen, Kevin Noone et al. 2009. A Safe Operating Space for Humanity. *Nature* 461: 472–475.
- 88 Als Vorbild für das Konzept der ›Bedeutungsgefüge‹ dienen Anna Tsings Überlegungen zu den »polyfonen Gefügen«, d.h. den heterogenen Weisen artspezifischer und artenübergreifender Welterzeugung, die in ökologischen Gemeinschaften zusammenwirken. Tsing, *Der Pilz am Ende der Welt*, 39–43.
- 89 Vgl. Vgl. Dürbeck, Gabriele und Simon Probst. 2023. Tiefenzeitliche Erinnerungen in der anthropozänen Literatur. Auf dem Weg zu einer Theorie des naturkulturellen Gedächtnisses. *Kulturwissenschaftliche Zeitschrift* 16: 49–73.
- 90 Im Zuge der exponentiell sich intensivierenden Verflechtung von Natur und Kultur im Anthropozän spielen die Beziehungen von symbolischen mit mehr-als-symbolischen Sphären ebenso eine Rolle wie die von Menschen mit anderen Spezies und planetaren Stoffkreisläufen.
- 91 Timothy Morton führt in seinem Buch über eine mögliche Solidarität von Menschen mit anderen Wesen die Unterscheidung zwischen ›symbiotisch Realem‹ und der ›Realität‹ ein. Das symbiotisch Reale bezeichnet dabei aus einer objekt-orientierten Perspektive den unvordenklichen Bereich der Verflechtungen und Wechselwirkungen aller Dinge. Die Realität ist demgegenüber die Welt, wie sie einem Subjekt, und bei Morton auch Objekten, erscheint. Vgl. Morton, Timothy. 2017. *Humankind. Solidarity with Nonhuman People*. London und New York: Verso. In einer ähnlichen Weise lässt sich hier die Unterscheidung zwischen symbolischem und mehr-als-symbolischem Leben verstehen.
- 92 Eine differenzierte Kulturgeschichte des Kohlenstoffdioxids mit allen seinen Ambivalenzen findet sich in Soentgen, Jens und Armin Reller (Hg.). 2009. *CO<sub>2</sub>. Lebenselixier und Klimakiller*. München: Oekom.
- 93 Der immer noch wachsende Anteil von Geländelimousinen im Verkehrssektor hat zur Folge, dass diese laut einer Studie der Internationalen Energieagentur seit 2010 am zweitstärksten zum Anstieg der internationalen CO<sub>2</sub>-Emissionen beigetragen haben, vgl. Cozzi, Laura und Apostolos Petropoulos. 2019. Commentary: Growing preference for SUVs challenges emissions reductions in passenger car market. International Energy Agency. <https://www.iea.org/commentaries/growing-preferenc>

- e-for-subs-challenges-emissions-reductions-in-passenger-car-market. Aufgerufen am 08.07.2022.
- 94 Vgl. Agarwal, Anil und Sunita Narrain. 2019 (Orig. 1991). Global Warming in an Unequal World. A Case of Environmental Colonialism. In: Navroz K. Dubash (Hg.): *India in a Warming World*. Oxford: Oxford University Press, 82–91, hier 82f.
- 95 Eine Analyse der metabolischen Verschränkung von Kapitalismus und planetaren Ökosystemen als der Ursache gegenwärtiger Krisen findet sich bei Moore, Jason. 2017. The Capitalocene, Part I: On the nature and origins of our ecological crisis. *The Journal of Peasant Studies* 44.3: 594–630.
- 96 Vgl. Malm, Andreas. 2020. *Wie man eine Pipeline in die Luft jagt. Kämpfen lernen in einer Welt in Flammen*. Aus dem Englischen von David Frühauf. Berlin: Matthes & Seitz Berlin, 90–98.
- 97 Salle, Grégory. 2022. *Superyachten. Luxus und Stille im Kapitalozän*. Aus dem Französischen von Ulrike Bischoff. Berlin: Suhrkamp.