

Anthropozän

von Oliver Schlaudt, Olaf Bubenzer, Hans Gebhardt, Frank Keppler, Jacqueline Lorenzen,
Friederike Reents

Dieser Text ist die herausgeberisch und redaktionell bearbeitete, aber noch nicht abschließend
lektorierte und ungesetzte **Vorabveröffentlichung** eines Kapitels, das im Band

Umwelt interdisziplinär
Grundlagen – Konzepte – Handlungsfelder
herausgegeben von **Thomas Meier, Frank Keppler, Ute Mager,**
Ulrich Platt und Friederike Reents

bei Heidelberg University Publishing (heiUP; <https://heiup.uni-heidelberg.de/>) Open Access und in
gedruckter Form erscheinen wird.

Text © die Autoren 2022



Dieser Text ist unter der Creative-Commons-Lizenz CC BY-SA 4.0 veröffentlicht.
DOI: <https://doi.org/10.11588/heidok.00031286>

Anthropozän

Oliver Schlaudt¹, Olaf Bubenzer^{2, 3}, Hans Gebhardt^{2, 3}, Frank Keppler^{3, 4}, Jacqueline Lorenzen⁵, Friederike Reents^{3, 6}

¹ Philosophisches Seminar, Universität Heidelberg

² Geographisches Institut, Universität Heidelberg

³ Heidelberg Center for the Environment (HCE), Universität Heidelberg

⁴ Institut für Geowissenschaften, Universität Heidelberg

⁵ Institut für deutsches und europäisches Verwaltungsrecht, Universität Heidelberg

⁶ Lehrstuhl für Neuere deutsche Literaturwissenschaft, Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt

Zusammenfassung: Unter dem Anthropozän versteht man ein neues Erdzeitalter, in welchem die Dynamik des Erdsystems entscheidend von menschlichen Aktivitäten beeinflusst wird. „Anthropozän“ ist daher ein geologischer (stratigraphischer) Begriff, der aufgrund seiner inhaltlichen Bestimmung aber die Grenzen der Geologie zu anderen Disziplinen (Human-, Sozial- und Rechtswissenschaften, Geisteswissenschaften) und zwischen wissenschaftlichen und politischen Fragestellungen überschreitet. Obgleich in der Wissenschaft noch nicht voll etabliert, wird der Begriff bereits in der allgemeinen Kultur rezipiert und verändert unser Verständnis von Naturschutz. Wir begreifen das Anthropozän provisorisch als ein boundary object und bieten einen Überblick über die verschiedenen disziplinären Perspektiven und sich ergebenden Diskussionen.

Schlüsselbegriffe: Anthropozän, Erdsystem, menschlicher Einfluss, ökologische Krise, Naturschutz

Einleitung

„Anthropozän“ wurde als Name für ein neues Erdzeitalter vorgeschlagen, in welchem der Mensch die entscheidende gestaltende Kraft auf dem Planeten Erde darstellt. Ob die Postulierung eines neuen Erdzeitalters wissenschaftlich einen Erkenntnisfortschritt und politisch einen adäquaten Rahmen zum Umgang mit der ökologischen Krise verspricht, ist jedoch umstritten. Der vorliegende Text stellt die systematischen und historischen Grundlagen der Anthropozän-Diskussion dar, bietet einen Überblick über die Perspektiven der verschiedenen Fachdisziplinen von der Geologie bis zu den Geisteswissenschaften, um sodann die Konsequenzen für den Naturschutz zu erörtern und sich abschließend um eine Einordnung und vorläufige Bewertung zu bemühen.

Grundlagen

Einleitung: Das Anthropozän als boundary object

Der Begriff des Anthropozäns lässt sich „at the highest level of abstraction“ durch eine einfache Formel ausdrücken, die sogenannte Anthropozän-Gleichung (Gaffney und Steffen 2017, 55; vgl. Schellnhuber 1999):

$$\frac{dE}{dt} = \underbrace{f(H)}_{A,G,I \rightarrow 0}$$

Diese Formel, die offenbar eher emblematisch verstanden werden soll, besagt Folgendes: Die historische Trajektorie unseres Erdsystems (E) war über lange, geologische Zeiträume hinweg durch astronomische (A) und geophysikalische Kräfte (G) bestimmt. Als komplexes System reagiert das Erdsystem – anders als zum Beispiel eine angestoßene Billardkugel – mit einer charakteristischen inneren Dynamik (I), welche die Entwicklung dE/dt des Gesamtsystems mitbestimmt. An einem Punkt ihrer Geschichte trat die Menschheit (H) als eine Kraft hinzu, die auf die Dynamik einen relevanten Einfluss nimmt. Da sich das Erdsystem während des Holozäns, also den vergangen ca. 12.000 Jahren, stabilisierte, zugleich aber der Einfluss des Menschen exponentiell wuchs (die sog. *Great Acceleration*, →Wachstum und Wohlstand, Abb. 1), stellt die Menschheit heute auf der Erdoberfläche, aber auch in Teilen der Atmosphäre und der Hydrosphäre, eine immer wichtigere geologische Kraft dar, die den anderen Kräften an Gewicht ebenbürtig ist oder sie im Extremfall sogar übertrifft („ $A, G, I \rightarrow 0$ “).

Nach einem Vorschlag des Atmosphärenchemikers Paul Crutzen (1933–2021) soll der Tatsache, dass dem Menschen heute aus geologischer Perspektive eine entscheidende Bedeutung eingeräumt werden muss, durch die Definition eines neuen Erdzeitalters, dem Anthropozän, Rechnung getragen werden (Crutzen und Stoermer 2000; Crutzen 2002). Mit Crutzens Kriterium einer „*in many ways human-dominated, geological epoch*“ ist, wie sich in der Diskussion herauskristallisierte, nicht lediglich gemeint, dass der Mensch heute auf dem gesamten Globus präsent ist, überall seine Spuren hinterlässt und verändernd in die lokalen Ökosysteme eingreift. Entscheidend für den Begriff des Anthropozäns ist die in der Anthropozän-Gleichung ausgedrückte Tatsache, dass die Menschheit die Dynamik des Erdsystems in den oberen Sphären (Atmosphäre, Biosphäre, Hydrosphäre, Pedosphäre und Lithosphäre) modifiziert (Hamilton 2015a) (→Geowissenschaften, →Physik, →Klimawandel).

Der Begriff des Anthropozäns soll zwar in erster Linie einer empirischen Tatsache Ausdruck verleihen. Bemerkenswert ist er aber aufgrund seiner vielfältigen Konsequenzen, welche die wissenschaftliche Theoriebildung überschreiten. So stellt der empirische Befund einer wesentlichen Beeinflussung des Erdsystems durch menschliche Aktivitäten die begriffliche Unterscheidung von Natur und Kultur infrage – bis hin zur Rede vom „Ende der Natur“ (z. B. Purdy 2015; Baskin 2019) (→Natur-Kultur-Dualismus und Hybridisierung) –, die für die moderne Welt und ihre Auffassung von Menschsein, Wissenschaft, Politik und Ökologie aber prägend war. Drei Beispiele:

- Die disziplinäre Organisation der Forschung, insbesondere die Trennung von Natur- und Kulturwissenschaften. Natur- und Kulturgeschichte fließen im Anthropozän ineinander, die Arbeitsteilung zwischen Natur- und Kultur- oder Sozialwissenschaften wird komplex. „*Describing changes to the Earth system over time demands understanding of the history of the biophysical factors, the human factors and their integration*“ (Robin und Steffen 2007, 1694; vgl. auch Costanza et al. 2007; Chakrabarty 2009, 201).

- Das Selbstverständnis der Wissenschaft. Die Unterscheidung von Natur und Kultur in Form von Tatsache und Wert oder deskriptiver und normativer Perspektive ist grundlegend für das vor allem in den Naturwissenschaften vorherrschende positivistische Selbstverständnis als „wertfreie Wissenschaft“. Die Diagnose des Anthropozäns hingegen liefert nicht wie in einem üblichen *Policy-Advice*-Modell (z. B. Edenhofer und Kowarsch 2015) lediglich die informationelle Grundlage für ein politisches Werturteil, sondern stellt eine „politische Tatsache“ fest, welche uns nach Donna Haraways Worten in eine Haltung der „*responsibility*“ bringen soll (Haraway 2016). In Bruno Latours (*1947) Worten drückt das Anthropozän nicht einen „*matter of fact*“, aus, sondern „*matters of concern*“ (Latour 2015, 150; Latour 2017, 19). Das Anthropozän überschreitet die Trennlinie zwischen Tatsachen und Werten, insofern es zugleich einen Appell oder ein politisches Signal an die Menschheit darstellt. Kurz: „*The Anthropocene is political*“ (Biermann 2014, 57).
- Naturschutz. Das Anthropozän stellt die Natur-Kultur-Unterscheidung auch in Form der Unterscheidung von „unberührter“ Natur und Kultur als domestizierter, beherrschter Natur infrage. Im Anthropozän als einer Welt, die zutiefst vom Menschen beeinflusst wurde, gibt es keine unberührte Natur (oder *wilderness*) mehr, was zum Beispiel im Konzept der „*Anthromes*“, das die anthropogene Überformung natürlicher Biome kartiert, deutlich wird (Ellis und Ramankutty 2008). Da die Vorstellung von unberührter Natur für den Naturschutz grundlegend ist, erfordert die Diagnose des Anthropozäns insbesondere eine Neubestimmung dessen, was mit dieser Forderung gemeint sein kann (siehe Abschnitt 4).

Der Begriff des Anthropozäns lässt sich folglich nicht auf eine Begriffsbildung der empirischen Wissenschaften reduzieren. Er besitzt vielmehr auch politische, weltanschauliche, methodologische, philosophische und kulturelle Dimensionen. Für seinen sehr erfolgreichen Siegeszug in der allgemeinen intellektuellen Diskussion können mit Lorimer (2017) verschiedene Einfallstore identifiziert werden: Das Anthropozän als Forschungsfrage, als Resonanzboden eines intellektuellen Zeitgeists (Besorgnis über den Zustand und die Zukunft unserer Welt nach dem „Ende der Natur“), als ideologische Provokation (über alle politischen Lager hinweg), als Quelle neuer ökologischer Ontologien, schließlich als Gegenstand der Science-Fiction. Lorimer schlägt daher vor, das Anthropozän eher als ein „Grenzobjekt“ (*boundary object*) zu verstehen, welches (im Sinne von Star 2010) aufgrund seiner Plastizität von ganz unterschiedlichen Gruppen und Akteuren verwendet, dabei jedoch immer auch auf je eigene Weise neu ausgelegt und modifiziert wird (siehe Box *Boundary objects*). Damit geht freilich die Gefahr einher, dass aus dem Begriff des Anthropozäns zunehmend ein „leerer Signifikant“ wird, welcher – ähnlich wie →Nachhaltigkeit oder Resilienz – alles und damit letztlich nichts bedeuten kann. Damit stellen sich sogleich einige kritische Fragen: Taugt ein solch vager Begriff überhaupt in der wissenschaftlichen Forschung? Vermag er, einer politischen Forderung Nachdruck und Legitimität zu verleihen?

Box: Boundary objects

„Boundary objects are both plastic enough to adapt to local needs and constraints of the several parties employing them, yet robust enough to maintain a common identity across sites. They are weakly structured in common use, and become strongly structured in individual-site use. They may be abstract or concrete. They have different meanings in different social worlds but their structure is common enough to more than one world to make them recognizable, a means of translation. The creation and management of boundary objects is key in developing and maintaining coherence across intersecting social worlds.“ (Star und Griesemer 1989)

Die Systemperspektive

„Anthropozän“ ist als Name eines erdgeschichtlichen Zeitalters formal betrachtet ein geologischer Begriff, da die Geologie die Erdzeitalter bestimmt (siehe 3.1). Seine Definition nimmt jedoch wesentlich auf die Gesamtheit der Erdsystemwissenschaften Bezug: Von einem „Zeitalter des Menschen“ lässt sich in diesen Wissenschaften genau dann sprechen, wenn menschliche Aktivitäten entscheidenden Einfluss auf die biologischen, geologischen und atmosphärischen Prozesse der Erde und somit insbesondere auf die für ihn relevanten natürlichen Stoffkreisläufe haben. Zum Verständnis des Anthropozänbegriffs ist es daher unabdingbar, zuvor ein paar Worte zum Charakter des Erdsystems zu sagen.

Ein „System“ im allgemeinsten Sinne ist eine Zahl kausal wechselwirkender Elemente, die gemeinsam gegenüber einer „Umwelt“ abgegrenzt werden. Unter den Systemen (in der naturwissenschaftlichen Forschung) lassen sich diejenigen hervorheben, die gegenüber ihrer Umwelt tatsächlich in einem gewissen Sinne isoliert sind. Man unterscheidet energetisch und materiell geschlossene Systeme, je nachdem ob Austausch von Energie und/oder Materie mit der Umwelt stattfinden. Die Erde ist in der für den Menschen relevanten Zeitskala näherungsweise ein materiell geschlossenes System (da Materieeintrag in Form z. B. von Meteoriten und Materieverluste z. B. an den Rändern der Atmosphäre im Verhältnis zur Gesamtmasse vernachlässigbar sind). In energetischer Hinsicht ist das Erdsystem jedoch offen, da kontinuierlich Energie von der Sonne aufgenommen wird. Allerdings steht die Erde mit dem Universum in einem Gleichgewicht, da sie dieselbe Menge an Energie an das Universum abgibt. Wesentlich ist dabei, dass der Input an Energie in Form von Sonnenstrahlung auf höherer Temperatur stattfindet als der Output in Form von Wärmestrahlung (→Klimawandel). Dadurch exportiert das Erdsystem effektiv beständig „Entropie“ – d. h. es erhält gut verfügbare Lichtenergie und gibt schlechter verfügbare Wärmeenergie ab –, was die Bedingung für das Entstehen und Aufrechterhalten komplexer Strukturen ist (Schrödinger 1944; Glansdorff und Prirogine 1971; Kleidon 2016).

Organismen und Ökosysteme sind materiell und energetisch offene Systeme, da sie nicht nur Energie mit ihrer Umwelt austauschen (chemische Energie und Wärme), sondern ihr Stoffwechsel

einen Materiefluss umfasst (auch wenn Ökosysteme bisweilen geschlossene Stoffkreisläufe etablieren, vgl. Odum 1969). Gleichwohl fallen sie unter einen anspruchsvollen Systembegriff, da sie sich aufgrund negativer Feedbackmechanismen gegen äußere Störungen in gewissen Grenzen zu stabilisieren vermögen. Die Feedbackmechanismen sind Ergebnis evolutionärer Entwicklungen. Solche Mechanismen sind nicht an das Leben gekoppelt, sondern finden sich auch in nicht-lebendigen Systemen (mechanischen Systemen, Ökosystemen usw.). Im Fall von lebendigen Systemen spricht man bei ihrem Vorliegen von Homöostase (Cannon 1932). Das Vorliegen von Homöostase erlaubt es, auch bei materieller und energetischer Offenheit in einem substanziellen, nicht bloß konventionellen Sinne das System von seiner Umwelt zu unterscheiden.

Auch das Erdsystem weist diese Systemcharakteristika auf. Das Erdsystem kennt großräumige Stoffkreisläufe (Kohlenstoff-, Stickstoffkreislauf usw., siehe Hutchinson 1970) (→Geowissenschaften, →Physik) und komplexe kausale Dynamiken. Als Ganzes scheint ihm eine Tendenz zur Selbststabilisierung, meist in Form negativer Rückkopplungsmechanismen, zu eignen. Aufgrund der Menge der interagierenden und verschachtelten Elemente ist die Dynamik des Erdsystems komplex (Abb. 1). Allerdings lässt sich das Erdsystem (provisorisch) in Untersysteme teilen – z. B. Atmosphäre, Biosphäre, Hydrosphäre, Pedosphäre und Lithosphäre (→Physik), aber auch noch viel kleinere Einheiten –, die selbst die typischen, positiven und negativen Feedbackmechanismen aufweisen. Die Gestalt und Wirkungsrichtung der Feedbackschleifen ist in der Regel skalenabhängig. So verfügt zum Beispiel der Amazonas-Regenwald über selbststabilisierende Mechanismen, die allerdings von seiner absoluten Größe abhängen und unterhalb eines Schwellenwertes vermutlich nicht mehr funktionieren (Zemp et al. 2017). Solche kritischen Punkte der Systemdynamik heißen Kippunkte (*tipping points*, *tipping elements*, siehe Lenton et al. 2008; Schellnhuber 2009) (siehe Box „Kippelemente“). In der Umgebung von Kippunkten können kleine Änderungen dramatische Folgen zeitigen (Abb. 2). Die Systeme weisen hier einen nicht-linearen Charakter auf (Scheffer et al. 2001). Um das Verhalten einzelner Systeme wie auch des Gesamtsystems zu verstehen, muss auch die Wechselwirkung der Teilsysteme berücksichtigt werden. Dies umfasst insbesondere die Wechselwirkungen zwischen „natürlichen“ und „sozialen“ Systemen (Homer-Dixon et al. 2015). Steht ein System unter „Stress“, welcher es gegen einen Kippunkt treibt, kann auch ein quantitativ relativ unbedeutender Impuls aus einem anderen System zum „Trigger“ des Systemkollapses werden.

Auf der Ebene des gesamten Erdsystems wurde eine ganze Reihe vermutlicher Kippunkte identifiziert (Abb. 4). Jenseits dieser Punkte könnte das Erdsystem durch eine selbstverstärkende Dynamik (positiver *Feedback Loop*) zu einem neuen Gleichgewicht im Zustand einer *Hothouse Earth* gelangen (Steffen et al. 2020) (Abb. 3). Die kausalen Mechanismen des Erdsystems gehen daher auch in die Bestimmung des „*safe operating space for humanity*“ und seiner „*planetary boundaries*“ ein (Rockström et al. 2009), die für die Verhinderung einer multiplen ökologischen Krise einzuhalten wären (Abb. 5).

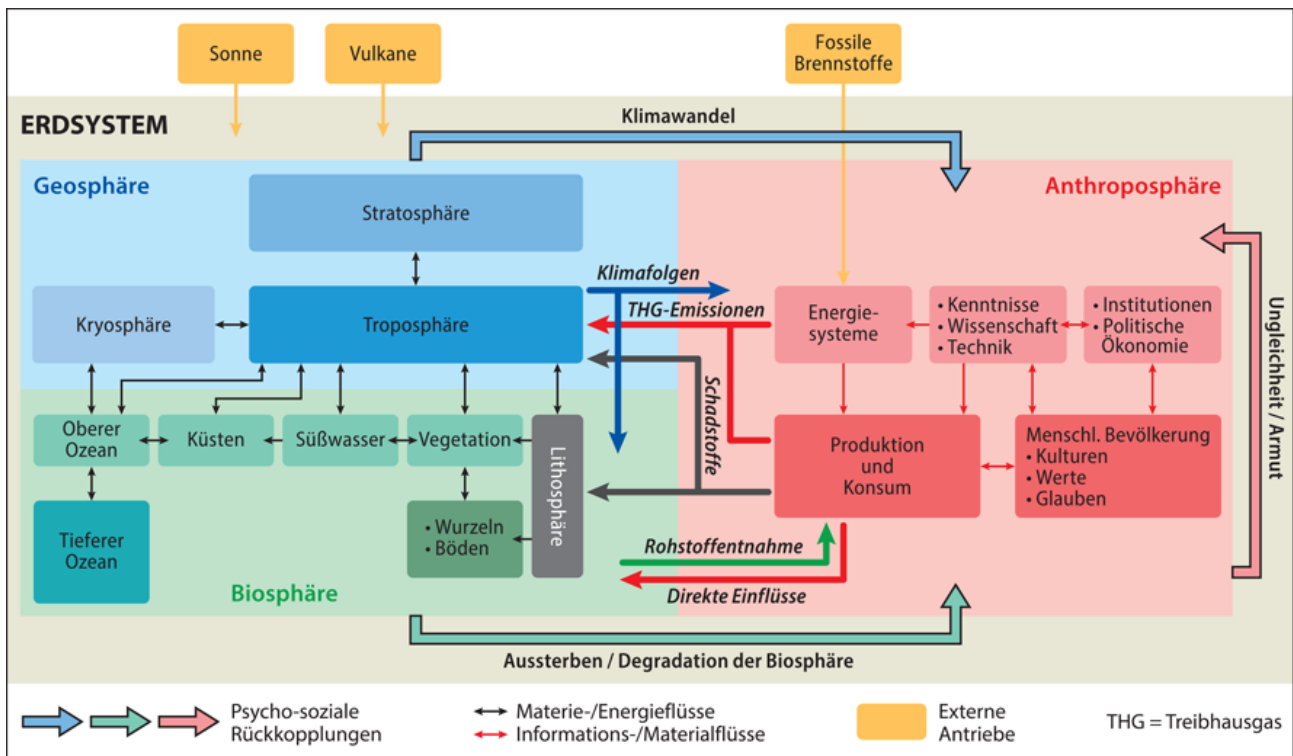


Abb. 1: Ein konzeptuelles Modell des Erdsystems

Box: Kippelemente

Überspannen wir den Bogen? Mögliche Schwellenwerte und Kippelemente als Achillesfersen im Erdsystem

Die Analyse von Satellitendaten ermöglicht es seit einigen Jahrzehnten, die anthropogene Überprägung und Umgestaltung der Landoberflächenbedeckung zu erfassen. Der Umweltwissenschaftler Erle C. Ellis (*1963) und der Agrargeograph Navin Ramankutty (*1970) prägten in diesem Zusammenhang den Begriff „*Anthromes*“ (von *Anthropogenic Biomes*) und publizierten dazu eindrucksvolle Karten. Das zunehmende Wissen um die globalen Stoffkreisläufe bewegten den Resilienzforscher Johan Rockström (*1965) und den Klimaforscher Will Steffen (*1947) dazu, letztendlich aufbauend auf dem Bericht des *Club of Rome Grenzen des Wachstums* von 1972, planetarische Grenzen (*planetary boundaries*) für die anthropogene Beeinflussung wichtiger globaler bio-physikalischer Stoffkreisläufe sowie die Biosphäre und die Landnutzung vorzuschlagen. Bei einem Überschreiten dieser Grenzen, zum Beispiel durch zunehmenden Schadstoffeintrag oder Waldrodung, könne ein System sich nicht-linear verhalten, nämlich in einen anderen Gleichgewichtszustand „kippen“. Die negativen Veränderungen verlaufen nach diesen Szenarien schleichend oder, nach Überschreitung kritischer Schwellenwerte, schnell. In diesem Zusammenhang identifizieren und diskutieren der Klima- und Erdwissenschaftler Tim Lenton (*1973) sowie der Physiker und Klimaforscher Hans Joachim Schellnhuber (*1950) sogenannte Kippelemente als Bestandteile des Erdsystems von überregionaler Größe, die ein Schwellenverhalten in Bezug auf das Hintergrundklima aufweisen (Lenton

et al. 2008; Schellnhuber 2009). Manche dieser Kippunkte könnten bereits im Laufe des 21. Jahrhunderts überschritten werden oder sind gar schon überschritten. Wo genau ein solcher Punkt liegt (also z. B. bei welcher Temperatur oder bei welcher Niederschlagsmenge er überschritten wird), beziehungsweise ob er überhaupt existiert, ist bislang allerdings nicht aus Beobachtungen ableitbar. Ein solches „Umkippen“ stellt also ein →Risiko dar, bei dem der Schaden gewaltig, aber die Wahrscheinlichkeit des Eintretens unbekannt ist. Nach Einschätzung von Expertinnen und Experten stellen das Abschmelzen des arktischen Meereises und des grönländischen Eisschildes derzeit die größte Bedrohung dar (IPCC 2019a, b; IPCC 2021).

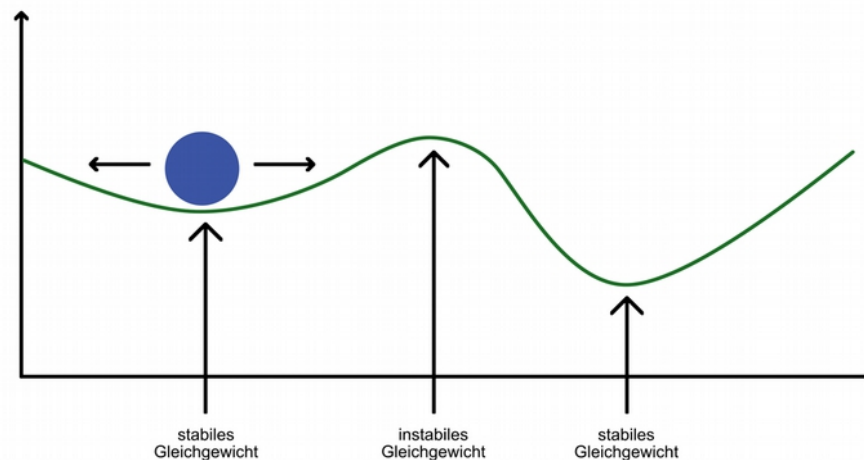


Abb. 2: Eine Stability Landscape zur Illustration von Kippunkten, an welchen ein System von einem (relativ) stabilen Zustand (linkes Tal) in einen anderen kippt (rechtes Tal). Stressfaktoren können das System an die kritische Schwelle bringen, an welcher der Zustandswechsel abrupt erfolgen kann. Ist der neue Zustand stabil genug (ist das Tal „tief“ genug), ist der Wechsel de facto unumkehrbar.

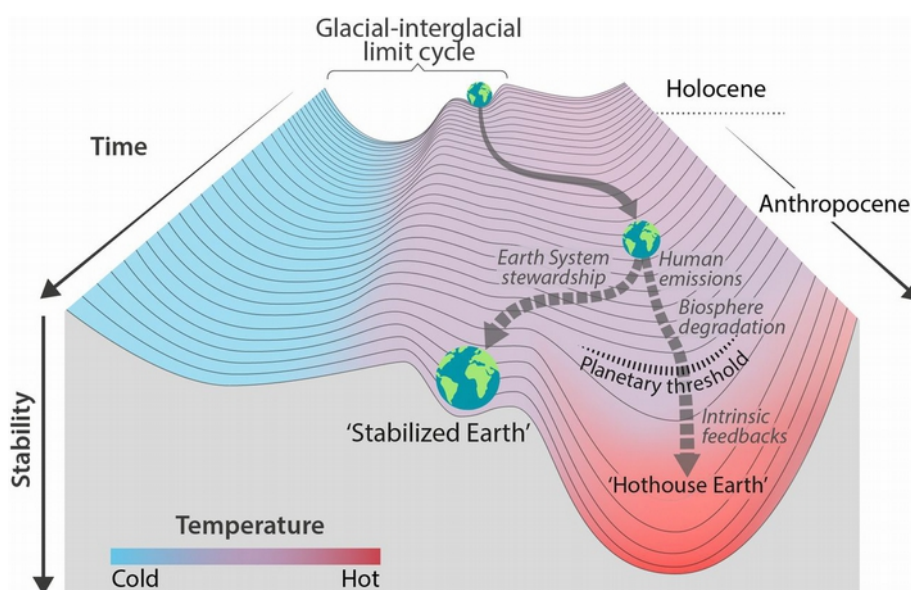


Abb. 3: Die Trajektorie des Erdsystems: Links das Tal, in welchem das Erdsystem zwischen Eis- und Warmzeiten pendelte, rechts das drohende Hothouse Earth

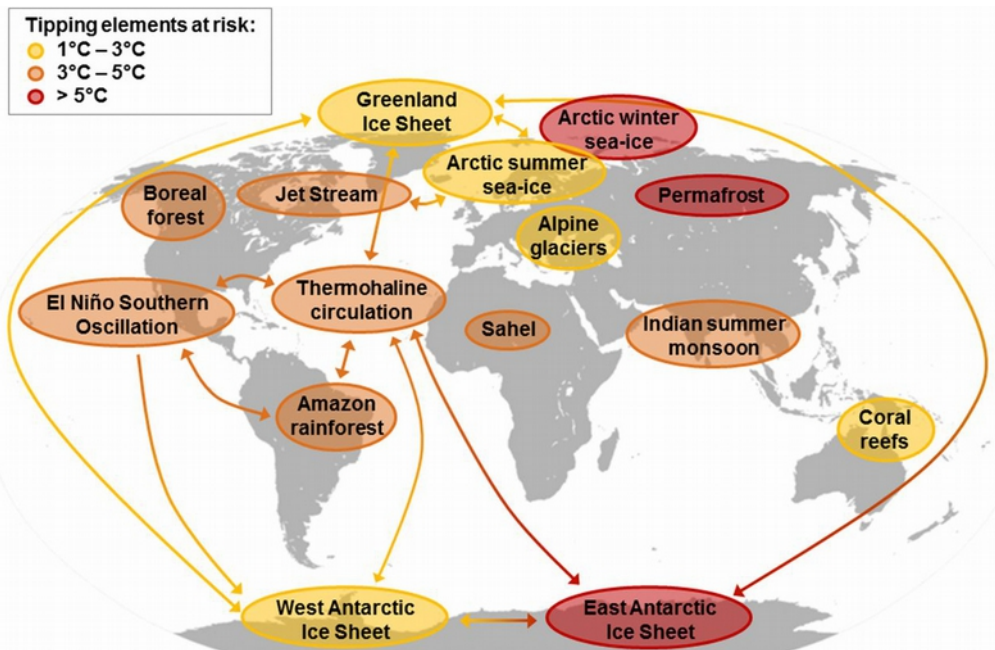


Abb. 4: Mögliche Kippelemente des Erdsystems, ihre Temperaturschwelle und ihr Zusammenhang

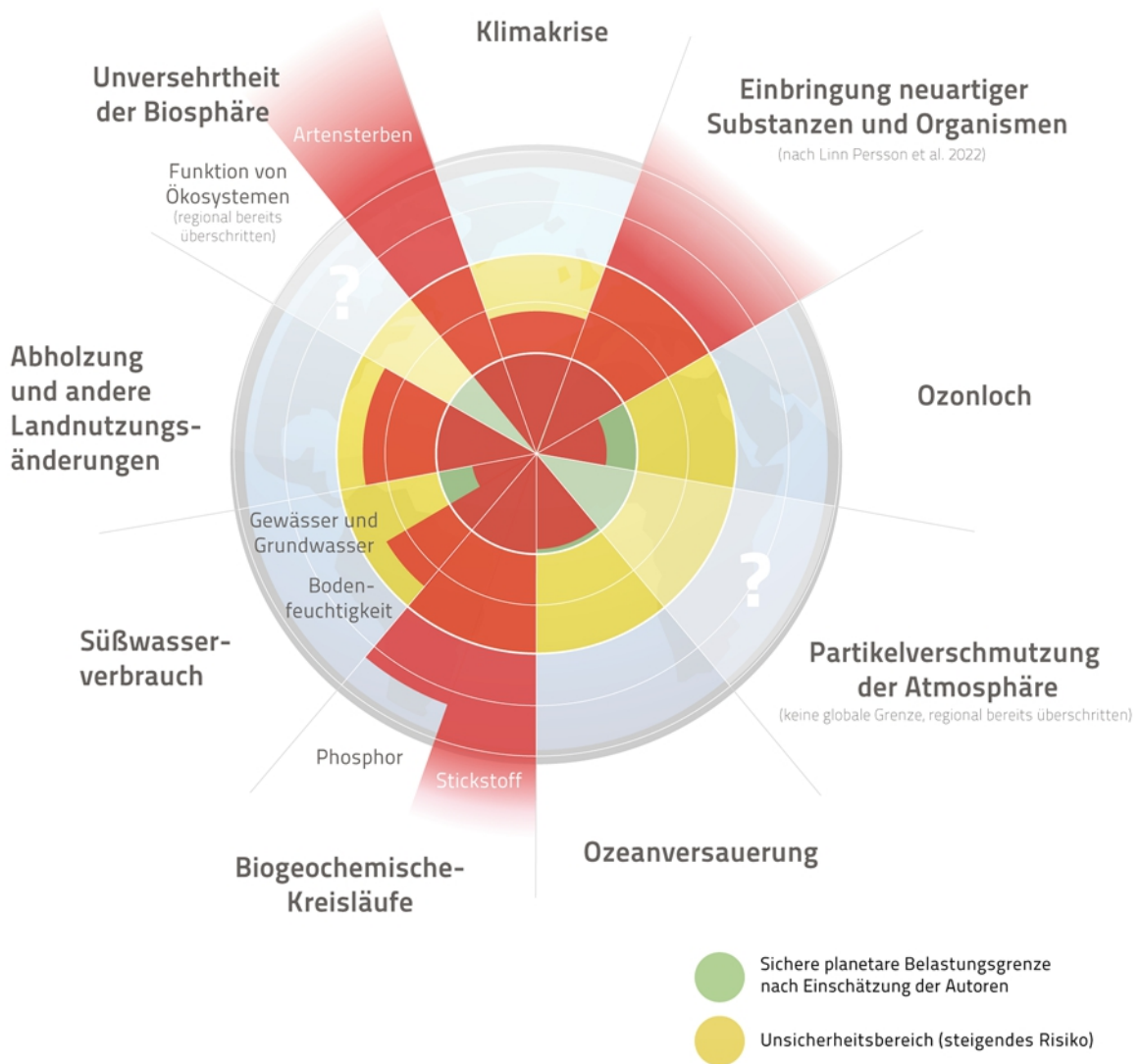


Abb. 5: Die „planetaren Grenzen“, wie sie sich aus der Berücksichtigung von Kippunkten ergeben. Grün: der Safe Operating Space, rot: Schätzungen der aktuellen Belastung

Historisches

Die Betrachtung der Natur als „System“, die nicht nur der Ökologie als Systemwissenschaft, sondern auch dem Begriff des Anthropozäns als systemwissenschaftlichem zugrunde liegt, wird oft auf das Werk Alexander von Humboldts (1769–1859) zurückgeführt (z. B. seine Ideen zu einer Geographie der Pflanzen, Humboldt und Bonpland 1807). Der Universalgelehrte zielte nicht bloß auf die Natur als „Ganzes“ – so in seinen *Kosmos*-Vorlesungen (Humboldt 1845–1862) –, sondern prägte auch ein Verständnis dieses Ganzen als ein „*holistic web of connections*“ (Nature Ecology & Evolution 2019, 1265; vgl. Fränze 2001). Während Humboldt bereits die Folgen menschlicher Eingriffe in die Natur notierte – Abholzungen in Südamerika, Überfischung karibischer Austernbänke –, blieb es anderen Autoren des späteren 19. und frühen 20. Jahrhunderts vorbehalten, den systematischen Einfluss des Menschen, aber auch des Lebens überhaupt, auf die Erde zu untersuchen. Zu nennen sind Geowissenschaftler wie George Perkins Marsh (1801–1882), der 1864 unter dem Titel *Man and Nature* eine *Physical Geography as Modified by Human Action* veröffentlichte (Marsh 1864), Antonio Stoppani (1824–1891), der von dem Zeitalter des „Anthropozoic“ sprach (Stoppani 1873; Rull 2017), und Alexej Petrovitch Pavlov (1854–1929), der „Anthropogen“ als Name für das Quartär vorschlug (Pavlov 1922).

Theoretisch weit ausgearbeitet sind die Konzepte der „Biosphäre“ (von altgriechisch *bios*, Leben) und „Noosphäre“ (von altgriechisch *nous*, Geist, Intellekt) des ukrainisch-sowjetischen Chemikers Vladimir I. Vernadsky (1863–1945), der auch als Begründer der Biogeochemie gilt (→Geowissenschaften). Vernadsky griff auf den Begriff der Biosphäre des österreichischen Geologen Eduard Suess (1831–1914) zurück (Suess 1875, 159), welchen er als denjenigen Bereich von Erdkruste, Erdoberfläche und Atmosphäre definierte, in dem Leben zu finden ist. Durch den Menschen als Resultat einer Evolutionstrajektorie der „Cephalisierung“ – also der Herausbildung und steten Vergrößerung eines Zentralen Nervensystems – werde die Biosphäre jedoch in einen neuen „Zustand“ gebracht, eben den der Noosphäre. Charakteristisch für die Noosphäre ist nicht die Einwirkung einer Spezies auf die Gestalt der Biosphäre. Ganz im Gegenteil hebt Vernadsky hervor, dass die Biosphäre schon immer durch die lebendige Materie, insbesondere das Mikrobiom, in Prozessen geprägt worden ist, die man heute als „Nischenkonstruktion“ oder „Koevolution“ von Organismus und Umwelt bezeichnen würde (Odling-Smee, Laland und Feldman 1996). Die grundlegende Modifikation der Erdatmosphäre – Entzug von CO₂ und Bildung von Sauerstoff – durch die Photosynthese erst von Cyanobakterien und später durch die ersten Landpflanzen ist ein offenkundiges Beispiel (Lyons, Reinhard und Planavsky 2014). Vernadsky interessierte sich jedoch vor allem für die kriegswichtigen Rohstoffe, also vermutlich Öl und Gas (heute kann man auch Methanhydrate und Manganknollen in der Tiefsee nennen, deren Ursprung vermutlich ebenfalls einen biogenen Anteil hat, vgl. Kvenvolden 1995 und Blöthe et al. 2015). Das Besondere am menschlichen Wirken in der Biosphäre sah Vernadsky folglich nicht darin, dass eine Spezies ihre Umwelt beeinflusste, sondern vielmehr in der spezifischen Weise, wie sie es tat, nämlich durch von Absicht getragene Handlungen (daher der Name „Noosphere“, Vernadsky 1945) und nicht einfach als Resultat des natürlichen Stoffwechsels (wobei Vernadsky es offenlässt, ob die Veränderung der Umwelt beabsichtigte oder unbeabsichtigte Folge menschlichen Handelns ist). Die Vorstellung vom

Menschen als dem *Ultimate Ecosystem Engineer* in der Traditionslinie der Nischenkonstruktion findet sich auch in der aktuellen Literatur (Smith 2007). Sie bietet insbesondere einen Erklärungsansatz für die beobachtete *Great Acceleration* (→Wachstum und Wohlstand, Abb. 1), insofern erstens die Evolution des Lebens im Allgemeinen als eine Maximierung von Energiedurchfluss (Lotka 1945) beziehungsweise Entropieproduktion (Kleidon und Lorenz 2005) verstanden werden kann und sich zweitens in der Evolution des Menschen im Besonderen mehrere Vererbungs- und Evolutionsmechanismen verstärkend überlagern (die sogenannte *Triple Inheritance*: biologische Vererbung, ökologische Vererbung oder Nischenkonstruktion und kulturelle Tradierung, siehe Odling-Smee 2007, →Evolution).

Erwähnung verdient in diesem Zusammenhang auch die „Gaia-Hypothese“ von James Lovelock (*1919) und Lynn Margulis (1938–2011) (Lovelock und Margulis 1974). Ausgangspunkt dieser Hypothese ist ebenfalls der biotische Einfluss auf den Planeten, insbesondere auf die Atmosphäre (siehe Lovelock 1990). Durch die biotische Aktivität wird die Atmosphäre im chemischen Ungleichgewicht gehalten. Auf einem unbelebten Planeten würde sie nicht von Sauerstoff und Stickstoff, sondern von Helium, Wasserstoff oder Kohlendioxid, dominiert sein. Daher, so die ursprüngliche Idee von Lovelock, könnte man es direkt der chemischen Zusammensetzung seiner Atmosphäre ablesen, ob ein fremder Planet bewohnt ist. Dieser ersten Beobachtung kam die zweite hinzu, dass die Atmosphäre nicht nur biogen beeinflusst ist, sondern dies derart geschieht, dass die Bedingungen für die sie beeinflussenden Lebewesen optimal sind, und zwar mit einer bemerkenswerten Stabilität gegenüber äußeren Störungen und über lange Zeiträume. Gegenüber Vernadskys Begriffen von Bio- und Noosphäre kommt hier also der Aspekt des selbstregulierenden Systems mit negativen Feedbackschleifen hinzu, eines „*biological cybernetic system able to homeostat the planet for an optimum physical and chemical state appropriate to its current biosphere*“ (Lovelock 1972, 579). Lovelock wendet damit wesentliche Bestimmungen des Organismusbegriffs auf die Gesamtheit irdischen Lebens an, die er konsequenterweise als einzelnes, gigantisches Lebewesen begreift und mit einem Eigennamen tauft: „*Earth as a very large living creature, Gaia, several giga-years old who has moulded the surface, the oceans, and the air to suit her and for the very brief time we have been part of her, our needs*“ (Lovelock 1972, 580). Die Gaia-Hypothese mag esoterisch anmuten und wurde oft als New-Age-Spiritualismus abgetan, aber der in ihr formulierte Systembegriff ist gleichwohl ein wichtiger Bezugspunkt der aktuellen Erdsystemwissenschaften (z. B. Kleidon 2016).

Die Perspektiven der Disziplinen

Geologie und Physische Geographie

Als möglicher Name eines Erdzeitalters hat „Anthropozän“ ungeachtet seiner Rezeption in anderen Disziplinen und auch außerhalb der Wissenschaft seine Verankerung in der Geologie. Die Besonderheiten dieses Fachs sind hier wichtig, um die Diskussion innerhalb des Fachs als auch die mit dem Begriff des Anthropozäns einhergehenden interdisziplinären Konflikte zu beleuchten.

Die Entscheidung über die geochronologische Einteilung der Erdgeschichte in Abschnitte (auf verschiedenen Hierarchieebenen Äon, Ära, Periode, Epoche, Alter) und deren Benennung unterliegt einem formellen Verfahren (das Anthropozän wäre, so es angenommen wird, eine Epoche und würde auf das Holozän folgen; siehe Abb. 6 sowie die ausführliche Diskussion in Zalasiewicz et al. 2019, 266–270). Die Entscheidung darüber, ob wir in einem neuen Zeitalter leben, trifft ein Expertengremium, nämlich die Internationale Stratigraphische Kommission (*International Commission on Stratigraphy*, ICS; siehe das Ablaufdiagramm in Finney und Edwards 2016, 7). Die ICS hat zur Klärung dieser Frage eine 34-köpfige Arbeitsgruppe (*working group*) unter der Leitung des britischen Paläobiologen Jan Zalasiewicz (*1954) eingesetzt, an der Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen aus den Bereichen Geologie, Klimaforschung, Ökologie und Jura beteiligt sind. Die Arbeitsgruppe „Anthropozän“, zu der auch Nobelpreisträger Crutzen und der Berliner Geologe und Paläontologe Reinhold Leinfelder (*1957) gehören, beschäftigt sich seit dem Jahr 2009 mit der Ausarbeitung einer Empfehlung. Am 21. Mai 2019 wurde beschlossen, dass das Anthropozän als chronostratigraphische Einheit mit einem *Global Stratotype Section and Point* (GSSP), also einer klar zu definierenden zeitlichen Untergrenze, behandelt werden soll (Subramanian 2019).

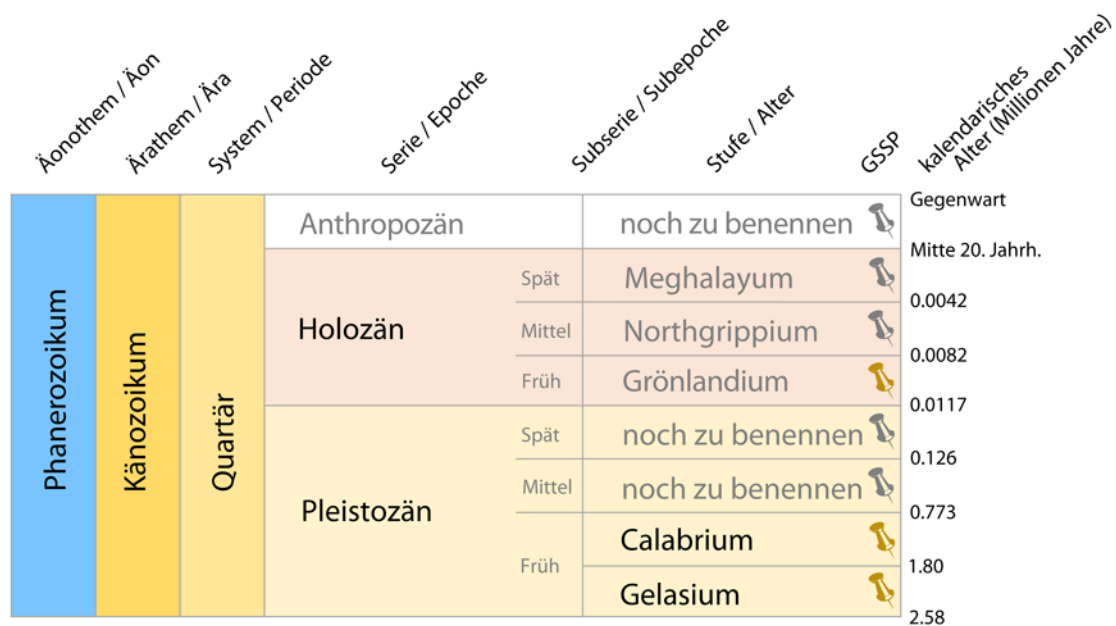


Abb. 6: Die von der Anthropozän-Arbeitsgruppe bevorzugte Einteilung des Quartärs. Schwarz gedruckte Bezeichnungen sind von der ICS ratifiziert, graue (noch) nicht

Die chronostratigraphische Einteilung ist in der Geologie die Grundlage der geochronologischen Einteilung, d. h. primär befasst sich dieses Fach mit den Gesteinsschichten, von welchen die erdgeschichtliche Einteilung lediglich abgeleitet wird: „*It is stratigraphic content that allows for the recognition and correlation of a chronographic unit*“ (Finney und Edwards 2016, 7). Diese stratigraphische Orientierung des Faches spiegelt sich in der Definition der Einheiten und ihren Modalitäten wider: Die Definition eines Abschnittes geschieht zuerst am Gestein, in welchem ein Marker – der sogenannte *Golden Spike* – gesetzt wird. Ursprünglich stammt dieser Begriff aus der (Eisenbahn-)Geschichte Nordamerikas: Am 10. Mai 1869, also vor etwas mehr als 150 Jahren,

wurde im Bundesstaat Utah der letzte (goldene) Nagel zur Vollendung der transkontinentalen Eisenbahn eingeschlagen. Um eine idealerweise weltweit aufzufindende Untergrenze eines erdgeschichtlichen Abschnittes definieren zu können, bedarf es also einer sogenannten Typuslokalität, die stellvertretend für dessen Beginn steht. Die entsprechende erdgeschichtliche Einheit wird sodann abgeleitet definiert als die Entstehungszeit der markierten Gesteinsschicht.

Ein *Golden Spike* soll an einer repräsentativen Stelle gesetzt werden, an welcher ein für die Gesteinsschicht (und die Zeit ihrer Entstehung) relevanter Marker auftritt, ein „stratigraphisches Signal“. An ein solches Signal werden besondere Forderungen gestellt (Waters et al. 2014): Es sollte nicht nur lokal, sondern möglichst global auftreten und auffindbar sein; es sollte sich zudem synchron d. h. überall gleichzeitig zeigen; es muss genügend ausgeprägt sein, um sich gut nachweisen zu lassen; und es sollte idealerweise eine hohe zeitliche Stabilität aufweisen. Diese Anforderungen werden nicht immer optimal erfüllt. Die Grenze zwischen Pleistozän und Holozän wurde aufgrund einer charakteristischen Marke in einem Bohrkern aus dem grönländischen Eis festgelegt, welches nun selbst vom Klimawandel bedroht ist (Hammer, Clausen und Tauber 1986). Typische Marker sind auch für die Zeitalter charakteristische Fossilien. Dementsprechend spricht man von den menschlichen Artefakten, die als Marker des Anthropozäns in Frage kommen, auch von „Technofossilien“ (z. B. Zalasiewicz et al. 2014).

Die stratigraphische Untergrenze und entsprechend der zeitliche Beginn sind auch unter den Befürworterinnen und Befürwortern des Anthropozänvorschlags sehr umstritten. Während Crutzen den Beginn der Industrialisierung und die damit zunehmende Verunreinigung der Atmosphäre als Beginn des Anthropozäns vorschlug, wird von anderen der Beginn der „Dominanz des Menschen über die Natur“ schon früher angesetzt. Vorgeschlagen werden beispielsweise (siehe Lewis und Maslin 2015):

- das Massenaussterben der späteiszeitlichen Großsäuger (z. B. des Mammuts), vermutlich infolge anthropogener Bejagung, etwa 12.000 v. Chr.;
- das Sesshaftwerden des Menschen mit der Einführung von Ackerbau und Viehzucht und den damit verbundenen regional großflächigen Waldrodungen – womit das Anthropozän nahezu das aktuelle Holozän (seit etwa 11.700 Jahren) ersetzen könnte;
- die großflächige Ausdehnung des Nassreisanbaus seit etwa 5.000 Jahren und der damit in Zusammenhang gebrachte Anstieg der Methankonzentration in der Atmosphäre;
- das seit 1.000 Jahren weltweit deutlich verstärkte Auftreten von Bodenerosionserscheinungen im Zuge zunehmender Rodung;
- die Entdeckung der „Neuen Welt“, in deren Folge die indigene Bevölkerung dramatisch dezimiert wurde und die landwirtschaftliche Aktivität auf den Kontinenten entsprechend schrumpfte, was sich in einem historischen Minimum der atmosphärischen CO₂-Konzentration um 1600 niederschlägt (*orbis spike*);
- der Beginn der Industrialisierung (insb. die Entwicklung der Dampfmaschine im 18. Jahrhundert);

- die Entwicklung von Atomwaffen ab ca. 1945, mit deren Test erstmals bestimmte künstliche Radionukleide im Sediment auftreten;
- die Folgen der Industrialisierung und damit einhergehenden Phänomenen wie Plastik, Verbrennungsrückstände, synthetische Chemikalien, Technofossilien, Schwermetalle oder Biodiversitätsverlust.

Einen detaillierten Überblick bieten Abb. 7 und Zalasiewicz et al. (2019). Aus physisch-geographischer und geoarchäologischer Sicht ist es allerdings problematisch, dass einige der oben genannten, durch den Menschen verursachten Veränderungen im regionalen Vergleich zu unterschiedlichen Zeiten und in unterschiedlicher Ausprägung und Intensität aufgetreten sind oder dass sich deren globale Auswirkungen auf die Stoffkreisläufe noch nicht vollständig abschätzen lassen. Bereits Ehlers (2008) geht in seinem schon zu Beginn der Debatte erschienenen Buch *Anthropozän: Die Erde im Zeitalter des Menschen* von einem relativ weiten Begriffsverständnis aus und benennt zum Beispiel die Einflüsse früher Kulturen im Zweistromland. Glaser (2014) führt die Neolithische Revolution an, benennt aber auch das „1950er-Jahre-Syndrom“ als Zeit der großen Beschleunigung und setzt das eigentliche „Anthropozän“ etwa bei 1800 an. Um auch die frühen/früheren messbaren menschlichen Einflüsse erfassen zu können, schlagen Foley et al. (2013) die Einführung des Begriffes *Palaeoanthropocene* für den Zeitraum zwischen den ersten erkennbaren anthropogenen Umweltveränderungen und der industriellen Revolution vor (Abb. 8 und 9). Das Konzept des Paläoanthropozäns erkennt somit den Menschen als integralen Bestandteil des Erdsystems an und sieht ihn nicht nur als externen Antriebsfaktor. Es gilt also, auf allen räumlichen und zeitlichen Maßstabsebenen die Ausmaße anthropogener Einflüsse, zum Beispiel auf die Atmosphäre, Gewässer und Gletscher, Erdoberfläche und Böden sowie Pflanzen und Tiere zu erfassen, um letztendlich die fortwährende anthropogene Transformation besser gestalten zu können (vgl. Ellis 2017; Knitter et al. 2019). Schließlich halten Edgeworth et al. (2019) mit Bezug auf Ruddiman (2018) die Chronostratigraphie zur Bestimmung des Anthropozänbeginns prinzipiell für nicht geeignet, da ein global und synchron definierter „Zeitpunkt“ eher das Verständnis der Rolle des menschlichen Einflusses auf die Veränderungen des Erdsystems behindere und zu einem Verlust des Gesamtbildes und damit der Akzeptanz der sehr unterschiedlichen, aber gravierenden anthropogenen Einwirkungen führe.

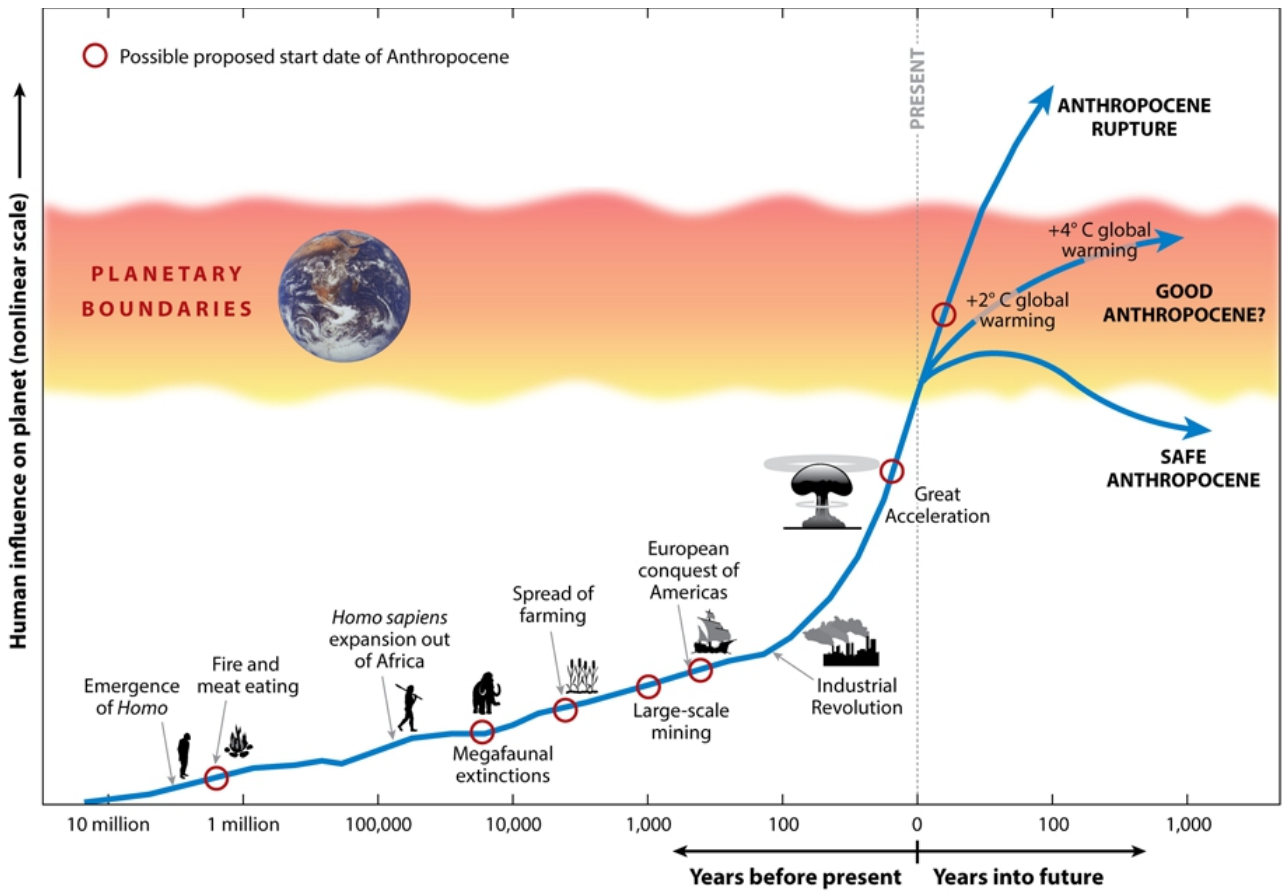


Abb. 7: Der wachsende Einfluss des Menschen auf den Planeten, mit einigen Kandidaten für den Beginn dieser Epoche und Zukunftsszenarien

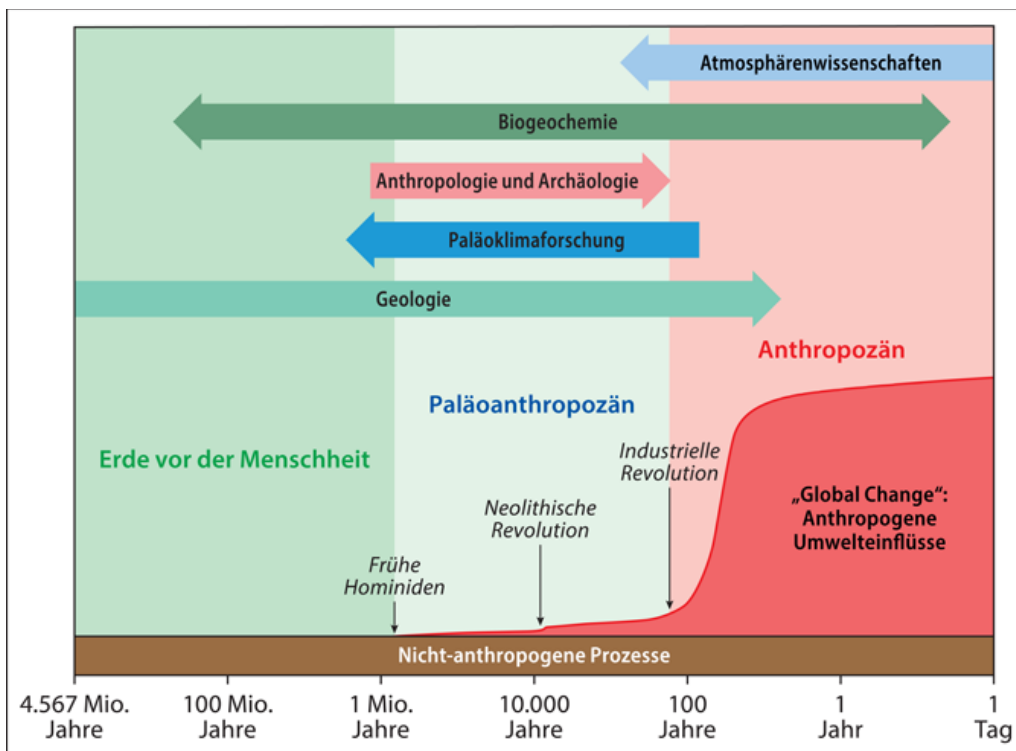


Abb. 8: Die Erde ohne menschlichen Einfluss, das Paläoanthropozän, und das Anthropozän

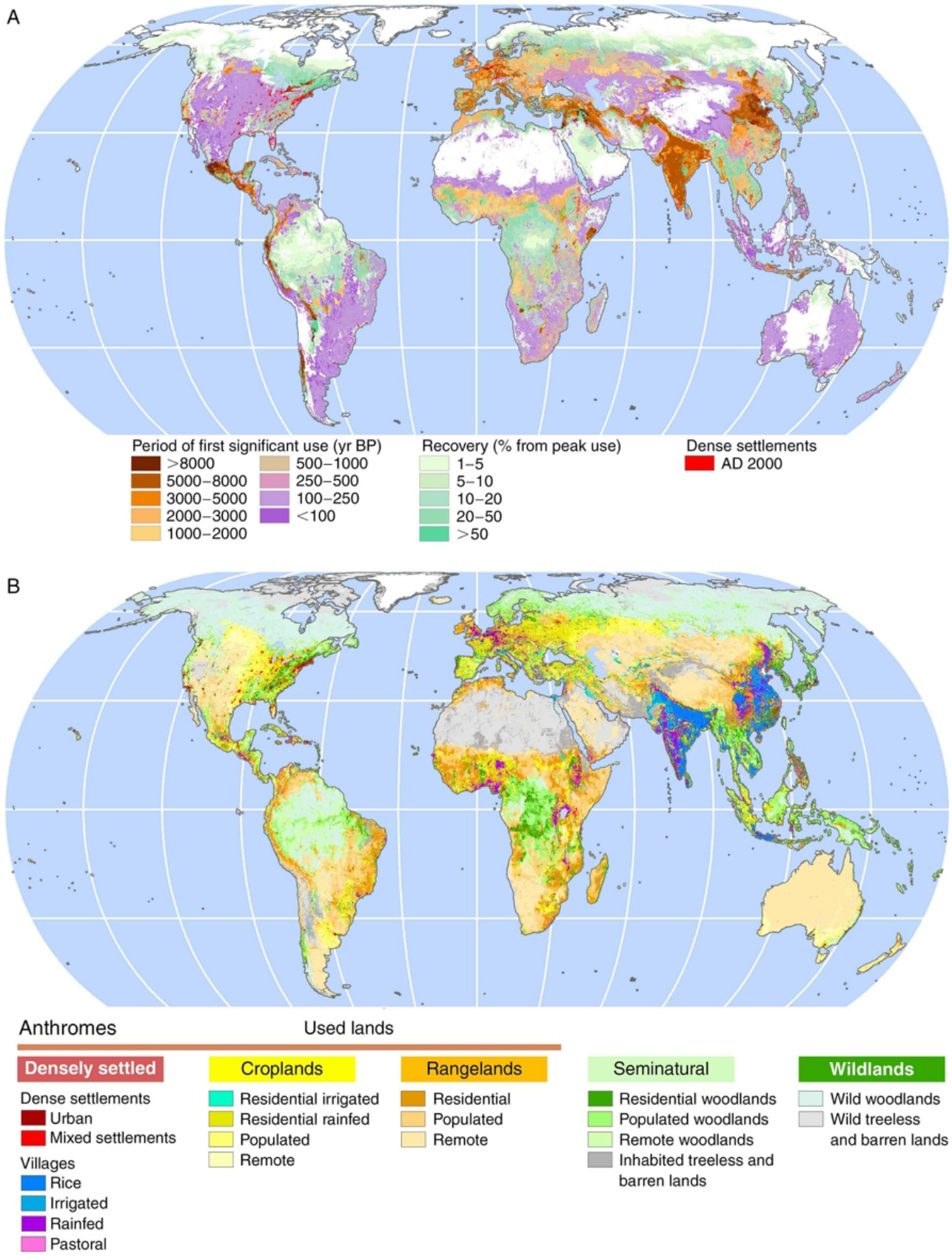


Abb. 9: Veränderungen der Biosphäre durch den Menschen: (A) Historische Aufschlüsselung der ersten signifikanten menschlichen Bodennutzung für Ackerbau und Siedlungen (Jahre BP), (B) Übersicht über die „Anthromes“ im Jahr 2000

Human-, Sozial- und Rechtswissenschaften

Politikwissenschaft und Humangeographie

Wie eingangs beschrieben, drückt sich in der Diagnose des Anthropozäns zugleich eine politische Forderung aus. Biermann et al. (2012, 1306) heben die Dringlichkeit, aber auch den neuartigen globalen Maßstab hervor:

Human societies must now change course and steer away from critical tipping points in the Earth system that might lead to rapid and irreversible change. This requires fundamental reorientation and restructuring of national and international institutions toward more effective Earth system governance and planetary stewardship.

Was genau unter Earth system governance zu verstehen ist, hängt allerdings davon ab, wie das Anthropozän politisch gedacht wird. Autorinnen und Autoren wie der Rechtsethiker Jens Kersten (2014a, b) diskutieren hierbei drei mögliche Konzeptionalisierungen des Begriffs: als Kontrakt, als Komposition oder als Konflikt.

Ein Anthropozän-Konzept als Kontrakt knüpft an die Idee eines globalen Gesellschaftsvertrags an. So integriert der Klimafolgenforscher Hans Joachim Schellnhuber einen „modernen Leviathan“ in seine Erdsystemanalyse (Schellnhuber 1999, C22): Das Anthropozän erfordere einen kognitiven Wandel der globalen Zivilisation, die sich ihrer Bedeutung als formende Kraft zunehmend bewusst werde. Es sei eine neue soziale „Geschäftsgrundlage“ erforderlich, ein neuer „Weltgesellschaftsvertrag“ für eine klimaverträgliche und nachhaltige Weltwirtschaftsordnung. Ein solcher globaler Gesellschaftsvertrag dürfte jedoch Illusion bleiben, er ist kulturell räumlich undifferenziert und normativ überdimensioniert und bleibt gerade für eine Wissenschaft der räumlichen Differenz wie die Geographie fragwürdig.

Ein kompositionistisches Anthropozän-Konzept entfaltet unter anderem der Soziologe und Philosoph Bruno Latour (2010), der von einer „Loop-Vorstellung“ ausgeht: Die Konsequenzen menschlichen Handelns kehren zu ihren Verursachern zurück, sodass ihnen die so entstehende loopförmige Handlungssphäre als weitgreifende Verantwortungssphäre bewusst wird. Auch dieses Konzept bleibt letztlich fragwürdig: Gerade beim globalen →Klimawandel, aber auch beim Artensterben fallen Ursachen und Wirkungen räumlich wie zeitlich weit auseinander: räumlich insofern, als die Verursacher in den alten Industrieländern der OECD-Welt sitzen, während der globale Süden von den Folgen stärker betroffen zu sein scheint – beispielsweise auf Inseln, die vom Meeresspiegelanstieg bedroht sind. Zeitlich hingegen insofern, als wesentliche Grundlagen des anthropogen verursachten Umweltwandels bereits von unseren Vorgängerinnen und Vorgängern gelegt wurden, die dramatischen Folgen aber erst die Folgegenerationen zu spüren bekommen werden.

Dem Anliegen einer kritischen Humangeographie wird daher wohl ein konfliktorientiertes Modell am ehesten gerecht: Wenn die Handlungen von Akteuren nicht auf die eigene Lebensführung zurückwirken, sondern davon abweichende Gruppen an anderen Orten und zu

unterschiedlichen Zeiten betreffen, so sind diese im Rahmen räumlicher Konfliktforschung Thema der Politischen Geographie. Das Anthropozän war in der Vergangenheit und ist in Gegenwart und Zukunft ein Erdzeitalter der lokalen, regionalen und globalen Konflikte. Spätestens auf der UN-Klimakonferenz in Kopenhagen im Jahr 2009 wurde deutlich, dass wir eben nicht alle in einem Boot sitzen, sondern in sehr verschiedenen. Inzwischen wird der globale Klimawandel oft auch als „Sicherheitsproblem“ bezeichnet; es werden „Klimakriege“ heraufbeschworen und Strategien (der alten Industrieländer) gegenüber Umweltflüchtlingen diskutiert (z. B. in den *Global Risks Reports* des Weltwirtschaftsforums, WEF 2020). Das Anthropozän ist in dieser Sicht das Ergebnis einer disparitären Welt mit asymmetrischen Machtstrukturen. Nicht der Mensch oder die Menschheit sind zu einer erdgeschichtlichen Kraft geworden, sondern ganz konkrete Menschen oder Menschengruppen, die sich bisher in den Sozial- und Wohlstandsökonomien der OECD-Welt eingerichtet haben. Diese verhängen eine Art globale Sippenhaftung aller Menschen für Probleme wie den Klimawandel, die in Wahrheit von einer Minderheit im kapitalistischen Westen verursacht werden (vgl. Schwägerl und Leinfelder 2014, 238).

Ökonomie

In den Wirtschaftswissenschaften wird der Begriff des Anthropozäns bisher nur sehr zögerlich rezipiert. Dies ist insofern nicht überraschend, als die Ökonomie – zumindest in ihrem neoklassisch dominierten Mainstream – unter den Sozialwissenschaften eine Sonderstellung einnimmt. Seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts versteht sie sich nach dem Vorbild der Physik als „mechanics of utility and self-interest“ (Jevons, zitiert nach Kapp 1961, 31), die ihren Gegenstand mechanisch und in scharfer Trennung von dem der anderen Sozial-, Kultur- und Humanwissenschaften entwickelt (siehe Kapp 1961, 31ff.; Leontieff 1982). In den „orthodoxen“ Environmental Economics wird der Begriff dementsprechend nur marginal rezipiert, seine Konsequenzen entsprechend weitgehend ignoriert (siehe z. B. Barbier und Burgess 2017).

Anders ist die Situation in den heterodoxeren Ecological Economics (Ökologische Ökonomie). Diese weisen eine beachtliche theoretische Nähe und methodologische Affinität zum Begriff des Anthropozäns auf. Erstens gibt es in der Ökologischen Ökonomie eine lange, ebenfalls in das 19. Jahrhundert zurückreichende Tradition, die Ökonomie – als Alternative zum ökonomischen Begriff des „Werts“ (*value, marginal utility*) – in physikalischen Begriffen, insbesondere als System von Energie- und Entropieflüssen zu beschreiben (Martinez-Alier 1987; Hall und Klitgaard 2018). Dies bezieht ausdrücklich den thermodynamischen Standpunkt mit ein (Georgescu-Roegen 1971). Damit teilt die Ökologische Ökonomie mit der Hypothese des Anthropozäns die erdsystemtheoretische Fundierung. Zweitens ist in der Ökologischen Ökonomie die Frage nach möglichen Grenzen des Wachstums (oder sogar der Notwendigkeit eines ökonomischen *Degrowth*) präsent, wie sie durch den gleichnamigen Bericht des *Club of Rome* von 1972 popularisiert worden sind. Während damals jedoch vor allem die Endlichkeit der Ressourcen im Zentrum stand, kann im Anthropozän die Vorstellung der Wachstumsgrenze durch den erdsystemtheoretischen Begriff des Kipppunkts präzisiert werden, wie es in den *Planetary Boundaries* tatsächlich geschieht. Drittens teilt die Ökologische Ökonomie mit dem Ansatz des Anthropozäns die interdisziplinäre

Ausrichtung, insbesondere in der Verbindung mit den Sozial- und Naturwissenschaften. So wurde und wird dort betont, dass die Wirtschaft durch ihre Einbettung in Natur und Gesellschaft nicht in Abtrennung von den übrigen Wissenschaften studiert werden kann (Kapp 1961; Hall et al. 2001).

Damit teilt die Ökologische Ökonomie zwar drei wesentliche Aspekte mit dem Ansatz des Anthropozäns – die thermodynamische und erdsystemtheoretische Fundierung, die Berücksichtigung von Wachstumsgrenzen und die Interdisziplinarität – und es findet im Gegensatz zu den orthodoxen *Environmental Economics* auch durchaus eine wohlwollende Rezeption des Anthropozänbegriffs statt (z. B. Sinai 2013–2017; Brown und Timmermann 2015; Figueroa 2017; Hall und Klitgaard 2018, Kap. 23). Aber vermutlich hat die Anthropozän-Debatte gerade wegen dieser Nähe noch keine theoretischen oder methodologischen Neuerungen in der Ökologischen Ökonomie induzieren können, sondern wird lediglich benutzt, um die Dringlichkeit der ökologischen Fragen zu unterstreichen. Was andere Disziplinen aus dieser Debatte lernen können, hat die heterodoxe Ökologische Ökonomie bereits seit Jahrzehnten als Grundlage akzeptiert.

Soziologie, Sozial- und Umweltgeschichte

In den Sozialwissenschaften, also der Soziologie sowie der Sozial- und Umweltgeschichte sowie den angrenzenden Disziplinen der Politischen Ökologie und den *Environmental Humanities* wird die Frage, ob das begriffliche Rahmenwerk des Anthropozäns eine angemessene Konzeptualisierung der gegenwärtigen Lage bietet, kritisch beurteilt. Während die Geologen bisweilen mit Zurückhaltung auf den Begriff des Anthropozäns reagieren, in welchem sie eher ein „politisches Statement“ (Finney und Edwards 2016) oder gar *pop culture* (Autin und Holbrook 2012) vermuten als einen Beitrag zum wissenschaftlichen Verständnis der Erdgeschichte, halten Vertreter und Vertreterinnen dieser Fächer hingegen den Begriff für zu konservativ, um der Bedeutung und Dramatik der fälligen Diagnose Ausdruck zu geben.

Oft lassen sich die Spannungen auf Unterschiede in Methode und Fokus zwischen den Sozialwissenschaften und der stratigraphisch orientierten Geologie zurückführen. So ist die Geologie durch ihr stratigraphisches Vorgehen (siehe oben 3.1) darauf festgelegt, das Anthropozän durch geeignete Signale im Sediment(gestein) zu definieren. Dies hat zwei Konsequenzen, die aus der Perspektive der Sozialwissenschaften problematisch erscheinen müssen. Erstens tritt durch dieses wirkungsfixierte Vorgehen die Frage nach den *Ursachen* der für das Anthropozän bestimmenden Entwicklung in den Hintergrund. Und zweitens werden die Wirkungen nicht nach ihrer Bedeutung für die Diagnose des Anthropozäns ausgewählt, sondern nach ihrer Eignung als stratigraphisches Signal. So mag etwa das Auftauchen neuer Radionuklide mit den Atombombentests der 1950er-Jahre geologisch einen ausgezeichneten Marker abgeben, insofern dieses Ereignis global, synchron und in ausreichender Ausprägung auftritt und seine Spur im Sediment hinreichend beständig ist (Waters et al. 2014). Das ausgewählte Ereignis der Atomtest steht aber weder in einem relevanten Zusammenhang mit den sozialhistorischen Ursachen für die als Anthropozän beschriebene Situation, noch hat es eine sozialhistorisch relevante Auswirkung auf diese Situation gehabt (Hamilton 2015a, 106). Sozialhistorische und geologische Relevanz divergieren mithin potenziell, was in der interdisziplinären Perspektive zu einem Problem wird. Die

Vielzahl von Vorschlägen für den Anfang des Anthropozäns spiegelt entsprechend nicht nur verschiedene Meinungen, Ansichten und Interessen wider, sondern zeugt von echten disziplinären Spannungen, die eine strukturelle Ursache in unterschiedlichen methodologischen Verfasstheiten der beteiligten Fächer haben. Die Geologie ist durch ihre Methode darauf festgelegt, einen den oben genannten Kriterien genügenden stratigraphischen Marker zu identifizieren. Es ist dabei zwar nicht ausgeschlossen, dass dieser Marker in Zusammenhang mit einem Ereignis steht, welches auch nach sozialgeschichtlichen Kriterien als Anfang des Anthropozäns gelten kann. Aber dies ist auch nicht garantiert, womit eine Divergenz der beiden Perspektiven möglich bleibt. Die Ursachen-orientierte Forschung kommt somit zu anderen Vorschlägen für den Anfang des Anthropozäns. Archäologinnen und Archäologen verweisen beispielsweise auf einen Beginn im Zusammenhang mit der sogenannten neolithischen Revolution (Foley et al. 2013; Lewis und Maslin 2015, 173; Smith und Zedler 2013). Mit dem Aussterben der eiszeitlichen Megafauna und zunehmend umfangreichen Rodungen von Wäldern hat diese Epoche nicht nur erste signifikante Eingriffe in die Ökosysteme gesehen, sondern sie steht auch mit dem Auftauchen der sogenannten „produzierenden“ Lebensweise (vs. der „aneignenden“ Lebensweise von Jäger- und Sammlergesellschaften) – in einer in Hinsicht auf das Anthropozän relevanten Weise – in einer Kontinuität mit den heutigen Gesellschaften. Andere Sozialwissenschaftler und Sozialwissenschaftlerinnen begreifen das Anthropozän hingegen als Folge nicht schon des produzierenden, sondern erst des kapitalistisch verfassten Wirtschaftens, zum Beispiel weil erst im Kapitalismus das Wachstum, welches im Anthropozän bereits in die Größenordnung geologischer Prozesse führte, auch zu einem strukturellen Zwang wird. Der Umwelthistoriker Jason W. Moore (*1971) schlug in diesem Sinne den Namen „Kapitalozän“ vor (Moore 2015).

Auch aus der normativen Perspektive der Politischen Ökologie kann sich die stratigraphische Methode der Geologie als problematisch erweisen. Wie die Philosophin Isabelle Stengers (*1949) betont (Stengers 2015, 138f), betrachtet die Geologie für gewöhnlich lange zurückliegende Epochen der Erdgeschichte, deren Spuren heute im Sediment(gestein) sichtbar sind und über diese Epochen Auskunft geben. Im Anthropozän hingegen hat man es mit Gegenwart und Zukunft zu tun. Will man diese stratigraphisch definieren, muss man sich auf Spuren unserer Zivilisation beziehen, die in ferner Zukunft den von Geologen und Geologinnen an ihre Marker gestellten Ansprüchen genügen werden. In diesem Gedankenexperiment einer imaginären Zukunftsreise unterstellt man jedoch, dass es in dieser fernen Zukunft noch Menschen geben wird, von denen sich einige auch mit der Erdgeschichte befassen, während es doch genau diese gesicherte Zukunft ist, die heute auf dem Spiel steht. Die stratigraphische Perspektive auf die Gegenwart suggeriert somit, dass es „schon nicht so schlimm kommen wird“ und droht damit das Anthropozän seiner apokalyptischen Anmutung, aus welcher sich seine erhoffte politische Wirkmächtigkeit speist, zu berauben.

Aus dem „soziologischen Defizit“ der Geologie resultiert eine zweite Kritik: Wenn die geologische Definition des Anthropozäns nicht informativ über die sozialhistorischen Ursachen der benannten Entwicklungen ist, dann werden auch die maßgeblichen Akteure nicht korrekt benannt. In der Tat spricht der Name „Anthropozän“ ja nur ganz allgemein von einem „Anthropos“, also der menschlichen Gattung, während die Verantwortlichkeiten zwischen dem globalen Norden und dem

globalen Süden ungleich verteilt sind (siehe oben, Abschnitt 3.2.1). „Kapitalozän“ soll auch die Verursachenden der Probleme korrekter benennen. Die Soziologin Eileen Crist (*1961) lenkt die Aufmerksamkeit auf einen weiteren problematischen Aspekt des Namensbestandteils „Anthropos“ (Crist 2016, 16f.). Der Name „Anthropozän“ führt uns zwar den Einfluss menschlichen Handelns in unserer Welt vor Augen, trägt damit aber *nolens volens* zu einem „promethischen Selbstbild“ bei, dem Bild nämlich einer unbändigen Spezies, die sich unaufhaltsam über das übrige Leben erhebt, um endlich im Anthropozän „ein den ungeheuren Kräften der Natur ebenbürtiges ‚Ich‘“ erlangt zu haben (Crist 2016, 16f.). Indem der Diskurs des Anthropozäns implizit an der Vorstellung einer Ausnahmestellung des Menschen in der Welt festhält, muss er somit die Chance und Aufgabe vertun, die Stellung des Menschen in der Welt neu zu überdenken (siehe dazu Abschnitt 3.3).

Rechtswissenschaften

In den letzten Jahren lässt sich eine zunehmende Rezeption des Anthropozän-Begriffs auch in den Rechtswissenschaften beobachten, (bislang) hauptsächlich aus dem Blickwinkel des Umweltvölkerrechts (siehe u. a. Bridgewater, Rakhyun und Bosselmann 2015; Kotzé 2019; Vordermayer 2015). Vor dem Hintergrund, dass die existentiellen Umweltprobleme unseres Planeten vor Staatsgrenzen nicht Halt machen, wird dem Umweltvölkerrecht eine bedeutende Rolle im Umgang mit den Herausforderungen des Anthropozäns beigemessen. Dabei sind sich die Rechtswissenschaftlerinnen und Rechtswissenschaftler weitgehend einig, dass es in seiner derzeitigen Gestalt – etwa aufgrund seines sektoralen, auf einzelne Umweltmedien bezogenen Ansatzes, welcher der Komplexität des Erdsystems nicht gerecht werden kann (Kim und Bosselmann 2013, 286; Kotzé 2019, 16) – nicht ausreicht, um der sozio-ökologischen Krise des Anthropozäns adäquat zu begegnen (Kotzé 2019, 13; Stevens 2017, 32, 48; Vidas 2011, 909). Konstatiert wird zudem, dass das Leitbild der Nachhaltigen Entwicklung (→Nachhaltigkeit), welches seit der Konferenz von Rio de Janeiro (1992) als Schlüsselbegriff für die internationale Entwicklungs- und Umweltpolitik gilt, faktisch gescheitert sei (Hoffmann 2019, 54; Kersten 2014a, 390; Robinson 2012, 181). Der Fokus der Rechtswissenschaftler und Rechtswissenschaftlerinnen geht dahin (→Umweltrechtswissenschaften), die Defizite des Umweltvölkerrechts sowie seine (Mit)Verantwortung am Entstehen des Anthropozäns auszumachen und neue holistische Konzepte zu entwickeln. Vorgeschlagen werden unter anderem neue Prinzipien und Leitmotive (z. B. Resilienz) (Ginzky, Kosmol und Schwirn 2020, 475; Robinson 2014, 20) sowie die Annahme einer globalen Umweltverfassung (Kotzé 2019).

In jüngerer Zeit wird vermehrt darauf verwiesen, dass den Herausforderungen des Anthropozäns nicht allein durch eine (Neu-)Betrachtung des Umwelt(völker)rechts begegnet werden kann, sondern vielmehr die gesamte Rechtsordnung – und damit auch grundlegende rechtliche Kategorien wie Eigentum, Souveränität, Verantwortung und Rechtssubjektivität – kritisch hinterfragt werden müsse (Hoffmann 2019, 54; Sparks 2020; Viñuales 2018, 12–13). Dass dabei auch das veränderte Verhältnis von Mensch und Natur eine Rolle spielt, zeigt sich an der aufkeimenden Diskussion um die Einführung von Eigenrechten der Natur (Gutmann 2019; 2021; Kersten 2014a, 411 f.), welche in einigen südamerikanischen Staaten, etwa in Ecuador, bereits bestehen.

Geisteswissenschaften (insb. Literatur- und Kunstwissenschaften)

Auch wenn das Anthropozän ursprünglich als geologischer Begriff eingeführt wurde und als Hypothese weiterhin umstritten ist, so fordert der damit einhergehende planetarische Blick auf die weltweite Umweltkrise unter Annahme einer großskaligen Zeitdimension und unter Berücksichtigung der zu überdenkenden Natur-Kultur-Wechselbeziehung auch die Geistes- und Kulturwissenschaften heraus. Der Begriff hat sich inzwischen als „kulturelle[s] Konzept“ (Trischler 2016, 269), als „geistes- und kulturwissenschaftlicher Reflexionsbegriff“ (Dürbeck 2015, 113–117), aber auch als „Brückenkonzept“ zwischen den Disziplinen sowohl auf theoretisch-wissenschaftlicher, trans- und interdisziplinärer wie auch auf produktiv-ästhetischer Ebene als „sichtbar, spürbar und moralisch anspornend“ (Garrard, Handwerk und Wilke 2014, 150) erwiesen. Hierbei werden ethische, soziale, ästhetische und kulturelle Fragen aufgeworfen, nicht zuletzt um den kreativ-künstlerischen Umgang mit der Idee vom Anthropozän beschreib- und analysierbar zu machen. Inzwischen wird das neue Erdzeitalter bereits adjektivisch zur Beschreibung einer spezifischen literarischen Gattung, nämlich als „[a]nthropozäne Literatur“ (Dürbeck, Probst und Schaub 2022) verwendet. Unterschieden werden dabei Poetiken wie etwa „geokritische Poetiken des Anthropozän“ (Reents, Butz und Gerhard 2022), Genres wie etwa „Anthropozänlyrik“ (Thober 2022) und auch Lektüren wie etwa „Tiefenzeitlektüren“ (Nitzke 2022). Unter Abgrenzung vom und Bezugnahme auf den *Material Turn* (Rheinberger 2020), also der Hinwendung der Kultur- und Geisteswissenschaften zur materiellen Kultur, ist inzwischen sogar vom *Geological Turn* (Bonneuil 2016) beziehungsweise vom *Anthropocenic Turn* (Dürbeck und Hüpkes 2020) die Rede.

Das Konzept des Anthropozäns bietet aufgrund der unterstellten Auflösung der Natur-Kultur-Dichotomie (vgl. Dürbeck 2018, 7) (→Natur-Kultur-Dualismus und Hybridisierung) mit einhergehender Verschiebung des Kräfteverhältnisses zwischen Mensch und Umwelt zahlreiche Anknüpfungspunkte zur Neudeutung der *Conditio humana*. In dem Moment, in dem Natur nicht mehr als das Andere begriffen, sondern von wechselseitiger Abhängigkeit oder sogar transhumanistischer Interaktivität ausgegangen wird (vgl. Heise 2015), hat das Konsequenzen nicht nur für das Verhältnis von Mensch und Umwelt, für das von Kultur und Natur, sondern konsequenterweise auch für das von Kultur- und Naturwissenschaften, sodass idealiter die nach wie vor getrennten Fachkulturen („zwei Kulturen“, Snow [1957], ²1987) „in Form eines neuen Ineinandergreifens der Fächer“ (Horn und Bergthaller 2019, 14) zu denken wären. Die naturwissenschaftlichen Einsichten werden dabei, so Horn und Bergthaller, als „unverzichtbare Grundlage eines adäquaten Verständnisses des Anthropozäns“ rezipiert (Horn und Bergthaller 2019, 14). Erste Formen dieses auch institutionalisierten Ineinandergreifens lassen sich inzwischen auch im deutschsprachigen Raum beobachten, wie etwa beim Heidelberger Forschungsnetzwerk „Umwelten – Umbrüche – Umdenken“. Gerade im englisch- und französischsprachigen Raum gibt es, unter der Bezeichnung *Environmental Humanities*, schon deutlich länger die geistes- und sozialwissenschaftliche Befassung mit ökologischen und umweltorientierten Fragestellungen, deren Ziel es ist, eine vergangenheitsbewusste, aber auch zukunftsorientierte Diagnose der Gegenwart stellen zu können. Dass im deutschsprachigen Raum etwa „ökologische Genres und Schreibmodi“ (Zemanek 2018) als Forschungsgegenstand so verzögert entdeckt worden sind, dürfte auch daran

liegen, dass man seit Mitte des 20. Jahrhunderts mit anderen Themen (Vergangenheitsbewältigung, Kalter Krieg, Wiedervereinigung) beschäftigt war, was Bertolt Brecht (1898–1956) bereits in den 1930er-Jahren mit der Zeile „Was sind das für Zeiten, wo / Ein Gespräch über Bäume fast ein Verbrechen ist / Weil es ein Schweigen über so viele Untaten einschließt“ (Brecht 1967, 723) zum Ausdruck brachte. Das Anthropozän-Konzept umfasst dabei jedoch nicht nur ökologische Fragestellungen, sondern versucht, sich – in dem diesen inhärenten holistischen Sinne – zum Beispiel auch politischen und sozialen Herausforderungen zu stellen.

Der Anthropozän-Diskurs entfaltet sich, nach der Systematisierung von Gabriele Dürbeck (*1961), in narrativen Strukturen, d. h. die unterschiedlichen Lesarten des neuen Erdzeitalters werden im Medium der Erzählung erklärt (vgl. Dürbeck 2018; ähnlich schon Bonneuil 2016). Unterschieden werden fünf Narrative, die sich durch „Pluralität“ einerseits und einen diesen verklammernden „Metadiskurs“ andererseits auszeichnen. Neben den pessimistischen Narrativen von „Katastrophe/Apokalypse“ und „Gerichtsbarkeit“ gibt es die optimistischeren, mitunter utopischen von der „Großen Transformation“ (bis hin zur Vorstellung eines kommenden „goldenen“ Zeitalters), von „Verantwortung“ und schließlich das „Interdependenz-Narrativ“, in dem eine Antwort auf die oben genannte Aufhebung der Natur-Kultur-Dichotomie gesucht wird. Betont wird dabei regelmäßig, dass der Mensch im Bewusstsein der Verursachung eine moralisch-ethische Verantwortung für das Erdsystem zu übernehmen hat (vgl. von Weizsäcker und Wijkman 2017).

Einen anderen Ansatz verfolgen Horn und Bergthaller (2019) in ihrer Anthropozän-Einführung, der sie drei Prämissen zu Grunde legen: (1) die „Historisierung“ des kritisch einzuordnenden Anthropozäns, das (2) als „ontologische Erschütterung“ zu verstehen (Timothy Morton, Bruno Latour) und (3) kritisch mit dem diesem inhärenten Anthropozentrismus zu denken sei. Formal gehen sie von den geologischen Begriffen „Stratigraphien“, „Metamorphismen“ und „Verwerfungen“ aus und versuchen, geistes- und kulturwissenschaftliches Wissen und Methodik großformatig und d. h. zugleich „entlang von Bruchlinien, Spannungen und Widersprüchen zu denken“ (Horn und Bergthaller 2019, 213). Hierbei werden zunächst definitorisch-historische Einordnungen vorgenommen („Stratigraphien“): Diese reichen bis zur Vorstellung einer „negativen Universalgeschichte“ (Chakrabarty 2009, 222), die im Zusammendenken von Human- und Erdgeschichte und der Vorstellung der Menschheit als geophysikalischer Kraft und Verursacher der Klimakrise Konsequenzen für historisches Verstehen und aufklärerisches Denken haben. Im Teil „Metamorphismen“ werden zentrale geisteswissenschaftliche Begriffe wie die Gegenüberstellung von Natur und Kultur, der „Anthropos“ als biologisches oder Kultur schaffendes Lebewesen, die „Politik“ im Hinblick etwa auf kollektive Handlungsfähigkeit und eine neue „Ästhetik“ unter den veränderten Bedingungen neu formuliert. Unter „Verwerfungen“ geht es schließlich um die entstandenen Brüche nicht nur begrifflicher Art, sondern vor allem auch mit neuen Forschungsperspektiven. Genannt wird etwa die Biopolitik, die auf der Unterscheidung von *homo* und *anthropos* beziehungsweise *bíos* und *zoë* beruht und primär im Hinblick auf „Kontrolle über biologische Prozesse“ (Chakrabarty 2009, 142) gedacht werden müsse.

Die geowissenschaftliche Annahme, wir befänden uns in einem neuen, vom Menschen gemachten Zeitalter, hat dank popularisierender Wissenschaftskommunikation (vgl. Leinfelder 2015) inzwischen auch eine breitere Öffentlichkeit erreicht: So titelte bereits 2011 *The Economist* „Welcome to the Anthropocene“ und gab zu bedenken: „Humans have changed the world. Now they have to change the way they think about it, too“ (The Economist 2011). Im Berliner Haus der Kulturen der Welt fand 2013/14 das „Anthropozän-Projekt“ unter der Schirmherrschaft von Paul Crutzen statt, wo, wie es heißt „kulturelle Grundlagenforschung mit den Mitteln der Kunst und der Wissenschaft betrieben“ wird, inzwischen fortgesetzt mit „Technosphere“ (2015–2019) und den „Anthropocene Lectures“ (2017–2018). Daraus ging u. a. das „Anthropocene Curriculum“ hervor, eine internationale Wissensplattform, auf der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, Künstler und Künstlerinnen sowie Aktivistinnen und Aktivisten zusammenkommen, um den Übergang in das neue Erdzeitalter mit Forschung und Wissensvermittlung zu begleiten. Von 2014 bis 2016 war im Deutschen Museum in München die Ausstellung „Welcome to the Anthropocene. The Earth in our Hands“ zu sehen, die auf eine Zusammenarbeit mit dem Münchner Rachel Carson Center for Environment and Society zurückgeht. Auch das Carnegie Museum of Natural History in Pittsburgh widmete sich von 2017 bis 2018 dem Thema mit der Ausstellung „We Are Nature: Living in the Anthropocene“. Die politische Auseinandersetzung mit dem Thema zeigt etwa das Online-Dossier „Anthropozän“ der Bundeszentrale für politische Bildung, wo u. a. der „Anthropozän-Wortschatz“ allgemeinverständlich vermittelt wird.

Auch in den Künsten ist der Begriff oder die Idee des Anthropozäns inzwischen vielfach aufgegriffen worden, so etwa in der deutschsprachigen Literatur in der Anthologie „All dies hier, Majestät, ist deins. Lyrik im Anthropozän“ (Bayer und Seel 2016), in der Gedichte zahlreicher Gegenwartslyriker und Gegenwartslyrikerinnen nach ihrer Zugehörigkeit zu ausgewählten Themenbereichen geordnet sind: Zum Beispiel „Sedimente – Sentimente“, „Territorien“, „Kapital Konsum Hybris“, „Winter Klima Angst“, „objektiviert klassifiziert archiviert“ oder „aus dem Inneren des Anthropozäns“. Die Gedichte reagieren seismographisch-künstlerisch auf die unterschiedlichen Herausforderungen des Anthropozäns, wie etwa im Gedicht „großer ameisenbär“ von Sabine Scho (*1970), das sich unter Bezugnahme auf Ingeborg Bachmanns (1926–1973) Anrufung des Großen Bären als Anklage gegen die Menschheit lesen lässt, die u. a. für die in Brasilien stattfindende „brandrodung“ und deren Folgen verantwortlich ist. Schos Gedicht war ursprünglich im Rahmen einer poetischen Intervention (zusammen mit Zeichnungen von Andreas Töpfer) im Naturkundemuseum Berlin verfasst und auf ausgestellten Bannern ebendort neben den entsprechenden Exponaten (in diesem Fall einem präparierten Ameisenbären) veröffentlicht (Scho und Töpfer 2015, 27). Ebenfalls in dieser Anthologie vertreten ist Daniel Falb (*1977), der mit seiner Schrift „Anthropozän. Dichtung in der Gegenwartsgeologie“ (Falb 2015) poetologisch, mit „Geospekulationen. Metaphysik für die Erde im Anthropozän“ (Falb 2019) theoretisch und zuletzt mit dem Aufsatz „Poetik für Anthropozän Institutionen“ (Falb 2020) institutionskritisch auf das Thema Bezug genommen hat.

Box: Lyrik im Anthropozän

großer ameisenbär

ein leiser zahnarmer, a-

meisen in seinem

bauch, ich sah den

regenwald brennen

und einen ameisenbären

auch, niemand mit

löschdecke trat auf

der kreislauf in flammen

organtätigkeit setzt aus

wie fühlt sich das an

lichterloh zu verenden

neulich töteten ameisenbären

zwei brasilianische bauern

ob sie ihre vitalsphäre bedrohten

und ihren lebensraum

– ist in jedem fall zu bedauern

mit messerscharfen krallen

kann man sich nicht wehren

gegen brandrodung

bricht so ein tier termiten-

hügel auf und züngelt hitzig

in alle gänge, heißt es

lauf, termite, lauf

ein körperbau in dem

lange klebzungen wohnen

bietet gewisse großzüngigkeit

für gustatorische sensationen

stell' ich mir vor, wenn man

kerbtiere flambierte
veränderte das bei ameisenbären
die darmtätigkeit
er sumnte dann kaum hörbar
burning down the house
scheidet dazu schwelende
heuweltjies aus

Heuweltjies werden kleine Erhebungen in Südafrika genannt, die vor allem am Westkap vertreten sind. Eine Theorie besagt, dass es sich dabei um fossile Termitenhügel handelt.

Burning down the house ist einer der bekanntesten Songs der Post-Punk-Band *Talking Heads*, der 1982 veröffentlicht wurde. David Byrne erinnert Zeilen aus den ersten Versionen, die in den Song nicht eingegangen sind, wie: *I have another body* (Ich habe einen zweiten Körper) oder *I'm still under construction* (Ich bin noch im Aufbau).

Die Viszerozeption umfasst die Wahrnehmung der eigenen Eingeweide und Organtätigkeit.

I have another body. I'm still under construction.

(Scho 2016)

Anthropozän und Naturschutz

Obgleich sich im Anthropozän-Diskurs durchaus ein ökologisches Anliegen im politischen Sinne artikuliert, sind die Konsequenzen dieses Ansatzes für den Naturschutz problematisch. Der Grund dafür ist, dass „Naturschutz“ oft (explizit oder nur implizit) als Schutz einer „unberührten“ Natur verstanden wird, also der normative Naturbegriff (Natur als zu schützende) in dem deskriptiven Begriff einer unbeeinflussten Natur verankert werden soll (siehe Mattisek und Sakdapolrak 2016 zu den Unterschieden zwischen Naturschutz, Umweltschutz, →Nachhaltigkeit etc. und den unterliegenden Prämissen). Die Diagnose des Anthropozäns bedeutet aber, dass es unberührte Natur nicht gibt (selbst entlegenste Ökosysteme, die noch nie von Menschen betreten wurden, sind ja dem globalen Klimawandel ausgesetzt). Insofern im Ansatz des Anthropozäns die Biosphäre sogar prinzipiell als Produkt einer Koevolution von Lebewesen und Umwelt verstanden wird (siehe Abschnitt 2.3), sind die Implikationen noch grundsätzlicher: Es gibt nicht nur keine unberührte Natur mehr, sondern es hat sie auch nie gegeben, und der Einfluss des Menschen, verstanden als

seine „kulturelle Nischenkonstruktion“, ist einfach ein Teil der Naturgeschichte. „Naturschutz“ wird damit problematisch:

Dadurch wird jede Berufung auf die jeweils existierende Natur als maßgebliche und zu erhaltende hinfällig. Naturschutzpolitik, die wir als solche schon als eine Errungenschaft ansehen müssen und die heute ein Minimum von Naturpolitik überhaupt darstellt, erweist sich damit als eine Politik, die dem eigentlichen Naturproblem, dem wir gegenüberstehen, nicht gewachsen ist. ...Wenn der Mensch schon unausweichlich an der Produktion der irdischen Natur beteiligt ist – welche Natur sollen wir dann wollen? (Böhme 2006, 28f)

Durch die Ausgangskonstellation fächert sich der Naturschutzdiskurs im Anthropozän in neue Dimensionen auf. So wird bereits im „konservativen“, auf Bewahrung zielenden Naturschutz die Zieldefinition problematisch. Lennon (2015) unterscheidet zwischen zwei konservativen Ansätzen: Erhaltung (*preservation*) in einem strengen Sinn, nach welchem ein Ökosystem samt seinen Elementen bewahrt werden soll, und Erhaltung in einem weiteren Sinn, wonach die Funktionen eines Ökosystems erhalten werden soll, diese aber auch durch neue, gebietsfremde Arten (Neobiota) sichergestellt werden können. Diese Gegenüberstellung scheint freilich die tatsächlichen Diskurse und Konflikte nicht adäquat abzubilden. In der aktuellen Diskussion um den Umgang mit dem durch Trockenheit geschädigten Wald in Deutschland eruiert die Waldwirtschaft zwar tatsächlich die Einführung allochthoner Arten mit größerer Widerstandskraft gegen Trockenheit; aber die Naturschutzverbände favorisieren vielmehr, den Wald sich selbst (und damit einer m. o. w. natürlichen Sukzession) zu überlassen, als ihn im alten Zustand identisch erhalten zu wollen (BUND 2019).

Die Diskussion verkompliziert sich jedoch noch weiter, da neben diesen „konservativen“ Naturschutz in seinen verschiedenen Ausformungen zusätzlich die Vorstellung einer „Verbesserung“ der Natur tritt, oft unter dem Schlagwort eines *Good Anthropocene*:

To the dismay of those who first proposed it, the Anthropocene is being reframed as an event to be celebrated rather than lamented and feared. Instead of final proof of the damage done by techno-industrial hubris, the „ecomodernists“ welcome the new epoch as a sign of man’s ability to transform and control nature. (Hamilton 2015b, 233)

Schon Crutzen (2002) sprach freilich davon – wenn auch in Anführungszeichen – das Klima zu „optimieren“, was er aber nur als letzten Ausweg verstanden wissen wollte, wie er später präziserte (siehe Schwägerl 2015). Neben „Bewahrung“ und „Schutz“ tritt *ecosystem design* und die Schaffung von *novel ecosystems* (Keulartz 2012).

Schwägerl und Leinfelder (2020, 236) erinnern in diesem Zusammenhang daran, dass das Anthropozän eigentlich verspricht, über solche Gegensätze hinwegzuhelfen:

Klassische Ansätze der Umweltvorsorge setzen entweder auf Vermeidung, um die Welt im bisher so stabilen Holozän zu belassen oder auf technikbasierte Adaptation, um der menschenveränderten Umwelt Rechnung zu tragen. Im Unterschied dazu berücksichtigt das Anthropozän-Konzept den systemischen Bezug auf unterschiedlichen Zeitskalen. Die Hypothese fusioniert Erdgeschichte und Menschheitsgeschichte, Kultur und Natur, ökologischen und industriellen Metabolismus in ein gemeinsames Denkmodell.

Eine zweite kopernikanische Revolution im neuen Erdzeitalter?

Die Entwicklung der Erdsystemwissenschaft veranlasste Hans Joachim Schellnhuber (1999) von einer „zweiten kopernikanischen Revolution“ zu sprechen. Während sich in der ersten kopernikanischen Revolution die Menschheit neue Welten jenseits ihrer gewohnten Gefilde erschlossen habe, so kehre sich ihr Blick nun um, um sich dem Studium unseres Heimatplaneten zu widmen. Schellnhuber betonte auch die praktisch-politische Dimension dieser Revolution. Die Erdsystemwissenschaft sei ein Diagnoseinstrument in der Hand eines Arztes, „*generating evidence necessary for treatment*“ (Schellnhuber 1999, C20). Schellnhuber sieht die Menschheit mithin zum heilenden Eingriff befähigt, befugt und aufgerufen. Vor ihr liege ein „*control problem, a geo-cybernetic task*“ (Schellnhuber 1999, C20).

Der Diskurs des Anthropozäns verspricht nicht weniger: wissenschaftlicher Erkenntnisfortschritt, aber auch Revolution im Weltbild und Meisterung der ökologischen Krise. Was er von den Versprechungen halten kann und halten wird, ist zum jetzigen Zeitpunkt unklar. Allerdings kann man heute durchaus auf Unklarheiten und Ambivalenzen des Anthropozän-Diskurses aufmerksam machen. So enthält die einschlägige Literatur in der Tat sehr unterschiedliche Modelle für das (zukünftige) Selbstverständnis des Menschen und seines Verhältnisses zur Natur (Raymond et al. 2013). Schellnhuber sprach vom „Arzt“, verbreitet ist auch die Rede von *stewardship* (Steffen et al. 2011), Crutzen (2002) bezog den Standpunkt des Ingenieurs. Schon bei Vernadsky (1998) wurzelte das neue ökologische Verständnis der Erde in der Suche nach ausbeutbaren Rohstoffen (siehe Abschnitt 2.3). Der Wissenschaftshistoriker Christophe Bonneuil (*1968) kritisierte dieses „naturalistische Narrativ“, welches den Diskurs des Anthropozäns oft strukturiert: Die Menschheit habe schon lange, aber unbewusst Natur und Klima beeinflusst, gelange heute unter Anleitung der Wissenschaft endlich zu Bewusstsein darüber und werde morgen Natur und Klima bewusst kontrollieren und zu ihren Gunsten beeinflussen können (Bonneuil 2016, 18). In einer minutiösen Recherche zeigt Bonneuil mit seinem Kollegen Fressoz, dass schon die Annahme eines fehlenden Bewusstseins in der Vergangenheit fehl geht. Die historische Literatur ist voll von Zeugnissen einer frühen Sorge um den Einfluss des Menschen auf die Umwelt, die spätestens im 18. und 19. Jahrhundert präsent ist (Bonneuil und Fressoz 2016, Kap. 8). Das, wie Bonneuil es nennt, „naturalistische Narrativ“ von den aufklärenden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern hat aber auch das weitere Problem, dass es nahtlos in die Empfehlung des Geoengineerings als Lösung der Probleme mündet (→Klimawandel). Auch hier ist zu fragen, ob dieser Ansatz wirklich eine

Lösung für die Zukunft bietet oder nicht doch vielmehr die falsche Vergangenheit, die Illusion der Verfügbarkeit der Welt, fortsetzt.

Beachtenswert ist in diesem Zusammenhang das Konzept der „Gaia 2.0“ (in Erweiterung der Gaia-Hypothese von Lovelock, siehe Abschnitt 2.3), welches Timothy M. Lenton und Bruno Latour (2018) offenbar in der Absicht entwickelt haben, der Spezifik des Anthropozäns gerecht zu werden, ohne in die Fallstricke des „naturalistischen Narrativs“ zu geraten. Sie beerben Vernadskys „Noosphäre“ und Crutzens „Anthropozän“ darin, dass sie in der Umgestaltung der globalen Natur durch eine bewusst und erkenntnisvermittelt handelnde Menschheit einen neuen Zustand der Erde gekommen sehen – „Gaia 2.0“. Gaias Selbstregulierung erlangt durch die Menschheit „*some self-awareness*“ (Lenton und Latour 2018, 1068). Zugleich positionieren Lenton und Latour den Menschen aber nicht als Ingenieur oder Arzt, die von außen eingreifen und sich einem Kontrollproblem gegenübersehen. Sie verstehen die Aufgabe der Menschheit im Anthropozän darin, von Gaia zu lernen: zu lernen, wie man in geschlossenen Stoffkreisläufen wirtschaftet, wie man Anpassungsfähigkeit durch Netzwerke mit effizientem horizontalen Informationsfluss schafft und Stabilität durch multiple Feedbackmechanismen erlangt, die auf verschiedenen Größen- und Zeitskalen aktiv sind.

Trotz kontroverser Diskussionen in den Geistes-, Sozial-, Lebens- und Naturwissenschaften ist in vielen sozialen und gesellschaftlichen Bereichen die neue Erdepoeche populärwissenschaftlich bereits anerkannt. Museen und Kultureinrichtungen in aller Welt gebrauchen den Begriff wie selbstverständlich; Internet, Zeitungen und soziale Medien sind voll von ihm. Ob das Anthropozän allerdings in die offizielle Zeitrechnung der Geologie Einzug halten wird, entscheidet sich erst noch – in einem vermutlich langwierigen Prozess der Geologie-Community mit offenem Ausgang (Schwägerl und Leinfelder 2020). Auch die Einführung des Holozäns – der gegenwärtige Zeitabschnitt der Erdgeschichte – dauerte 100 Jahre. Der Begriff wurde ursprünglich von dem französischen Zoologen und Paläontologen Paul Gervais (1816–1879) im Jahre 1867 vorgeschlagen und fand erst nach langwierigen Diskussionen im Jahre 1967 weltweite Anerkennung. Wie auch immer die terminologische Debatte enden wird, die mit dem Begriff Anthropozän beschriebenen Vorgänge sind unumkehrbar.

Literaturverzeichnis

- Autin, Whitney J., und John M. Holbrook. 2012. „Is the Anthropocene an Issue of Stratigraphy or Pop Culture?“ *GSA Today* 22, Nr. 7: 60–61.
- Barbier, Edward B., und Joanne C. Burgess. 2017. „Natural Resource Economics, Planetary Boundaries and Strong Sustainability.“ *Sustainability* 9: 1858.
- Baskin, Jeremy. 2019. *Geoengineering, the Anthropocene and the End of Nature*. Cham: Palgrave Macmillan.
- Bayer, Anja, und Daniela Seel. 2016. *All dies hier, Majestät, ist deins: Lyrik im Anthropozän: Anthologie*. Berlin: kookbooks.
- Biermann, Frank. 2014. „The Anthropocene: A Governance Perspective.“ *The Anthropocene Review* 1, Nr. 1: 57–61.
- Biermann, Frank, Michele M. Betsill, Susana C. Vieira, Joyeeta Gupta, Norichika Kanie, Louis Lebel, Diana Liverman, Heike Schroeder, Bernd Siebenhüner, Pius Z. Yanda und Ruben Zondervan. 2012. „Navigating the Anthropocene: Improving Earth System Governance.“ *Science* 335, Nr. 6074: 1306–7.
- Blöthe, Marco, Anna Wegorezewski, Cornelia Müller, Frank Simon, Thomas Kuhn und Axel Schippers. 2015. „Manganese-Cycling Microbial Communities Inside Deep-Sea Manganese Nodules.“ *Environmental Science & Technology* 49, Nr. 13: 7692–700. <http://doi.org/10.1021/es504930v>.
- Böhme, Gernot. 2006. „Welche Natur wollen wir? Aporien des Naturbegriffs.“ *Valerio* 5, Nr. 2007: 24–33.
- Bonneuil, Christophe. 2016. „The Geological Turn. Narratives of the Anthropocene.“ In *The Anthropocene and the Global Environmental Crisis. Rethinking Modernity*, herausgegeben von Clive Hamilton, Christophe Bonneuil und François Gemenne, 15–31. London: Routledge.
- Bonneuil, Christophe, und Jean-Baptiste Fressoz. 2016. *The Shock of the Anthropocene. The Earth, History and Us*. London: Verso.
- Brecht, Bertolt. 1967. *Gesammelte Werke: Bd. 9: Gedichte 2*. Herausgegeben in Zusammenarbeit mit Elisabeth Hauptmann. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 722–25.

- Bridgewater, Peter, Rakhyun E. Kim und Klaus Bosselmann. 2015. „Ecological Integrity: A Relevant Concept for International Environmental Law in the Anthropocene?“ *Yearbook of International Environmental Law* 25: 61–78.
- Brown, Peter G., und Peter Timmermann. 2015. *Ecological Economics for the Anthropocene: An Emerging Paradigm*. New York: Columbia University Press.
- BUND (Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland). 2019. „Waldstrategie 2050: Ökologische Waldwende überfällig.“ Pressemitteilung vom 16. Oktober. Zugriff am 28. Juni 2021. <https://www.bund.net/service/presse/pressemitteilungen/detail/news/waldstrategie-2050-oekologische-waldwende-ueberfaellig/>.
- Cannon, Walter B. 1932. *The Wisdom of the Body*. New York: Norton.
- Chakrabarty, Dipesh. 2009. „The Climate of History: Four Theses.“ *Critical Inquiry* 35: 197–222.
- Costanza, Robert, Lisa Graumlich, Will Steffen, Carole Crumley, John Dearing, Kathy Hibbard, Rik Leemans, Charles Redman und David Schimel. 2007. „Sustainability or Collapse: What Can We Learn from Integrating the History of Humans and the Rest of Nature?“ *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 36, Nr. 7: 522–27.
- Crist, Eileen. 2016. „On the Poverty of Our Nomenclature.“ In *Anthropocene or Capitalocene? Nature, History, and the Crisis of Capitalism*, herausgegeben von Jason W. Moore, 14–33. Oakland: PM Press.
- Crutzen, Paul J., und Eugene F. Stoermer. 2000. „The Anthropocene.“ *Global Change Newsletter* 41: 17–18.
- Crutzen, Paul J. 2002. „Geology of Mankind.“ *Nature* 415, Nr. 6867: 23.
- „Das Anthropozän-Projekt: Kulturelle Grundlagenforschung mit den Mitteln der Kunst und der Wissenschaft, 2013–2014.“ O.J. Webseite, HKW: Haus der Kulturen der Welt. Zugriff am 23. September 2020. https://www.hkw.de/de/programm/projekte/2014/anthropozaen/anthropozaen_2013_2014.php.
- Dürbeck, Gabriele. 2015. „Das Anthropozän in geistes- und kulturwissenschaftlicher Perspektive.“ In *Ecocriticism. Eine Einführung*, herausgegeben von Gabriele Dürbeck und Urte Stobbe, 101–22. Köln: Böhlau.
- Dürbeck, Gabriele. 2018. „Narrative des Anthropozän – Systematisierung eines interdisziplinären Diskurses.“ *Kulturwissenschaftliche Zeitschrift* 3, Nr. 1: 1–20.
- Dürbeck, Gabriele, und Philip Hüpkes. 2020. *The Anthropocenic Turn: The Interplay between Disciplinary and Interdisciplinary Responses to a New Age*. London: Routledge.

- Dürbeck, Gabriele, Simon Probst und Christoph Schaub. 2022. *Anthropozäne Literatur. Poetiken, Genres, Lektüren*. Berlin: Metzler.
- The Economist*. 2011. „Welcome to the Anthropocene.“ 21. Mai. Zugriff am 23. September 2020. <https://www.economist.com/leaders/2011/05/26/welcome-to-the-anthropocene>.
- Edenhofer, Ottmar, und Martin Kowarsch. 2015. „Cartography of Pathways: A New Model for Environmental Policy Assessments.“ *Environmental Science and Policy* 51: 56–64.
- Edgeworth, Matt, Erle C. Ellis, Phillip Gibbard, Cath Neal und Michal Ellis. 2019. „The Chronostratigraphic Method is Unsuitable for Determining the Start of the Anthropocene.“ *Progress in Physical Geography* 43, Nr. 3: 334–44.
- Ehlers, Eckart. 2008. *Das Anthropozän: Die Erde im Zeitalter des Menschen*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Ellis, Erle C. 2015. „Ecology in an Anthropogenic Biosphere.“ *Ecological Monographs* 85, Nr. 3: 287–331.
- Ellis, Erle C. 2017. „Physical Geography in the Anthropocene.“ *Progress in Physical Geography* 41: 525–32.
- Ellis, Erle C., und Navin Ramankutty. 2008. „Putting People in the Map: Anthropogenic Biomes of the World.“ *Frontiers in Ecology and the Environment* 6, Nr. 8: 439–47.
- Falb, Daniel. 2015. *Anthropozän: Dichtung in der Gegenwartsgeologie*. Berlin: Verlagshaus Berlin.
- Falb, Daniel. 2019. *Geospekulationen. Metaphysik für die Erde im Anthropozän*. Leipzig: Merve.
- Falb, Daniel. 2020. „Poetik für Anthropozän Institutionen.“ *Edit* 80–82: 40–57.
- Figuerola, Adolfo. 2017. *Economics of the Anthropocene Age*. Cham: Palgrave Macmillan.
- Finney, Stanley C., und Lucy E. Edwards. 2016. „The ‚Anthropocene‘ Epoch: Scientific Decision or Political Statement?“ *GSA Today* 26, Nr. 3–4: 4–10.
- Foley, Stephen F., Detlef Groneborn, Andreas Vött, David Jordan, Jos Lelieveld, Christine G. Weller, Kurt W. Alt, Sabine Gaudzinski-Windheuser, Kai-Christian Bruhn, Holger Tost, Frank Sirocko, Paul J. Crutzen, Meinrat O. Andreae, Joachim W. Kadereit, Jan Esper, Denis Scholz, Ulrich Pöschl, Dorrit E. Jacob, Bernd R. Schone und Rainer Schreg. 2013. „The Palaeoanthropocene: The Beginnings of Anthropogenic Environmental Change.“ *Anthropocene* 3: 83–88.
- Fränze, Otto. 2001. „Alexander von Humboldt’s Holistic World View and Modern Inter- and Transdisciplinary Ecological Research.“ *Northeastern Naturalist* 8, Nr. 1: 57–90.

- Gaffney, Owen, und Will Steffen. 2017. „The Anthropocene Equation.“ *The Anthropocene Review* 4, Nr. 1: 53–61.
- Garrard, Greg, Gary Handwerk und Sabine Wilke. 2014. „Imagining Anew: Challenges of Representing the Anthropocene.“ *Environmental Humanities* 5: 149–53.
- Georgescu-Roegen, Nicholas. 1971. *The Entropy Law and the Economic Process*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Ginzky, Harald, Jan Kosmol und Kathrin Schwirn. 2020. „Internationale Umwelt- und Nachhaltigkeitspolitik während und nach der Covid-19-Pandemie.“ *Zeitschrift für Umweltrecht* 31, Nr. 9: 471–78.
- Glansdorff, Paul, und Ilya Prigogine. 1971. *Thermodynamic Theory of Structure, Stability and Fluctuation*. New York: Wiley-Interscience.
- Glaser, Rüdiger. 2014. *Global Change. Das neue Gesicht der Erde*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Gutmann, Andreas. 2019. „Pachamama als Rechtssubjekt? Rechte der Natur und indigenes Denken in Ecuador.“ *Zeitschrift für Umweltrecht* 30, Nr. 11: 611–18.
- Gutmann, Andreas. 2021. *Hybride Rechtssubjektivität. Die Rechte der „Natur oder Pacha Mama“ in der ecuadorianischen Verfassung von 2008*. Baden-Baden: Nomos.
- Haff, Peter K. 2013. „Technology as a Geological Phenomenon.“ In *A Stratigraphical Basis for the Anthropocene*, herausgegeben von Colin N. Waters, Jan A. Zalasiewicz, Mark Williams, Michael A. Ellis und Andrea M. Snelling. London: Geological Society, Special Publications 395. <https://doi.org/10.1144/SP395>.
- Hall, Charles A. S., Dietmar Lindenberger, Reiner Kümmel, Timm Kroeger und Wolfgang Eichhorn. 2001. „The Need to Reintegrate the Natural Sciences with Economics.“ *BioScience* 51: 663–73.
- Hall, Charles A. S., und Kent Klittgaard. 2018. *Energy and the Wealth of Nations. An Introduction to Biophysical Economics*. Cham: Springer.
- Hamilton, Clive. 2015a. „Getting the Anthropocene So Wrong.“ *Anthropocene Review* 2, Nr. 2: 102–7.
- Hamilton, Clive. 2015b. „The Theodicy of the ‚Good Anthropocene‘.“ *Environmental Humanities* 7, Nr. 1: 233–38.
- Hammer, Claus, Henrik Clausen und Henrik Tauber. 1986. „Ice-Core Dating of the Pleistocene/Holocene Boundary Applied to a Calibration of the ¹⁴C Time Scale.“ *Radiocarbon* 28, Nr. 2A: 284–91.

- Hansen, James. 2008. „Tipping Point: Perspective of a Climatologist.“ In *State of the Wild 2008 – 2009: A Global Portrait of Wildlife, Wildlands, and Oceans*, herausgegeben von Eva Fearn, 6–15. Washington: Wildlife Conservation Society/Island Press.
- Haraway, Donna. 2016. *Staying with the Trouble: Making Kin in the Chthulucene*. Durham: Duke University Press.
- Heise, Ursula K. 2015. „Posthumanismus: Den Menschen neu denken.“ In *Willkommen im Anthropozän*, herausgegeben von Nina Möllers, Christian Schwägerl und Helmuth Trischler, 38–42, München: Deutsches Museum.
- Hoffmann, Jan. 2019. „Anthropozän und Recht: Reaktionsmuster am Beispiel des Umweltrechts.“ *Umwelt- und Planungsrecht* 39, Nr. 2: 52–59.
- Homer-Dixon, Thomas, Brian Walker, ReINETTE Biggs, Anne-Sophie Crépin, Carl Folke, Eric F. Lambin, Garry D. Peterson, Johan Rockström, Marten Scheffer, Will Steffen und Max Troell. 2015. „Synchronous Failure: The Emerging Causal Architecture of Global Crisis.“ *Ecology and Society* 20, Nr. 3: 6.
- Horn, Eva, und Hannes Bergthaller. 2019. *Anthropozän zur Einführung*. Hamburg: Junius.
- Humboldt, Alexander von. 1845–1862. *Kosmos: Entwurf einer physischen Weltbeschreibung*. Stuttgart: Cotta.
- Humboldt, Alexander von, und Aimé Bonpland. 1807. *Ideen zu einer Geographie der Pflanzen nebst einem Naturgemälde der Tropenländer*. Tübingen: Cotta.
- Hutchinson, G. Evelyn. 1970. „The Biosphere.“ *Scientific American* 223, Nr. 3: 44–53.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2019a. *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*. Hrsg. von Hans-Otto Pörtner, Debra C. Roberts, Valérie Masson-Delmotte, Panmao Zhai, Melinda Tignor, Elvira Poloczanska, Katja Mintenbeck, Andrés Alegría, Maike Nicolai, Andrew Okem, Jan Petzold, Bardhyl Rama und Nora M. Weyer. Zugriff am 15. September 2021. <https://www.ipcc.ch/srocc/>.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2019b. *IPCC Special Report on Climate Change and Land*. Hrsg. von Priyadarshi R. Shukla, Jim Skea, Eduardo Calvo Buendia, Valérie Masson-Delmotte, Hans-Otto Pörtner, Debra C. Roberts, Panmao Zhai, Raphael Slade, Sarah Connors, Rennée van Diemen, Marion Ferrat, Eamon Haughey, Sigourney Luz, Suvadip Neogi, Minal Pathak, Jan Petzold, Joana Portugal Pereira, Purvi Vyas, Elizabeth Huntley, Katie Kissick, Malek Belkacemi und Juliette Malley. Zugriff am 15. September 2021. <https://www.ipcc.ch/srcl/>.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2021. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the*

Intergovernmental Panel on Climate Change. Hrsg. von Valérie Masson-Delmotte, Panmao Zhai, Anna Pirani, Sarah L. Connors, Clotilde Péan, Sophie Berger, Nada Caud, Yang Chen, Leah Goldfarb, Melissa I. Gomis, Mengtian Huang, Katherine Leitzell, Elisabeth Lonnoy, Robin Matthews, Tom K. Maycock, Tim Waterfield, Özge Yelekçi, Rong Yu und Botao Zhou. Zugriff am 18. März 2022. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf.

- Kapp, K. William. 1961. *Towards a Science of Man in Society*. The Hague: Nijhoff.
- Kersten, Jens. 2014a. „Das Anthropozän-Konzept: Kontrakt – Komposition – Konflikt.“ *Rechtswissenschaft* 5, Nr. 3: 378–414.
- Kersten, Jens. 2014b. *Das Anthropozän-Konzept: Kontrakt – Komposition – Konflikt*. Baden-Baden: Nomos.
- Keulartz, Jozef. 2012. „The Emergence of Enlightened Anthropocentrism in Ecological Restoration.“ *Nature and Culture* 7, Nr. 1: 48–71.
- Kim, Rakhyun E., und Klaus Bosselmann. 2013. „International Environmental Law in the Anthropocene: Towards a Purposive System of Multilateral Environmental Agreements.“ *Transnational Environmental Law* 2: 285–309.
- Kleidon, Axel. 2016. *Thermodynamic Foundations of the Earth System*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kleidon, Axel, und Ralph D. Lorenz. 2005. *Non-equilibrium Thermodynamics and the Production of Entropy: Life, Earth, and Beyond*. Berlin: Springer.
- Knitter, Daniel, Katja Augustin, Ehsa Biniyaz, Wolfgang Hamer, Michael Kuhwald, Malte Schwanebeck und Rainer Duttmann. 2019. „Geography and the Anthropocene: Critical approaches needed.“ *Progress in Physical Geography* 43, Nr. 3: 451.
- Kotzé, Louis. 2019. „A Global Environmental Constitution for the Anthropocene?“ *Transnational Environmental Law* 8: 11–33.
- Kvenvolden, Keith A. 1995. „A Review of the Geochemistry of Methane in Natural Gas Hydrate.“ *Organic Geochemistry* 23, Nr. 11–12: 997–1008. [https://doi.org/10.1016/0146-6380\(96\)00002-2](https://doi.org/10.1016/0146-6380(96)00002-2).
- Latour, Bruno. 2010. „An Attempt to a ‚Compositionist Manifesto‘.“ *New Library History* 41, Nr. 3, 471–90.
- Latour, Bruno. 2015. „Telling Friends From Foes in the Time of the Anthropocene.“ In *The Anthropocene and the Global Environmental Crisis. Rethinking Modernity in a New Epoch*,

herausgegeben von Clive Hamilton, Christophe Bonneuil und François Garenne. London: Routledge.

Latour, Bruno. 2018. *Facing Gaia. Eight Lectures on the New Climatic Regime*. Cambridge, UK: Polity Press.

Leinfelder, Reinhold. 2015. „Die Zukunft war früher auch besser‘ – Neue Herausforderungen für die Wissenschaft und ihre Kommunikation.“ In *Willkommen im Anthropozän: Unsere Verantwortung für die Zukunft der Erde*, herausgegeben von Nina Möllers, Christian Schwägerl und Helmuth Trischler, 97–102. München: Deutsches Museum.

Lennon, Mick. 2015. „Nature Conservation in the Anthropocene: Preservation, Restoration and the Challenge of Novel Ecosystems.“ *Planning Theory & Practice* 16, Nr. 2: 285–90.

Lenton, Timothy M., und Hans J. Schellnhuber. 2007. „Tipping the scales.“ *Nature Reports Climate Change* 1, Nr. 712: 97–98. <https://doi.org/10.1038/climate.2007.65>.

Lenton, Timothy M., Hermann Held, Elmar Kriegler, Jim W. Hall, Wolfgang Lucht, Stefan Rahmstorf und Hans J. Schellnhuber. 2008. „Tipping Elements in the Earth’s Climate System.“ *Proceedings of the National Academy of Sciences of America* 105, Nr. 6: 1786–93. <https://doi.org/10.1073/pnas.0705414105>.

Lenton, Timothy M., und Bruno Latour. 2018. „Gaia 2.0.“ *Science* 361, Nr. 6407: 1066–68.

Leontieff, Wassily. 1982. „Academic Economics.“ *Science* 217: 104–105.

Lewis, Simon L., und Mark A. Maslin. 2015. „Defining the Anthropocene.“ *Nature* 519: 171–80.

Lorimer, Jaime. 2017. „The Anthro-scene: A Guide for the Perplexed.“ *Social Studies of Science* 47, Nr. 1: 117–42.

Lotka, Alfred J. 1945. „The Law of Evolution as a Maximal Principle.“ *Human Biology* 17, Nr. 3: 167–94.

Lovelock, James E. 1972. „Gaia as Seen through the Atmosphere.“ *Atmospheric Environment* 6: 579–80.

Lovelock, James E. 1990. „Hands up for the Gaia Hypotheses.“ *Nature* 344: 100–102.

Lovelock, James E., und Lynn Margulis. 1974. „Atmospheric Homeostasis by and for the Biosphere: The Gaia Hypotheses.“ *Tellus* 26, Nr. 1–2: 2–10.

Lyons, Timothy W., Christopher T. Reinhard und Noah J. Planavsky. 2014. „The Rise of Oxygen in Earth’s Early Ocean and Atmosphere.“ *Nature* 506: 307–15. <https://doi.org/10.1038/nature13068>.

- Malhi, Yadvinder. 2017. „The Concept of the Anthropocene.“ *Annual Review of Environment and Resources* 42, Nr. 1: 77–104.
- Marsh, George P. 1864. *Man and Nature; or Physical Geography as Modified by Human Action*. London: Low.
- Martinez-Alier, Juan, und Klaus Schlüpmann. 1987. *Ecological Economics: Energy, Environment and Society*. Oxford: Blackwell.
- Mattissek, Anja, und Patrick Sakdapolrak. 2016. „Gesellschaft und Umwelt.“ In *Humangeographie kompakt*, herausgegeben von Tim Freytag, Hans Gebhardt, Ulrike Gerhard und Doris Wastl-Walter. Heidelberg: Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-662-44837-3_2.
- Moore, Jason W. 2015. *Capitalism in the Web of Life*. New York: Verso.
- Nature Ecology & Evolution. 2019. „Humboldt’s Legacy: Editorial.“ *Nature Ecology & Evolution* 3: 1265–66.
- Nitzke, Solveig. 2022. „Alte Bäume lesen. Tiefenzeitlektüren als Beziehungsarbeit im Anthropozän.“ In *Anthropozäne Literatur. Poetiken, Genres, Lektüren*, herausgegeben von Gabriele Dürbeck, Simon Probst und Christoph Schaub, 183–200. Berlin: Metzler.
- Odling-Smee, F. John. 2007. „Niche Inheritance: A Possible Basis for Classifying Multiple Inheritance Systems in Evolution.“ *Biological Theory* 2, Nr. 3: 276–89.
- Odling-Smee, F. John, Kevin N. Laland und Marcus W. Feldman. 1996. „Niche Construction.“ *The American Naturalist* 147, Nr. 4: 641–48.
- Odum, Eugene. 1969. „The Strategy of Ecosystem Development.“ *Science* 164: 262–70.
- Pavlov, Alexei P. 1922. „Epoques glaciaires et interglacières de l’Europe et leur rapport à l’histoire de l’homme fossile. Бюлл. Московск. общ. испыт. Прир. (Byulleten’ moskovskogo obshchestva ispytatelei prirody, MOIP).“ *Otdel geologii, Novaya seriya* 31: 23–81.
- Purdy, Jedediah. 2015. *After Nature. A Politics for the Anthropocene*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Raymond, Christopher M, Gerald G. Singh, Karina Benessaiah, Joanna R. Bernhardt, Jordan Levine, Harry Nelson, Nancy J. Turner, Bryan Norton, Jordan Tam und Kai M.A. Chain. 2013. „Ecosystem Services and Beyond: Using Multiple Metaphors to Understand Human-Environment Relationships.“ *BioScience* 63, Nr. 7: 536–46.
- Reents, Friederike, André Butz und Ulrike Gerhard. 2022. „Kippen, Sich Einrichten und Deuten. Geokritische Poetiken des Anthropozän in interdisziplinärer Lesart.“ In *Anthropozäne Literatur. Poetiken, Genres, Lektüren*, herausgegeben von Gabriele Dürbeck, Simon Probst und Christoph Schaub, 65–86. Berlin: Metzler.

- Rheinberger, Hans J. 2020. „The ‚Material Turn‘ and the ‚Anthropocenic Turn‘ from a History of Science Perspective.“ In *The anthropocenic turn. The Interplay between Disciplinary and Interdisciplinary Responses to a New Age*, herausgegeben von Gabriele Dürbeck und Philip Hüpkes, 27–36. London: Routledge.
- Robin, Elizabeth (Libby), und Will Steffen. 2007. „History for the Anthropocene.“ *History Compass* 5, Nr. 5: 1694–719.
- Robinson, Nicholas A. 2012. „Beyond sustainability: environmental management for the Anthropocene Epoch.“ *Journal of Public Affairs* 12: 181–94.
- Robinson, Nicholas A. 2014. „Fundamental Principles of Law for the Anthropocene.“ *Environmental Policy and Law* 44: 13–32.
- Rockström, Johan, Will Steffen, Kevin Noone, Åsa Persson, F. Stuart Chapin, Eric F. Lambin, Timothy M. Lenton, Marten Scheffer, Carl Folke, Hans J. Schellnhuber, Björn Nykvist, Cynthia A. de Wit, Terry Hughes, Sander van der Leeuw, Henning Rodhe, Sverker Sörlin, Peter K. Snyder, Robert Costanza, Uno Svedin, Malin Falkenmark, Louise Karlberg, Robert W. Corell, Victoria J. Fabry, James Hansen, Brian Walker, Diana Liverman, Katherine Richardson, Paul Crutzen und Jonathan A. Foley. 2009. „A Safe Operating Space for Humanity.“ *Nature* 461: 472–75.
- Ruddiman, William F. 2018. „Three Flaws in Defining a Formal ‚Anthropocene‘.“ *Progress in Physical Geography* 42, Nr. 4: 451–61.
- Rull, Valentí. 2017. „The ‚Anthropocene‘: Neglects, Misconceptions, and Possible Futures.“ *EMBO Reports* 18, Nr. 7: 1056–60.
- Scheffer, Martin, Steve Carpenter, Jonathan A. Foley, Carl Folke und Brian Walker. 2001. „Catastrophic Shifts in Ecosystems.“ *Nature* 413: 519–96.
- Schellnhuber, Hans J. 1999. „‚Earth System‘ Analysis and the Second Copernican Revolution.“ *Nature* 402: C19–23.
- Schellnhuber, Hans J. 2009. „Tipping Elements in the Earth System.“ *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106, Nr. 49: 20561–63. <https://doi.org/10.1073/pnas.0911106106>.
- Scho, Sabine. 2016. „großer ameisenbär.“ In *All dies hier, Majestät, ist deins: Lyrik im Anthropozän: Anthologie*. herausgegeben von Anja Bayer und Daniela Seel, 55. Berlin: kookbooks.
- Scho, Sabine und Andreas Töpfer. 2015. *The Origin of Senses. Begleitmagazin zur literarischen Intervention*. Berlin: Museum für Naturkunde.

- Schrödinger, Erwin. 1944. *What is Life? The Physical Aspect of the Living Cell*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Schwägerl, Christian. 2015. „Wir sind nicht dem Untergang geweiht‘: Ein Interview mit Paul J. Crutzen.“ In *Willkommen im Anthropozän. Unsere Verantwortung für die Zukunft der Erde*, herausgegeben von Nina Möllers, 30–36. München: Deutsches Museum.
- Schwägerl, Christian, und Reinhold Leinfelder. 2014. „Die menschengemachte Erde.“ *Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung* 5, Nr. 2: 233–40.
- Schwägerl, Christian, und Reinhold Leinfelder. 2020. „Anthropozän: Mehr als eine wissenschaftliche Hypothese.“ In *Im Steinbruch der Zeit: Erdgeschichten und die Anfänge der Geologie*, herausgegeben von Tom Gärtig und Claus Veltmann, 229–41. Wiesbaden: Harrasowitz Verlag.
- Snow, Charles Percy. 1987. „Die zwei Kulturen (1959).“ In *Die zwei Kulturen. Literarische und naturwissenschaftliche Intelligenz: C. P. Snows These in der Diskussion*, herausgegeben von Helmut Kreuzer, 11–25. München: DTV.
- Sinaï, Agnès. 2013–2017. *Politiques de l’anthropocène: Penser la décroissance* (2013); *Économie de l’après-croissance* (2015); *Gouverner la décroissance* (2017). Paris: Presses de SciencesPo.
- Smith, Bruce D. 2007. „The Ultimate Ecosystem Engineers.“ *Science* 315: 1797–98.
- Smith, Bruce D., und Melinda A. Zeder. 2013. „The Onset of the Anthropocene.“ *Anthropocene* 4: 8–13.
- Sparks, Tom. 2020. „The Place of the Environment in State of Nature Discourses: Reassessing Nature, Property and Sovereignty in the Anthropocene.“ *Max Planck Institute for Comparative Public Law & International Law Research Paper Series* 2020-10.
- Springer, Anna-Sophie. 2016. „Der Anthropozän-Wortschatz.“ *Bundeszentrale für politische Bildung*. Zugriff am 23. September 2020. <https://www.bpb.de/gesellschaft/umwelt/anthropozaen/216925/das-woerterbuch-zum-anthropozaen>.
- Star, Susan L. 2010. „This is Not a Boundary Object: Reflections on the Origin of a Concept.“ *Science, Technology, & Human Values* 35, Nr. 5: 601–17.
- Star, Susan L., und James R. Griesemer. 1989. „Institutional Ecology, ‚Translations‘ and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley’s Museum of Vertebrate Zoology, 1907–1939.“ *Social Studies of Science* 19, Nr. 4: 387–420. <https://doi.org/10.1177/030631289019003001>.

- Steffen, Will, Åsa Persson, Lisa Deutsch, Jan Zalasiewicz, Mark Williams, Katherine Richardson, Carole Crumley, Paul Crutzen, Carl Folke, Line Gordon, Mario Molina, Veerabhadran Ramanathan, Johan Rockström, Martin Scheffer, Hans Joachim Schellnhuber und Uno Svedin. 2011. „The Anthropocene: From Global Change to Planetary Stewardship.“ *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 40: 739–61.
- Steffen, Will, Johan Rockström, Katherine Richardson, Timothy N. Lenton, Carl Folke, Diana Liverman, Colin P. Summerhayes, Anthony D. Barnosky, Sarah E. Cornell, Michel Crucifix, Jonathan F. Donges, Ingo Fetzer, Steven J. Lade, Marten Scheffer, Ricarda Winkelmann und Hans J. Schellnhuber. 2018. „Trajectories of the Earth System in the Anthropocene.“ *Proceedings of the National Academy of Sciences of America* 115, Nr. 33: 8253–59.
- Steffen, Will, Katherine Richardson, Johan Rockström, Hans J. Schellnhuber, Opha P. Dube, Sébastien Dutreuil, Timothy M. Lenton und Jane Lubchenco. 2020. „The Emergence and Evolution of Earth System Science.“ *Nature Reviews Earth & Environment* 1, Nr. 54–63. <https://doi.org/10.1038/s43017-019-0005-6>.
- Stengers, Isabelle. 2015. „Accepting the Reality of Gaia: A Fundamental Shift?“ In *The Anthropocene and the Global Environmental Crisis: Rethinking Modernity in a New Epoch*, herausgegeben von Clive Hamilton, Christophe Bonneuil und François Garenne, 134–44. London: Routledge.
- Stevens, Tim. 2017. „Reimagining International Environmental Law in the Anthropocene.“ In *Environmental Law and Governance for the Anthropocene*, herausgegeben von Louis Kotzé, 31–54. Oxford: Bloomsbury Academic.
- Stoppani, Antonio. 1873. *Corso di Geologia*. Milano: G Bernardoni e G Brigola Editori.
- Subramanian, Meera. 2019. „Anthropocene Now: Influential Panel Votes to Recognize Earth’s New Epoch.“ *Nature*, 21. Mai. <https://doi.org/10.1038/d41586-019-01641-5>.
- Suess, Eduard. 1875. *Die Entstehung der Alpen*. Wien: Braumüller.
- Thober, Benjamin. 2022. „Anthropozänlyrik. Überlegungen zur Neuordnung des Mensch-Natur-Verhältnisses jenseits des Narrativen.“ In *Anthropozäne Literatur. Poetiken, Genres, Lektüren*, herausgegeben von Gabriele Dürbeck, Simon Probst und Christoph Schaub, 163–182. Berlin: Metzler.
- Trischler, Helmuth. 2016. „Zwischen Geologie und Kultur: Die Debatte um das Anthropozän.“ In *All dies hier, Majestät, ist deins: Lyrik im Anthropozän: Anthologie*, herausgegeben von Anja Bayer und Daniela Seel, 269–86. Berlin: kookbooks.
- Vernadsky, Vladimir I. 1945. „The Biosphere and the Noösphere.“ *American Scientist* 33, Nr. 1: 1–12.

- Vernadsky, Vladimir I. 1998. *The Biosphere*. New York: Copernicus.
- Waters, Colin N., Jan A. Zalasiewicz, Mark Williams, Michael A. Ellis und Andrea M. Snelling (Hrsg.). 2014. „A Stratigraphical Basis for the Anthropocene?“ In *A Stratigraphical Basis for the Anthropocene*, 1–21. London: Geological Society, Special Publications 395.
- Vidas, Davor. 2011. „The Anthropocene and the international law of the sea.“ *Philosophical Transactions of the Royal Society* 369: 909–25.
- Viñuales, Jorge E. 2018. *The Organisation of the Anthropocene: In Our Hands?* Leiden: Brill.
- Vordermayer, Markus. 2015. „„Gardening the Great Transformation‘: The Anthropocene Concept’s Impact on International Environmental Law Doctrine.“ *Yearbook of international Environmental Law* 25: 79–112.
- WEF (World Economic Forum). 2020. „Global Risks Report 2020: Insight Report: 15th Edition.“ Zugriff am 28. Juni 2021. <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2020>.
- Weizsäcker, Ernst Ulrich von, und Anders Wijkmann. 2017. *Wir sind dran. Club of Rome: Der große Bericht: Was wir ändern müssen, wenn wir bleiben wollen. Eine neue Aufklärung für eine volle Welt*. Gütersloh: Gütersloher Verlagshaus.
- Zalasiewicz, Jan, Mark Williams, Colin N. Waters, Anthony D. Barnowsky und Peter Haff. 2014. „The Technofossil Record of Humans.“ *The Anthropocene Review* 1, Nr. 1: 34–43.
- Zalasiewicz, Jan, Neil W. Collin, Colin P. Summerhayes, Alexander P. Wolfe, Anthony D. Barnosky, Alejandro Cearreta, Paul Crutzen, Erle Ellis, Ian J. Fairchild, Agnieszka Galuszka, Peter Haff, Irka Hajdas, Martin J. Head, Juliana A. Ivar do Sul, Catherine Jeandel, Reinhold Leinfelder, John R. McNeill, Cath Neal, Eric Odada, Naomi Oreskes, Will Steffen, James Syvitski, Davor Vidas, Michael Wagreich und Mark Williams. 2017. „The Working Group on the Anthropocene: Summary of Evidence and Interim Recommendations.“ *Anthropocene* 19: 55–60. <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2017.09.0001>.
- Zalasiewicz, Jan, Colin N. Waters, Mark Williams und Colin Summerhayes. 2019. *The Anthropocene as a Geological Time Unit: A Guide to the Scientific Evidence and Current Debate*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108621359>.
- Zemanek, Evi (Hrsg.). 2018. *Ökologische Genres: Naturästhetik, Umweltethik, Wissenspoetik*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Zemp, Delphine C., Carl F. Schleussner, Henrique M. J. Barbosa, Marina Hirota, Vincent Montade, Gilvan Sampaio, Arie Staal, Lan Wang-Erlandsson und Anja Rammig. 2017. „Self-amplified Amazon Forest Loss Due to Vegetation-atmosphere Feedbacks.“ *Nature Communications* 8, Nr. 1: 14681.

Bildnachweis

Abb. 1: Verändert und übersetzt nach Steffen et al. 2020, fig. 3

Abb. 2: Autoren nach https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/upload/Tipping_Points_Rauschen.jpg

Abb. 3: Verändert und übersetzt nach PNAS CC BY-SA 4.0; <https://www.pnas.org/content/115/33/8252/tab-figures-data> (Steffen et al. 2018)

Abb. 4: Verändert und übersetzt nach PNAS CC BY-SA 4.0; <https://www.pnas.org/content/115/33/8252/tab-figures-data> (Steffen et al. 2018)

Abb. 5: Felix Jörg Müller, CC BY SA (4.0) nach Will Steffen et al. 2015, Linn Persson et al. 2022 und Wang-Erlandsson et al. 2022

Abb. 6: nach Zalasiewicz et al. 2017

Abb. 7: mit Genehmigung des Autors; <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102016-060854> (Malhi 2017)

Abb. 8: Verändert und übersetzt nach Foley et al. 2013, 84, fig. 1

Abb. 9: mit Genehmigung des Autors; <https://doi.org/10.1890/14-2274.1> (Ellis 2015)